

### 3.3 Gli Inquinanti Normati

#### Gli inquinanti rilevati dalla rete di monitoraggio di Ferrara

Nel capitolo si riportano gli andamenti temporali degli inquinanti normati, ossia quegli inquinanti dell'aria per i quali la normativa vigente prevede un limite. Questi inquinanti sono:

1. Monossido di carbonio (CO);
2. Benzene;
3. Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>);
4. Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>);
5. Ozono (O<sub>3</sub>);
6. PM<sub>10</sub>.

Ogni inquinante è stato analizzato in dettaglio e per ognuno è riportato il grafico esplicativo del limite previsto dal DM 60/2002 e dei margini di tolleranza decrescenti previsti nel corso degli anni in funzione del raggiungimento del limite.

Al termine del capitolo è proposto l'indicatore di "buona qualità dell'aria" che misura i giorni in cui nessun inquinante ha superato il valore limite previsto dalla normativa italiana.

Nei grafici sono stati utilizzati simboli cavi e linee tratteggiate allorché il parametro rappresentato dal simbolo è stato calcolato con un numero di dati ritenuto insufficiente sotto il profilo quantitativo (meno del 75% dei dati da usarsi per il calcolo dell'indice statistico) o qualitativo (mancanza di dati "critici").

#### 3.3.1 Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico ; viene emesso da fonti naturali ed antropiche (tra queste il 90 % deriva dal traffico veicolare).

E' un inquinante primario ad alto gradiente spaziale, ossia la sua concentrazione varia rapidamente nello spazio e di conseguenza si rileva una forte riduzione dell'inquinante anche a breve distanza dalla fonte di emissione.

L'origine antropica del monossido di carbonio è fortemente legata alla combustione incompleta per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno) degli

idrocarburi presenti in carburanti e combustibili: per tale ragione le emissioni di CO sono maggiori in un veicolo con motore al minimo o in fase di decelerazione, diminuiscono alla velocità media di 60-110 Km/h, per poi aumentare nuovamente alle alte velocità.

La concentrazione media di CO nell'atmosfera oscilla tra 0.1 e 0.2 ppm nell'emisfero Nord e tra 0.04 – 0.06 ppm nell'emisfero Sud, a dimostrazione dell'importanza del consumo di combustibili come fonte dell'inquinamento, mentre nelle città e aree intensamente urbanizzate la concentrazione di CO può raggiungere 1-10 ppm<sup>1</sup>.

Il CO è scarsamente reattivo e permane in atmosfera per circa 3-4 mesi e viene rimosso attraverso reazioni di ossidazione ad anidride carbonica o attraverso reazioni fotochimiche coinvolgenti il metano e i radicali OH.

Il monossido di carbonio viene assorbito rapidamente negli alveoli polmonari.

Nel sangue compete con l'ossigeno nel legarsi all'atomo bivalente del ferro dell'emoglobina, formando carbossiemoglobina con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare.

Nel grafico di fig.3.7 viene riportato il valore limite previsto dal DM 60/2002 per la protezione della salute per il 2005, inteso come massima giornaliera delle medie mobili di 8 ore, l'aggiunta dei margini di tolleranza, via via in diminuzione sino al 2005. Il limite previsto per l'anno 2005 è pari a 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

Il monitoraggio del CO da rete fissa viene effettuato nelle centraline presenti nel

**Fig.3.7: CO- Valori limite per anno in mg/Nm<sup>3</sup> come media massima giornaliera sulle medie mobili di 8 ore**



<sup>1</sup> <http://www.nonsoloaria.com/index.htm>, <http://www.nonsoloaria.com/inqprin.htm>, sito dedicato all'inquinamento dell'aria;  
<http://www.ermesambiente.it/rsa2004/data/home.htm> - Relazione sullo stato dell'ambiente della Regione Emilia Romagna, anno 2004.

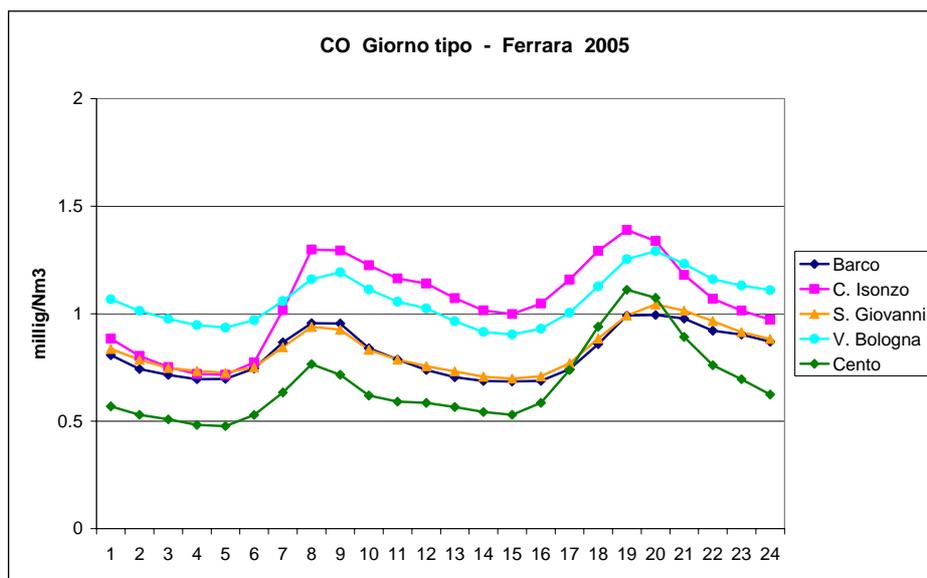
comune di Ferrara e di Cento.

Nel grafico di figura 3.8 viene mostrato l'andamento del giorno tipo del monossido di carbonio elaborato a partire dai dati orari di CO rilevati per l'anno 2005 nelle centraline della rete di monitoraggio di Ferrara. L'andamento del giorno tipo evidenzia la stretta correlazione dell'inquinante alla sorgente di emissione "traffico veicolare" con la registrazione di due picchi di massima concentrazione giornaliera in corrispondenza delle ore di maggiore mobilità (8-9 del mattino, 19-20 della sera).

Le concentrazioni del giorno tipo del monossido di carbonio sono superiori nelle centraline della città di Ferrara, in particolare in quelle da traffico come quella di Corso Isonzo e quella di Via Bologna.

La centralina di Cento è caratterizzata da concentrazioni più basse in assoluto.

Fig.3.8: CO - Giorno tipo, anno 2005



Infine, le concentrazioni riscontrabili in un giorno tipo dell'anno risultano comunque inferiori a 1.5 mg/Nm<sup>3</sup>, valore molto lontano dal limite previsto dalla normativa vigente.

La correlazione dell'inquinante in questione con il traffico veicolare è visibile anche nella rappresentazione della settimana tipo, elaborata sempre a partire dai dati orari. Le concentrazioni nei diversi giorni della settimana sono molto contenute e sono molto inferiori al valore limite di 10 mg/Nm<sup>3</sup> inteso come massima giornaliera delle medie mobili di 8 ore. Nonostante le concentrazioni siano molto basse e relativamente costanti nei diversi giorni della settimana, è possibile riscontrare per tutte le centraline della rete di monitoraggio (in particolare Corso Isonzo e Via Bologna) una lieve riduzione nella domenica: diversi studi sulla mobilità e rilevazioni in campo, hanno

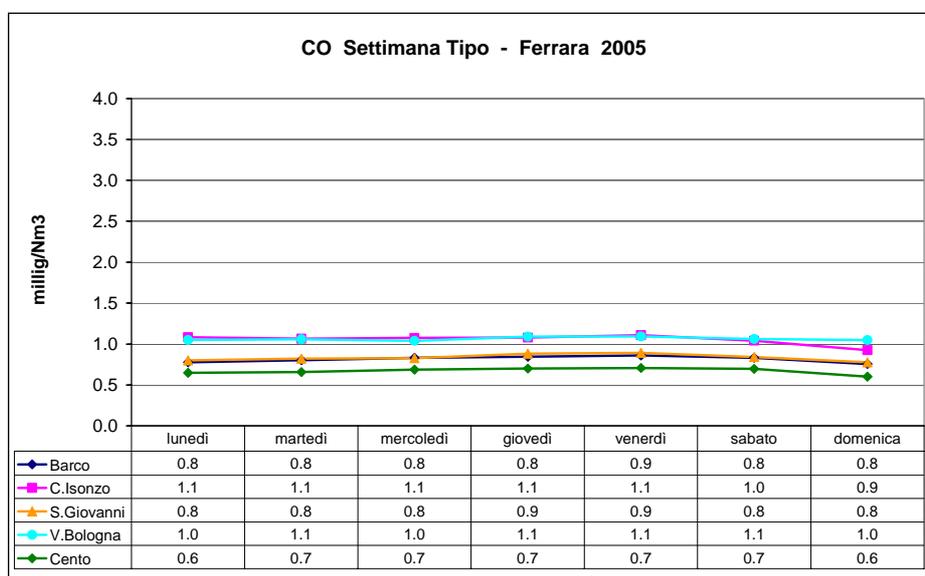
PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

indicato che la domenica è caratterizzata da un decremento fisiologico del traffico veicolare.

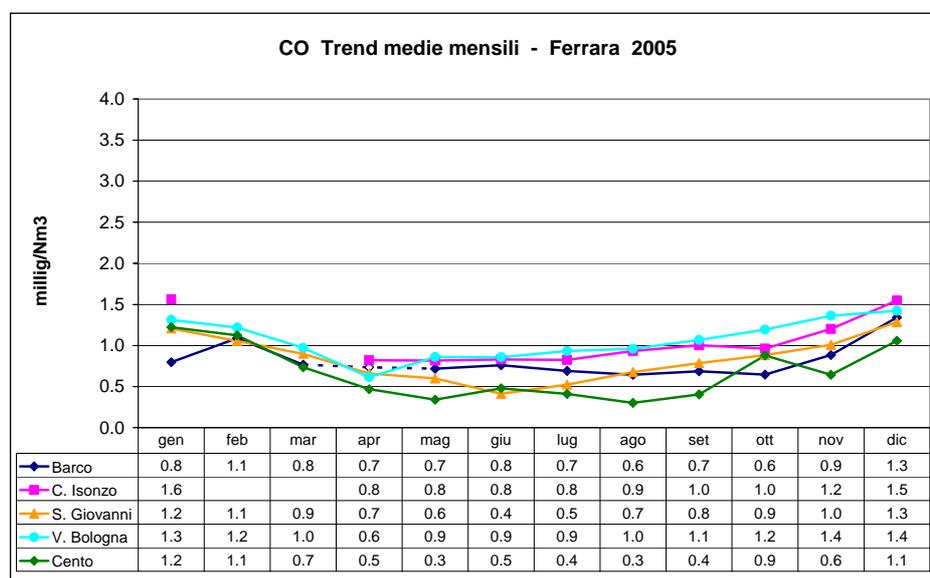
Di seguito sono riportati gli andamenti mensili ottenuti dai dati orari di CO rilevati per l'anno 2005 e gli andamenti delle medie annuali per il periodo dal 1991 al 2005.

Per i mesi di febbraio e marzo la centralina di Corso Isonzo ha funzionato con una resa bassa, inferiore al 50% e quindi per questi mesi il dato non è stato considerato, mentre per il mese di aprile la centralina Barco ha avuto una resa di funzionamento superiore al 50% ma inferiore al 75% e quindi è evidenziato con il simbolo cavo.

*Fig.3.9: CO - Settimana tipo, anno 2005*



*Fig.3.10: CO - Medie Mensili, anno 2005*



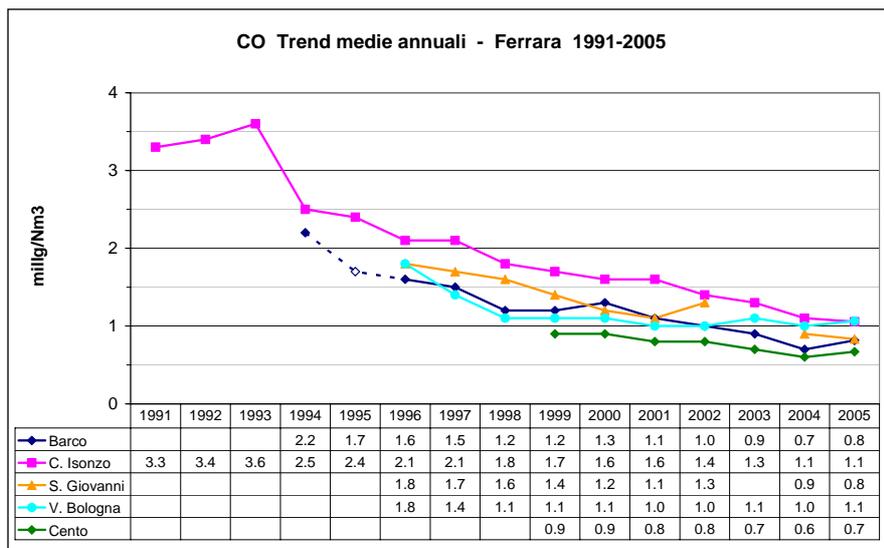
**PROVINCIA DI FERRARA**  
**Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria**

Le concentrazioni medie mensili in generale sono inferiori a 2 mg/Nm<sup>3</sup> ed evidenziano, per tutte le centraline, un lieve aumento a partire dal mese di ottobre e novembre, con valori più elevati nei mesi propriamente invernali.

Gli andamenti delle medie annuali evidenziano un decremento delle concentrazioni del monossido di carbonio negli ultimi anni: la centralina di Corso Isonzo che ha la serie storica completa a partire dal 1991 ha registrato un forte calo della concentrazione media annua prima nel 1994 e poi in maniera graduale sino al 2005. Le concentrazioni medie annue delle centraline hanno un andamento decrescente, assestandosi intorno ad un valore dell'ordine di 1 mg/Nm<sup>3</sup>; la concentrazione di Cento risulta leggermente inferiore.

Come precedentemente sottolineato, il monossido di carbonio è un caratteristico prodotto dei gas di scarico dei veicoli a motore, in particolare delle

*Fig.3.11: CO – Trend Medie annuali, 1991 – 2005*

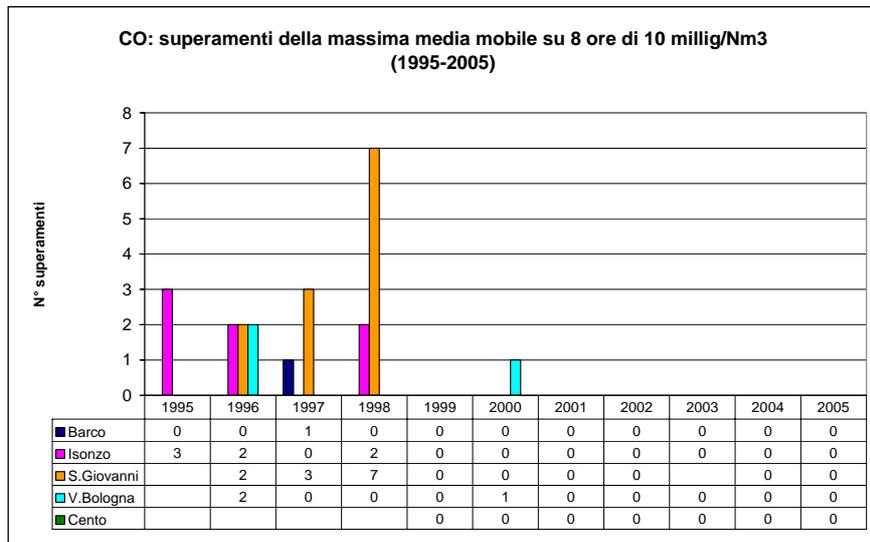


autovetture a benzina e quindi la riduzione delle concentrazioni dello stesso in atmosfera è attribuibile al miglioramento tecnologico degli automezzi e all'attenzione posta negli ultimi anni, sia a livello nazionale che locale, al controllo delle emissioni autoveicolari.

**PROVINCIA DI FERRARA**  
**Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria**

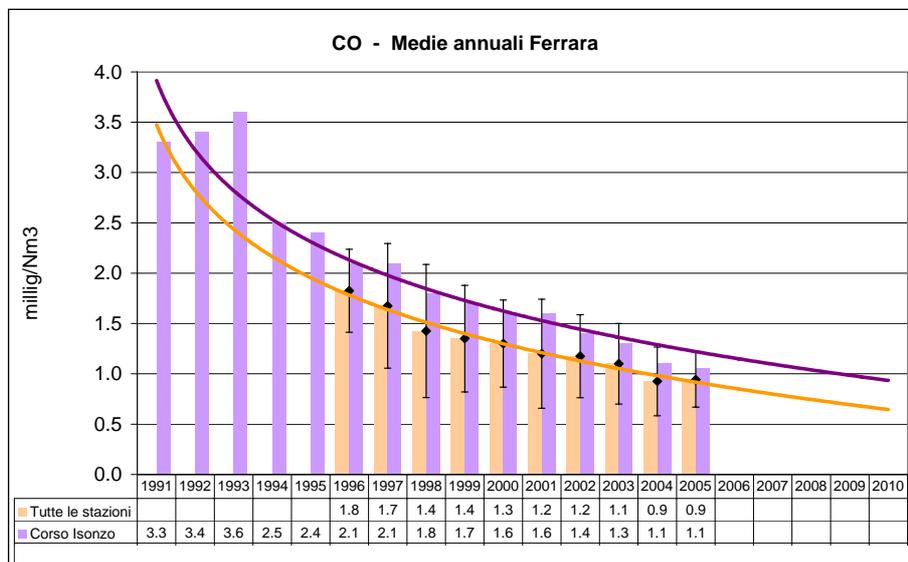
A conferma del miglioramento della qualità dell'aria in termini di concentrazione del monossido di carbonio, si riporta il grafico del numero dei superamenti del valore limite di 10 mg/Nm<sup>3</sup> inteso come massima giornaliera delle medie mobili di 8 ore. Si nota come a partire dal 2001 in tutte le centraline non si è verificato più alcun superamento e si può affermare che le previsioni per il futuro si indirizzano verso un ulteriore miglioramento. Si veda a tal proposito anche la Fig. 3.13 dove è riportato il

**Fig.3.12: CO – Superamenti della massima media mobile su 8 ore, 1991 – 2005**



confronto fra Corso Isonzo e la media di tutte le stazioni della città di Ferrara (compresa Corso Isonzo). I segmenti relativi agli intervalli di confidenza sugli istogrammi indicano il range di variabilità intorno alla media.

**Fig.3.13: CO – Medie annuali, 1991 – 2005 e previsioni**



### 3.3.2 Benzene

Il Benzene ( $C_6H_6$ ) è un idrocarburo volatile aromatico di odore caratteristico che viene immesso nell'aria principalmente per effetto delle emissioni autoveicolari e per le perdite durante le fasi di rifornimento in quanto è un componente naturale delle benzine. Chimicamente è molto stabile.

Grazie alle sue caratteristiche sopra riportate, il benzene, come il monossido di carbonio, presenta un elevato gradiente spaziale.

Produce effetti a breve termine sull'uomo agendo sul sistema nervoso mentre quelli a lungo termine si manifestano con una riduzione progressiva delle piastrine nel sangue.

Per la sua tossicità il benzene è stato inserito dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo I, insieme alle sostanze con un accertato potere cancerogeno sull'uomo<sup>2</sup>.

La figura seguente riporta il valore limite come media annua previsto dal DM 60/2002 per il 2010, l'aggiunta dei margini di tolleranza, via via in diminuzione sino al 2010.

Il limite previsto per l'anno 2010 è pari a  $5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ .

Il monitoraggio del benzene viene effettuato a Ferrara, in Corso Giovecca

Fig.3.14: Benzene -Valori limite come media annua in



<sup>2</sup><http://www.nonsoloaria.com/index.htm>, <http://www.nonsoloaria.com/ingprin.htm>, sito dedicato all'inquinamento dell'aria;  
<http://www.ermesambiente.it/rsa2004/data/home.htm> - Relazione sullo stato dell'ambiente della Regione Emilia Romagna, anno 2004;  
<http://www.arpa.veneto.it/aria/benzene.htm>, sito internet Arpa Veneto

PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

(presso la sede Arpa) da diversi anni e a partire dall'estate 2004 in continuo presso la centralina di San Giovanni.

Per quanto riguarda la stazione di Corso Giovecca, la modalità di indagine del benzene fino al 2001 prevedeva ogni mese un campionamento di sette giorni consecutivi nella prima settimana: in tal modo si otteneva un campione sufficientemente rappresentativo di tutto l'anno, che mediava statisticamente situazioni differenziate per stagione, condizioni meteorologiche, giorno della settimana e intensità del traffico.

Dalla fine di gennaio 2002, per migliorare ulteriormente la rappresentatività temporale del monitoraggio ed il confronto con il limite di legge, i campionatori sono stati lasciati nella postazione di misura per periodi di due settimane consecutive, risultandone una "copertura" dell'intero anno. Ciò, però, rende non direttamente e perfettamente confrontabili i risultati con quelli degli anni precedenti.

Il monitoraggio in continuo del benzene presso la centralina di San Giovanni in funzionamento a partire dall'estate 2004 permette di effettuare alcune elaborazioni statistiche, tra cui il giorno tipo e la settimana tipo. Si sono inoltre calcolate le medie mensili di benzene, toluene e xileni (somma di m-xilene e para-xilene).

Fig.3.15: San Giovanni - Benzene, toluene, xileni - Giorno tipo, anno 2005

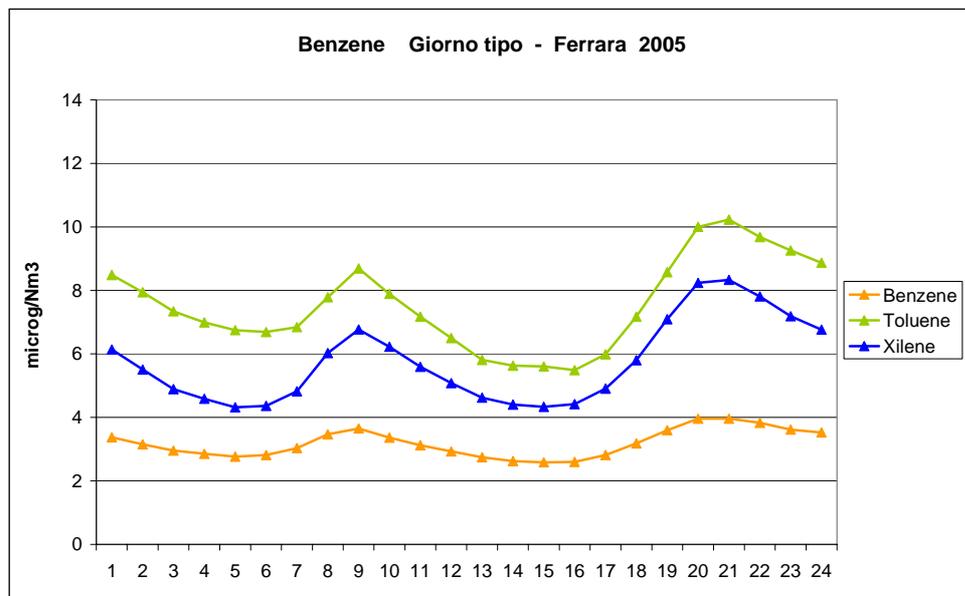
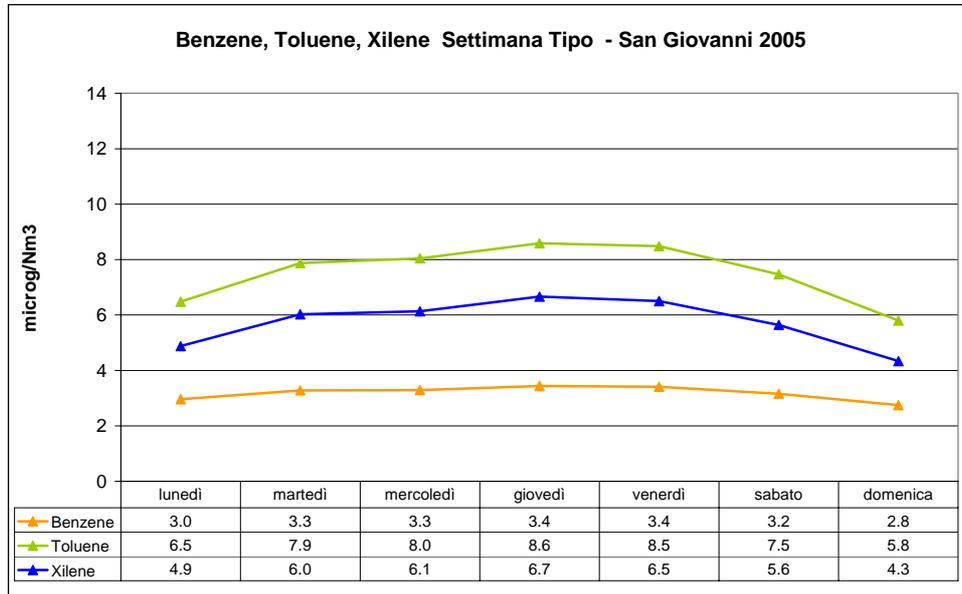


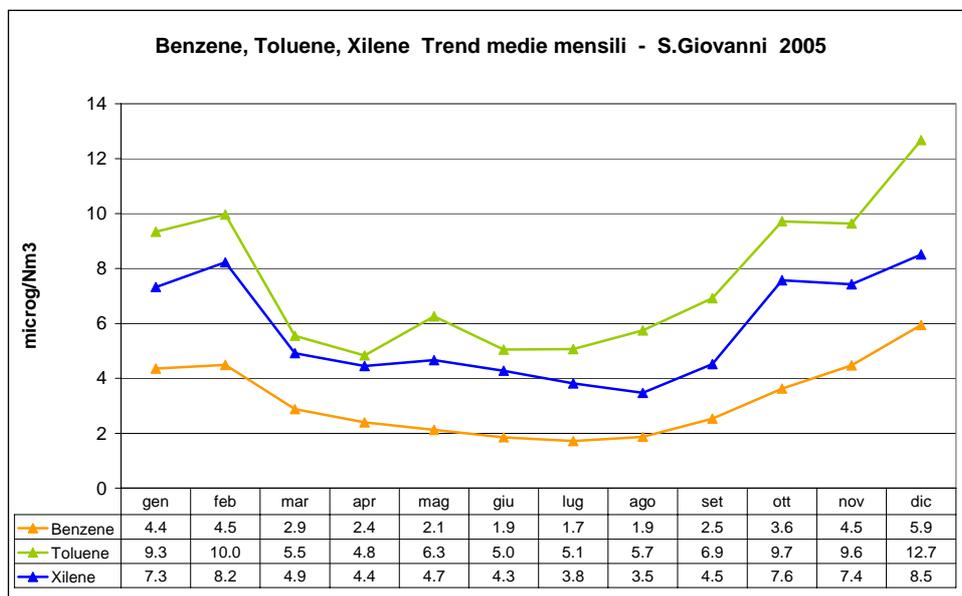
Fig.3.16: : San Giovanni - Benzene, toluene, xileni - Settimana tipo, anno 2005



Come per il monossido di carbonio, anche per il benzene, che è un inquinante derivante quasi esclusivamente dal traffico, l'andamento del giorno tipo evidenzia un andamento bimodale con due zone di massima concentrazione giornaliera in corrispondenza delle ore di maggiore mobilità (8-9 del mattino, 19-20-21 della sera).

Come per il CO, nonostante le concentrazioni di benzene siano relativamente stabili nei diversi giorni della settimana tipo, è possibile riscontrare una lieve riduzione nella domenica in conseguenza di quanto già affermato circa il calo fisiologico del traffico veicolare in questa giornata festiva.

Fig.3.17: : San Giovanni - Benzene, toluene, xileni - Medie mensili, anno 2005



Le concentrazioni medie mensili del benzene sono inferiori a  $6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  e l'andamento è di tipo stagionale, con concentrazioni in aumento a partire dal mese di ottobre e novembre sino a raggiungere valori più elevati nel mese di dicembre.

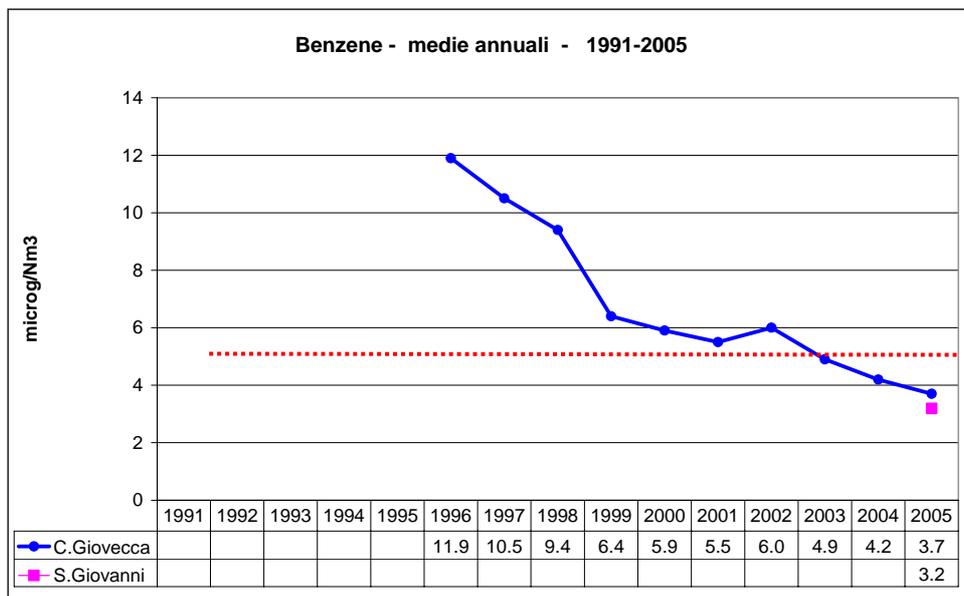
Nella figura seguente sono rappresentate le medie annuali calcolate a partire dall'anno 1996 per la postazione di Corso Giovecca e la media annua relativa al solo 2005 per la centralina di San Giovanni.

Il trend di Corso Giovecca permette di osservare la diminuzione progressiva negli anni della media annua del benzene, sino al suo assestamento intorno al valore di  $4 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , inferiore al limite previsto per il 2010 (si veda Fig. 3.14 contenente anche i valori del margine di tolleranza).

Anche nel caso dell'inquinante benzene tale andamento è probabilmente da attribuirsi al **rinnovo del parco degli autoveicoli e al miglioramento della composizione della benzina**.

Il giudizio complessivo per questo inquinante deve tuttavia essere prudentiale in virtù dell'elevato gradiente spaziale, che, in alcune zone particolarmente critiche per il traffico, porta a registrare concentrazioni intorno o superiori al limite di legge (vedi nel capitolo **GLI INQUINANTI NON NORMATI** le rappresentazioni relative alle "Campagne BTX da traffico").

*Fig.3.18: Benzene - Trend Medie annuali, 1991 - 2005*



### 3.3.3 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore dall'odore pungente ed irritante. Si forma nei processi di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili solidi e liquidi (carbone, olio combustibile, gasolio) e quindi le fonti di emissione principali sono legate alla produzione di energia, agli impianti termici, ai processi industriali e al traffico.

Il biossido di zolfo è il principale responsabile delle piogge acide, in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e in presenza di umidità in acido solforico.

Nella figura seguente è riportato il valore limite previsto dal DM 60/2002 per il 2005, inteso come media oraria da non superarsi più di 24 volte nell'arco dell'anno. Dal 2000 al 2005 sono riportati i valori dati dalla somma del valore limite del 2005 con i margini di tolleranza.

**Fig.3.19: SO<sub>2</sub>-Valori limite per anno in µg/Nm<sup>3</sup> come media oraria da non superare più di 24 volte nell'arco dell'anno**



Il limite inteso come valore di 1 ora previsto per l'anno 2005 è pari a 350 µg/Nm<sup>3</sup>. Nella tabella di seguito sono riportati gli altri valori limite previsti dal DM 60/2002. Le concentrazioni che vengono rilevate nelle due centraline della rete fissa,

**Tab. 3.9: Limiti previsti dalla normativa per SO<sub>2</sub>**

Limite per la protezione della salute (dal 2005)	<b>Media giornaliera</b>	125 µg/Nm <sup>3</sup> (max 3 volte/anno)
Soglia di allarme	<b>Media oraria su 3 ore consecutive</b>	500 µg/Nm <sup>3</sup>
Limite per la protezione degli ecosistemi (dal 2001)	<b>Media anno civile ed inverno (1 ottobre - 31 marzo)</b>	20 µg/Nm <sup>3</sup>

PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

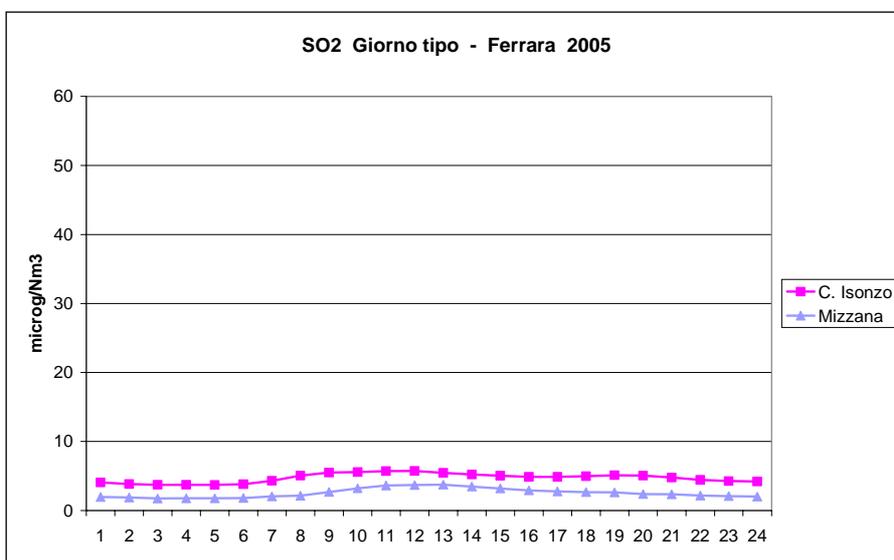
Corso Isonzo e Mizzana, sono estremamente basse rispetto ai limiti di legge e dal 1996 inoltre non si verificano superamenti dei limiti (vedi Fig. 3.24 e Fig. 3.25).

Di seguito sono riportati gli andamenti del giorno tipo e della settimana tipo calcolate a partire dai dati orari registrati nelle due centraline per l'anno 2005. Viene illustrato inoltre l'andamento delle medie mensili relative allo stesso anno.

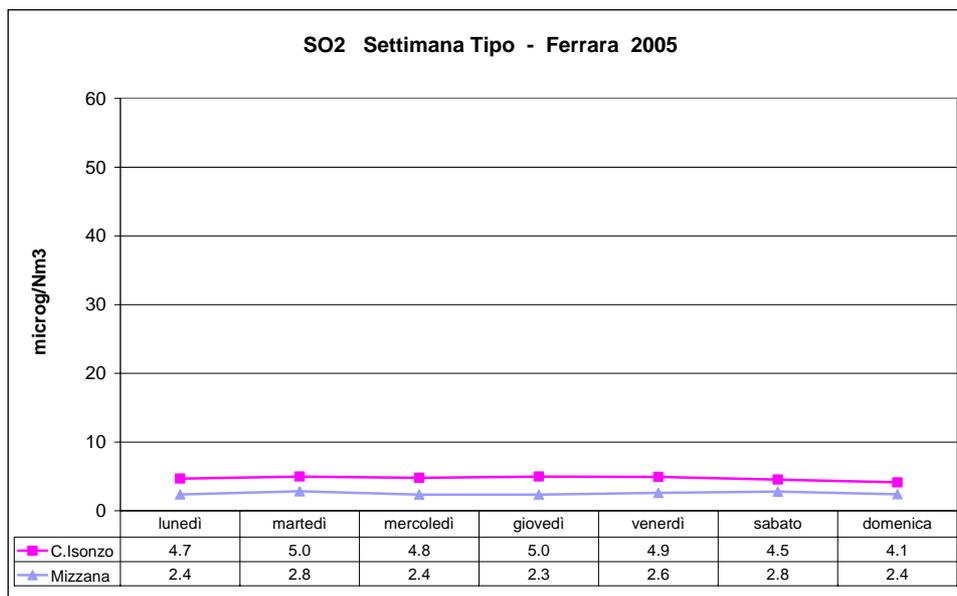
Le concentrazioni ottenute risultano molto limitate, inferiori ai 10 µg/Nm<sup>3</sup> in tutte le ore del giorno tipo calcolato e per tutti i giorni della settimana tipo.

La lieve riduzione della concentrazione di SO<sub>2</sub> registrata nella centralina di Corso

**Fig.3.20: SO<sub>2</sub> - Giorno tipo, anno 2005**



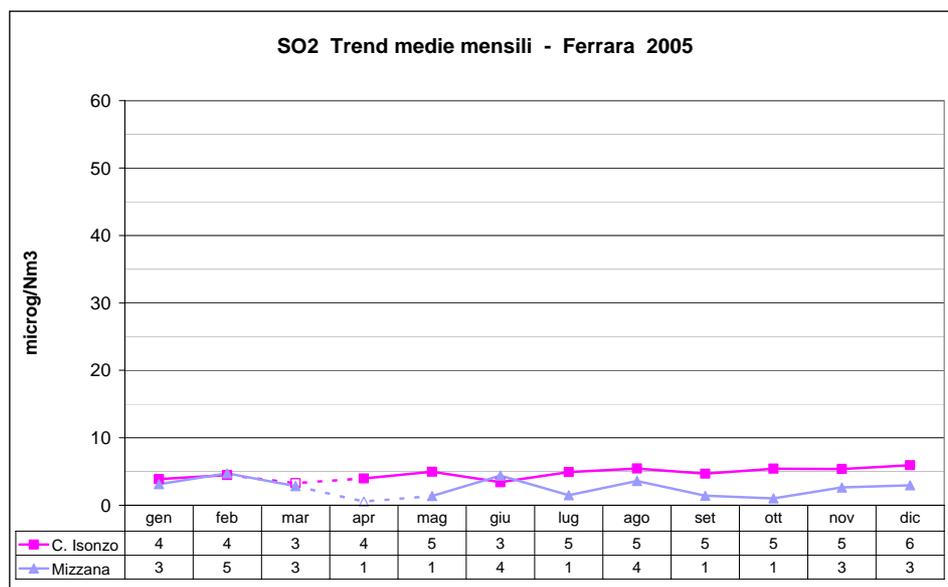
**Fig.3.21: SO<sub>2</sub> - Settimana tipo, anno 2005**



Isonzo nella giornata di domenica evidenzia che probabilmente la presenza di questo inquinante nell'area urbana della città è legata anche al traffico di mezzi a gasolio, traffico che nel giorno festivo subisce un naturale calo fisiologico. Nella centralina di Mizzana, adiacente all'area industriale, questa evidenza non si presenta.

Di seguito sono riportati gli andamenti mensili ottenuti dai dati orari di SO<sub>2</sub> rilevati per l'anno 2005 e gli andamenti delle medie annuali per il periodo dal 1991 al 2005.

Fig.3.22: SO<sub>2</sub> – Medie mensili, anno 2005



Nel mese di marzo e nel mese di aprile le centraline rispettivamente di Corso Isonzo e di Mizzana hanno funzionato con una resa inferiore al 75% e quindi il corrispondente valore è evidenziato con il simbolo cavo.

Le concentrazioni medie mensili in generale sono dell'ordine dei 5 µg/Nm<sup>3</sup> (confrontabili al limite di rilevabilità strumentale) sia a Mizzana che nel centro urbano.

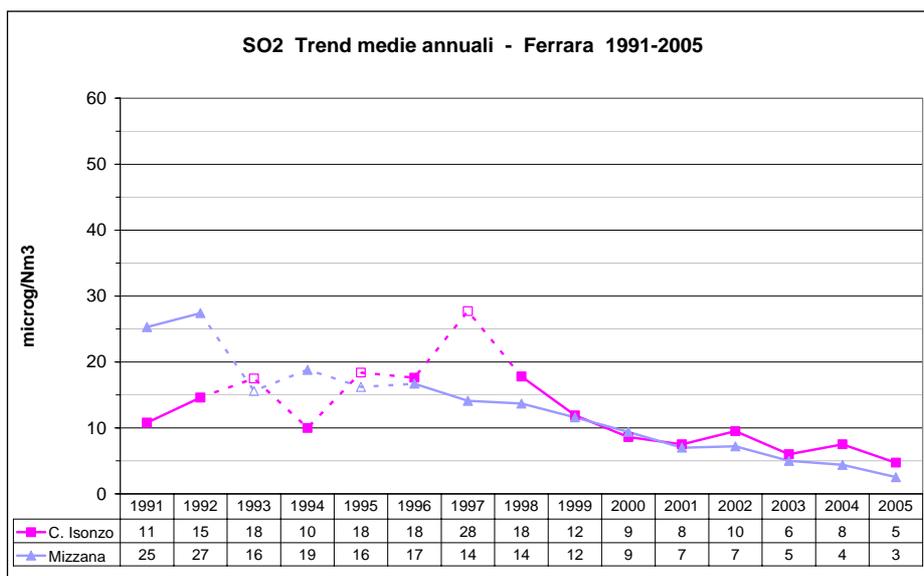
Gli andamenti delle medie annuali evidenziano un decremento delle concentrazioni del biossido di zolfo: dal 1996 per la centralina di Mizzana e dal 1998 per quella di Corso Isonzo. Per l'anno 2005 sono state ottenute medie annue prossime al limite di rilevabilità strumentale.

Le concentrazioni di biossido di zolfo rilevate, di molto inferiori a tutti i limiti previsti dall'attuale normativa e in continua diminuzione, testimoniano una riduzione dell'impiego di combustibili contenenti zolfo (gasolio) per impianti di riscaldamento e una progressiva sostituzione delle vecchie caldaie funzionanti a gasolio, con impianti a metano o con il teleriscaldamento. Probabilmente sulla situazione incide anche l'impiego di diesel a basso tenore di zolfo.

PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

I dati rilevati con le campagne del mezzo mobile confermano la costanza di valori bassi dell'inquinante.

*Fig.3.23: SO2 - Trend Medie annuali, 1991 - 2005*



*Fig.3.24: SO2 - Superamenti del limite giornaliero di 125 µg/Nm³, 1991 - 2005*

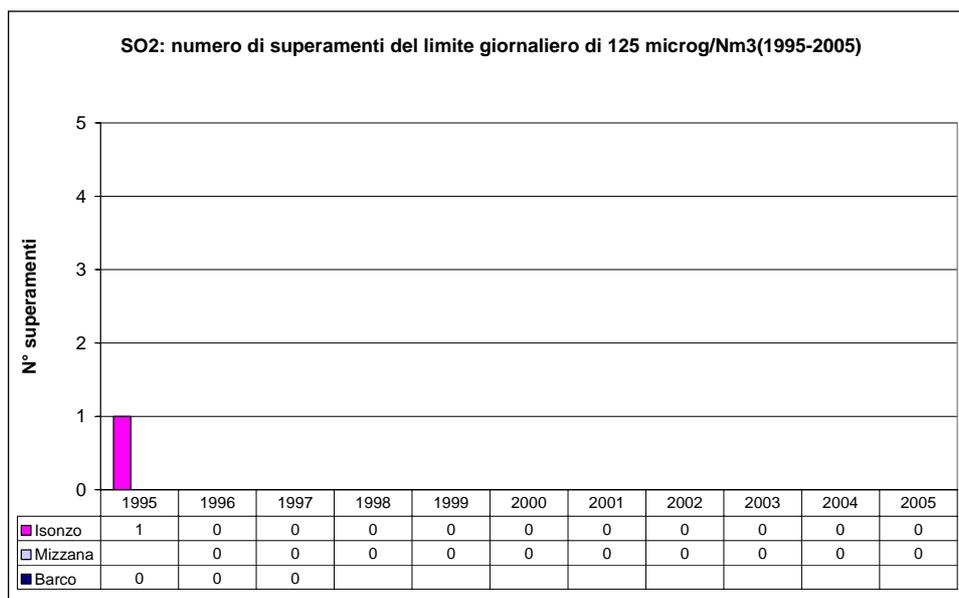
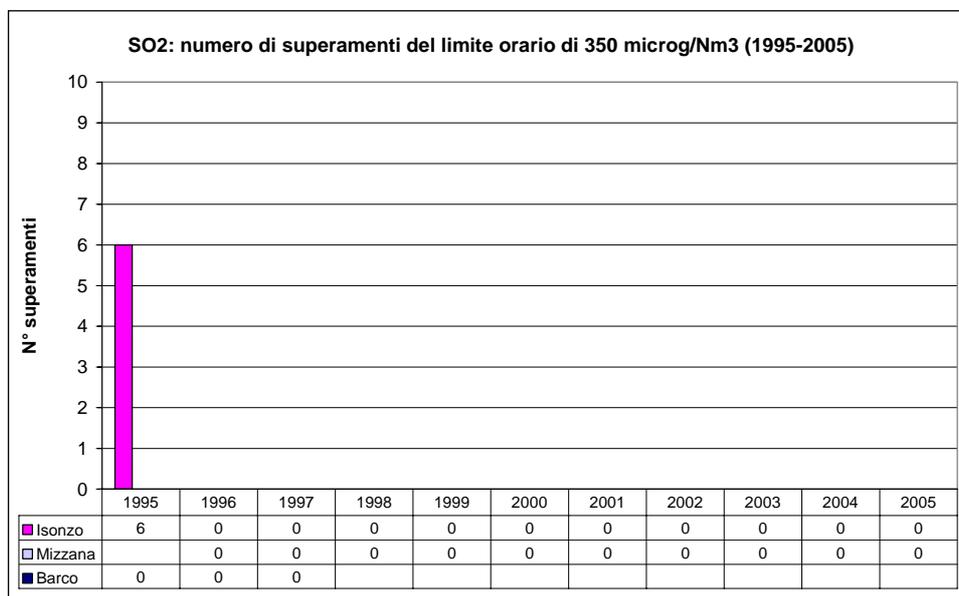


Fig.3.25: SO<sub>2</sub> – Superamenti del limite orario di 350 µg/Nm<sup>3</sup>, 1991 – 2005



### 3.3.4 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Il biossido di azoto è un gas di colore rosso bruno, di odore pungente e altamente tossico.

Il biossido di azoto è un inquinante secondario poiché non viene emesso direttamente da fonti emissive, ma deriva generalmente dalla ossidazione del monossido di azoto in atmosfera.

Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto.

Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitrati, i perossiacetilnitrati, ecc.

L'insieme di monossido di azoto e biossido di azoto viene denominato genericamente ossidi di azoto. Le più grandi quantità di ossidi di azoto vengono emesse da processi di combustione civili ed industriali e dai trasporti autoveicolari.

Gli ossidi di azoto permangono in atmosfera per pochi giorni (4-5) e vengono rimossi in seguito a reazioni chimiche che portano alla formazione di acidi e di sostanze organiche<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> <http://www.nonsoloaria.com/index.htm>, <http://www.nonsoloaria.com/inaprin.htm>, sito dedicato all'inquinamento dell'aria;

I valori limiti previsti dal DM 60/2002 e i relativi margini di tolleranza ammessi dall'anno 2000 al 2010 sono rappresentati nelle figure e nella tabella che seguono.

**Tab. 3.10: Limiti previsti dalla normativa per NO2**

Soglia di allarme	Media oraria su 3 ore consecutive	400 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
Limite per la protezione della vegetazione (dal 2001)	Media annuale NOx	30 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

**Fig.3.26: NO2-Valori limite per anno in  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  come media oraria da non superare più di 18 volte nell'arco dell'anno**



PROVINCIA DI FERRARA  
 Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

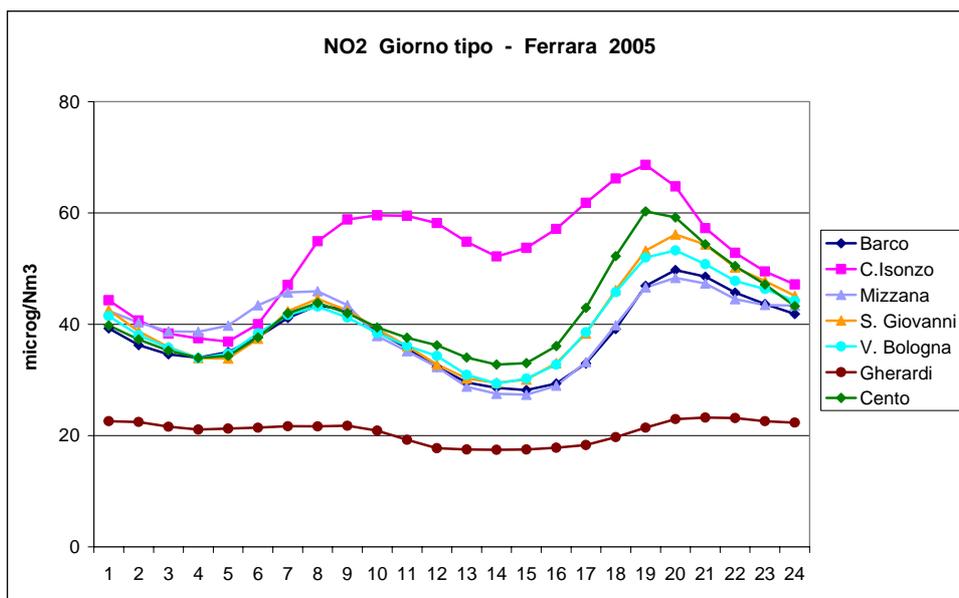
Fig.3.27: NO<sub>2</sub>-Valori limite come media oraria annua in µg/Nm<sup>3</sup>



Il monitoraggio del biossido di azoto da rete fissa viene effettuato in tutte le centraline presenti nel comune di Ferrara, in quelle di Gherardi e Cento.

L'andamento bimodale delle concentrazioni nel giorno tipo dimostra una certa dipendenza delle concentrazioni dal traffico veicolare: è possibile infatti osservare un aumento dei valori in corrispondenza delle ore di punta del traffico (ore 8 del mattino, 20 della sera).

Fig.3.28: NO<sub>2</sub> - Giorno tipo, anno 2005

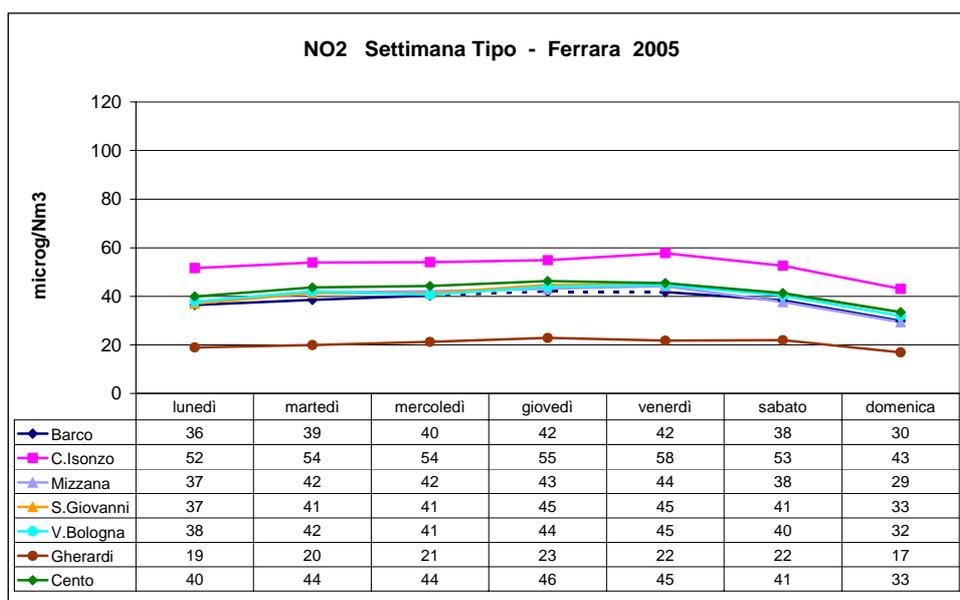


La centralina di Corso Isonzo presenta un andamento che si discosta dal resto delle centraline della città e da quella di Cento: in questo caso i due picchi di massima concentrazione si verificano ad un'ora più tarda della mattina e prima durante la sera,

con un avvicinamento dei due momenti di massima concentrazione. Inoltre il primo picco di massima concentrazione risulta più largo e quindi pare che le concentrazioni elevate persistono più a lungo nelle ore della mattina.

L'andamento bimodale dell'NO<sub>2</sub> non è così accentuato per la centralina di Gherardi che presenta valori che oscillano intorno ai 20 µg/Nm<sup>3</sup>.

Fig.3.29: NO<sub>2</sub> - Settimana tipo, anno 2005



L'andamento delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> calcolate per la settimana tipo a partire dai dati orari, permette di osservare una lieve riduzione a partire dal sabato e in particolare alla domenica, da imputarsi probabilmente anche al calo del traffico veicolare rispetto agli altri giorni feriali.

Il trend delle concentrazioni medie mensili è di tipo stagionale con valori in aumento a partire dai mesi di ottobre e novembre e con valori più elevati nei mesi propriamente invernali.

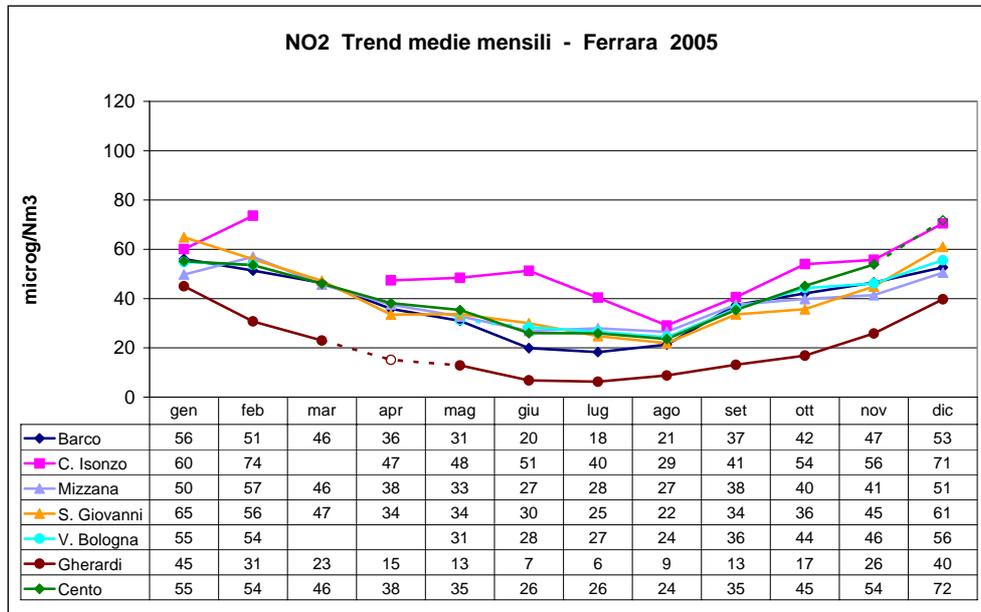
Per il mese di marzo la centralina di Corso Isonzo ha funzionato con una resa bassa, inferiore al 50% e quindi per questo mese il dato non è stato considerato, mentre per il mese di aprile la centralina di Gherardi ha avuto una resa di funzionamento superiore al 50% ma inferiore al 75% e quindi è evidenziato con il simbolo cavo.

Per quanto riguarda il trend delle medie annuali di NO<sub>2</sub> si nota, in questi ultimi anni, un assestamento e una sostanziale stabilizzazione del complesso delle centraline, aspetto che può essere spiegato considerando la multireferenzialità di questo inquinante che vede fra le fonti il complesso dei processi di combustione, dovuti al

PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

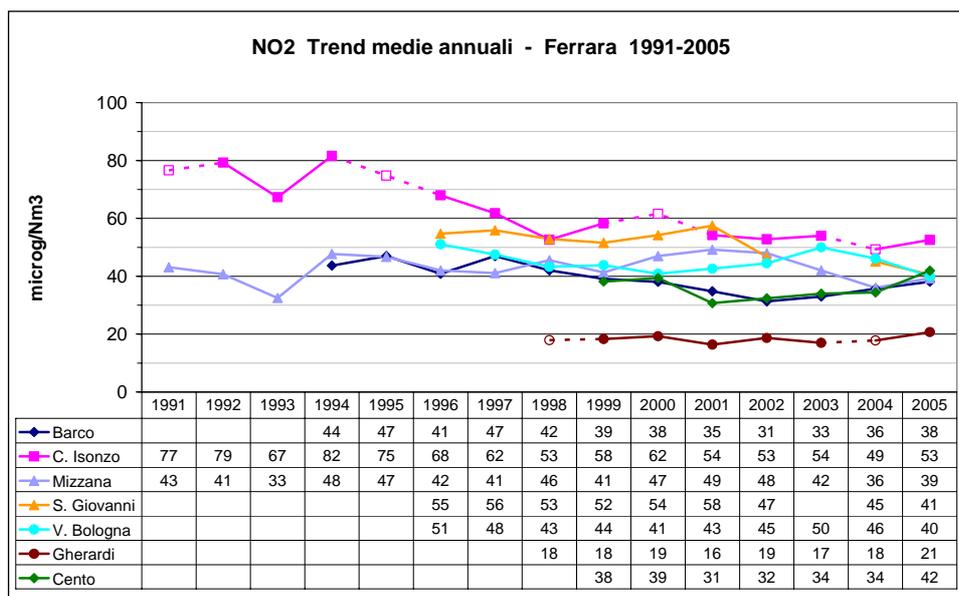
traffico veicolare, agli impianti di riscaldamento, agli impianti industriali e anche a tutti gli altri usi di minore impatto.

*Fig.3.30: NO2 – Medie mensili, anno 2005*



Esclusa la centralina di Corso Isonzo, in tutte le altre si ha il rispetto del "valore limite *annuale* per la protezione della salute umana" pari a 50 µg/Nm<sup>3</sup> previsto per il 2005, mentre il limite di 40 µg/Nm<sup>3</sup> previsto per il 2010 è rispettato solamente dalle centraline di Barco, Mizzana e Gherardi.

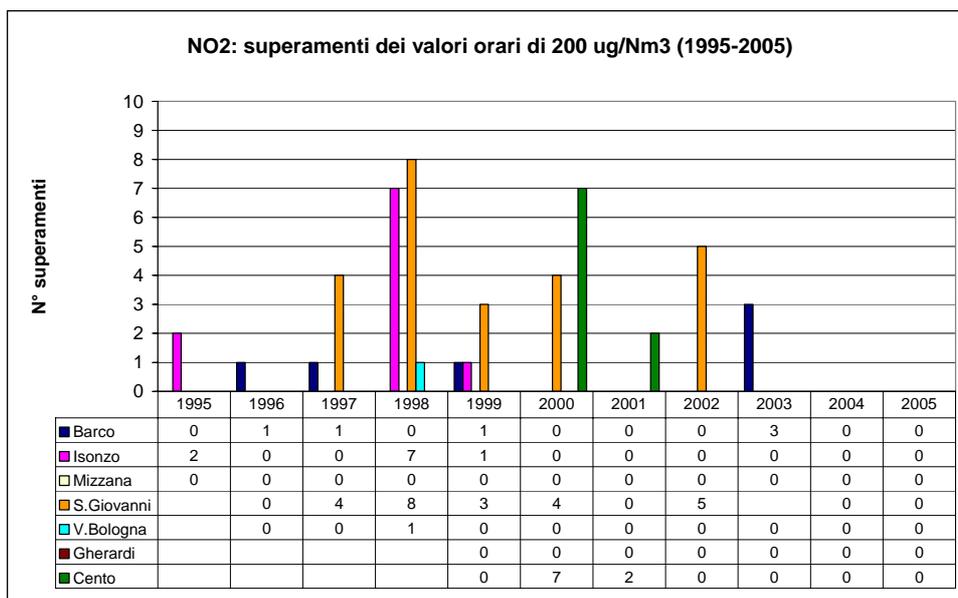
*Fig.3.31: NO2 – Trend Medie annuali, 1991 – 2005*



Nonostante che la stazione di Gherardi sia una stazione di fondo rurale, lontana da fonti dirette di inquinamento, registra concentrazioni medie annue pari alla metà del limite previsto per il 2010.

Se si considera il numero dei superamenti (si veda la figura di seguito) del valore "limite orario per la protezione della salute umana", viene sottolineato l'andamento decrescente delle concentrazioni negli ultimi anni.

Fig.3.32: NO<sub>2</sub> – Superamenti dei valori orari di 200 µg/Nm<sup>3</sup>, 1995 – 2005



Per l'anno 2005 infatti si rileva il rispetto del valore previsto per il 2010 pari a 200 µg/Nm<sup>3</sup> per tutte le centraline della rete fissa. Le stazioni di Corso Isonzo, San Giovanni e Mizzana sono quelle che presentano valori massimi orari più prossimi al limite per il 2010.

Una previsione del trend futuro per le stazioni di Ferrara, stimato in base agli andamenti degli ultimi anni, porta a medie annuali attese abbastanza stabili, che complessivamente sono attestata su valori intorno al limite di protezione della salute previsto per il 2010 ma, per alcune zone (vedi stazione di Corso Isonzo), danno previsioni decisamente superiori (crf. Figura 3.33)

Per quanto riguarda la situazione di Cento, le previsioni portano a valori medi inferiori al limite di legge; tuttavia i dati attuali, poiché inferiori al limite di legge ma senza un largo margine, suggeriscono valutazioni prudenziali (Fig. 3.34).

Quanto a Gherardi, i dati, sostanzialmente stazionari, fanno prevedere il mantenimento di tale situazione (Fig. 3.35) con una media dell'ordine dei 20 µg/Nm<sup>3</sup>.

PROVINCIA DI FERRARA  
 Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

Fig.3.33: NO<sub>2</sub> - Medie annuali, 1991 - 2005 e previsioni

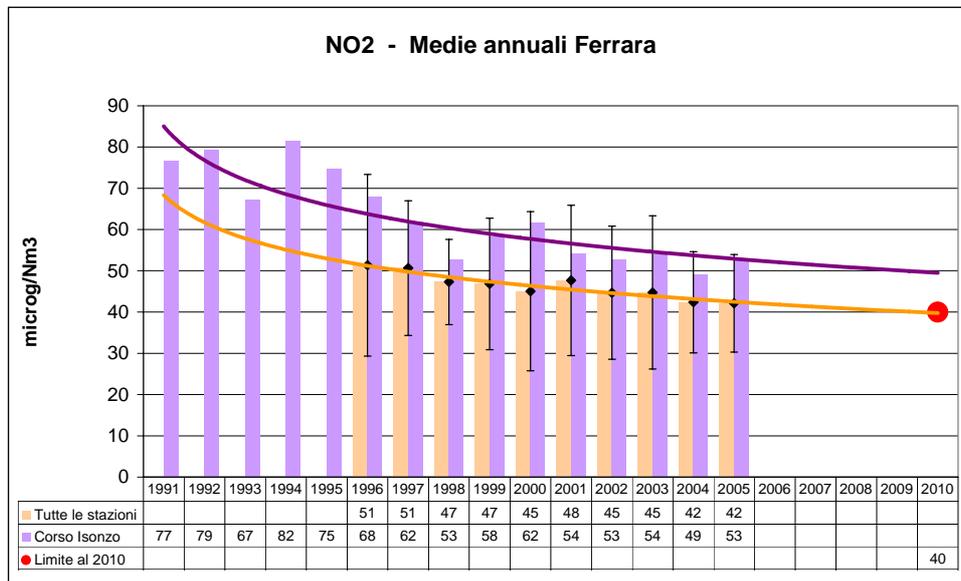


Fig.3.34: NO<sub>2</sub> - Cento: Medie annuali, 1999 - 2005 e previsioni

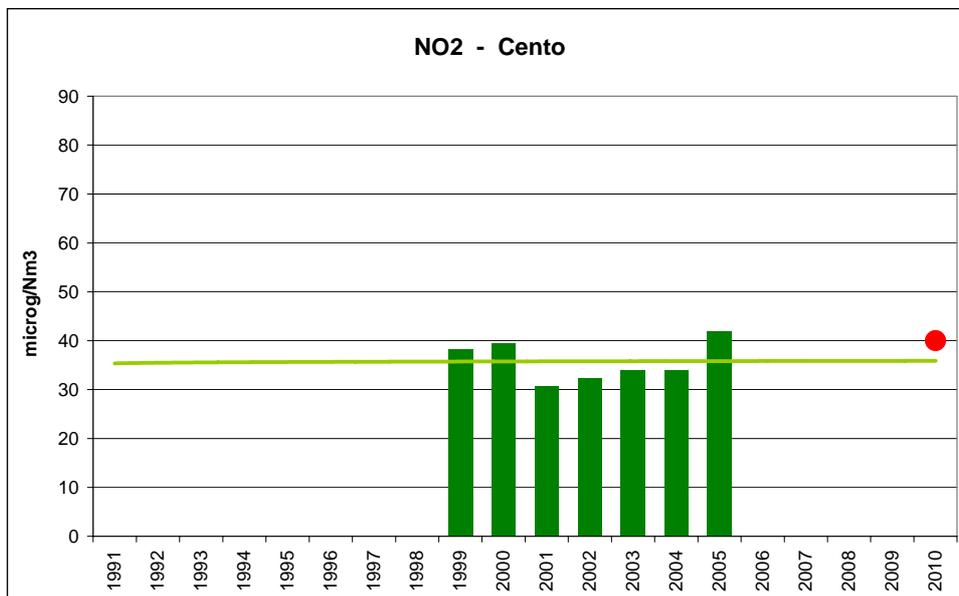
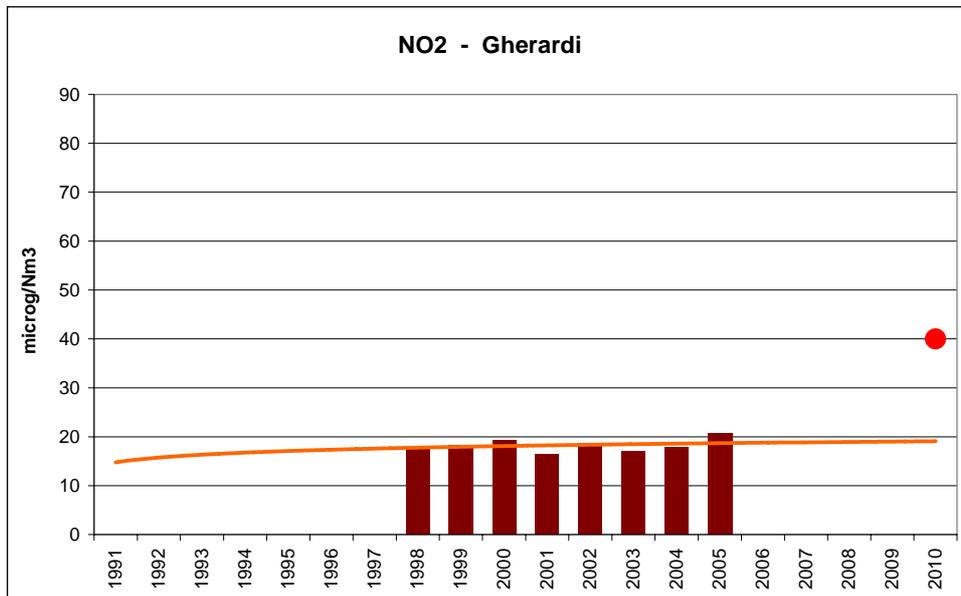


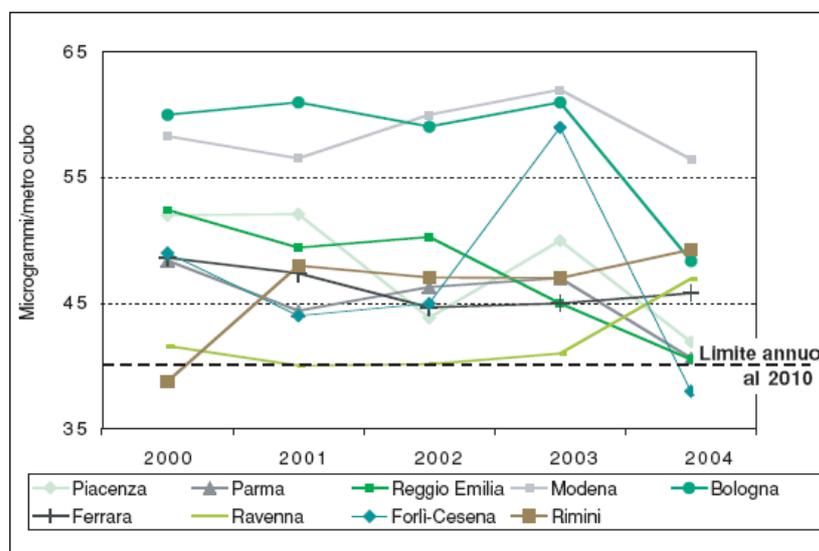
Fig.3.35: NO<sub>2</sub> - Gherardi: Medie annuali, 1998 - 2005 e previsioni



Per il biossido di azoto è utile riportare qualche informazione relativa all'andamento dell'inquinante anche in altre province della nostra regione: mentre il numero dei superamenti del limite orario appare in calo in tutta la regione Emilia Romagna, la media annuale degli agglomerati evidenzia superamenti in varie province (Fig. 3.36 e Fig. 3.37)<sup>4</sup>.

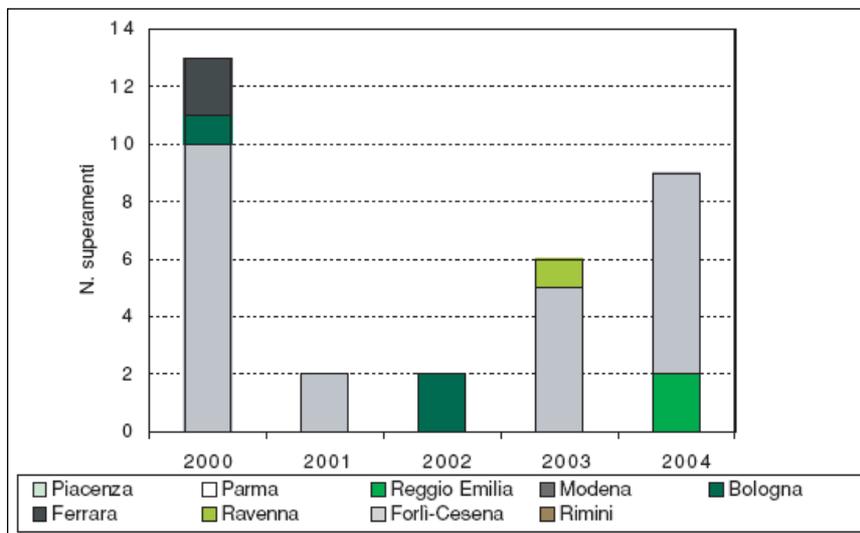
Fig.3.36: NO<sub>2</sub> - Regione Emilia Romagna - Medie annuali, 1999 - 2004

(Fonte: "Annuario regionale dei dati ambientali, edizione 2005 - Arpa Emilia Romagna)



<sup>4</sup> Annuario Regionale dei dati ambientali, edizione 2005 - Arpa Regione Emilia Romagna, sito internet <http://www.arpa.emr.it/annuario2005/index.html>

**Fig.3.37: NO<sub>2</sub> – Regione Emilia Romagna**  
**Numero dei superamenti del limite di legge al 2004 (260 µg/Nm<sup>3</sup>)**  
(Fonte: "Annuario regionale dei dati ambientali, edizione 2005 – Arpa Emilia)



### 3.3.5 Ozono (O<sub>3</sub>)

L'ozono<sup>5</sup> è un gas tossico di colore bluastro, costituito da molecole instabili formate da tre atomi di ossigeno (O<sub>3</sub>); queste molecole si scindono facilmente liberando ossigeno molecolare (O<sub>2</sub>) ed un atomo di ossigeno estremamente reattivo (O<sub>3</sub> → O<sub>2</sub>+O). Per queste sue caratteristiche l'ozono è quindi un energico ossidante in grado di demolire sia materiali organici che inorganici.

L'ozono è presente per più del 90% nella stratosfera (la fascia dell'atmosfera che va dai 10 ai 50 Km di altezza) dove viene prodotto dall'ossigeno molecolare per azione dei raggi ultravioletti solari. In stratosfera costituisce una fascia protettiva nei confronti delle radiazioni UV generate dal sole.

Per effetto della circolazione atmosferica viene in piccola parte trasportato anche negli strati più bassi dell'atmosfera (troposfera), nei quali si forma anche per effetto di scariche elettriche durante i temporali. La troposfera (0 – 16 Km) è la parte dell'atmosfera che più ci interessa in quanto è il luogo della vita: tutte le piante e tutti gli esseri umani vivono in essa, utilizzando alcuni dei gas che la costituiscono.

Nella troposfera l'ozono rappresenta un inquinante secondario di tipo fotochimico particolarmente insidioso, la cui principale sorgente è il biossido di azoto che in presenza della luce solare dà origine per fotolisi all'ossigeno atomico (che

<sup>5</sup> <http://www.nonsoloaria.com/index.htm>, <http://www.nonsoloaria.com/inaprin.htm>, sito dedicato all'inquinamento dell'aria;  
<http://www.ermesambiente.it/rsa2004/data/home.htm> - Relazione sullo stato dell'ambiente della Regione Emilia Romagna, anno 2004;

produce l'ozono reagendo con l'ossigeno molecolare). Al ciclo partecipano attivamente anche i composti organici volatili presenti nell'aria, fra i quali anche i terpeni liberati dai vegetali.

La produzione antropica di ozono è, quindi, indiretta dato che questo gas si origina a partire da molti inquinanti primari le cui sorgenti sono il traffico automobilistico, i processi di combustione, l'evaporazione dei carburanti, l'uso dei solventi.

Nella troposfera la concentrazione di ozono può variare molto a seconda della zona geografica considerata, dell'ora, del periodo dell'anno, delle condizioni climatiche, della direzione e velocità del vento, del grado di inquinamento primario.

L'ozono ha un basso gradiente spaziale e si diffonde anche a grande distanza dal punto di generazione, risultando ubiquitario.

La concentrazione di fondo alle nostre latitudini varia fra 0.03 e 0.07 ppm, anche se nell'ultimo secolo è praticamente raddoppiata; nelle zone industriali ed urbane aumenta al ritmo dell'1-2 % all'anno<sup>6</sup>.

Nelle aree urbane i livelli massimi di concentrazione si verificano in genere verso mezzogiorno e sono preceduti, nelle prime ore del mattino, da concentrazioni massime di ossidi di azoto e di idrocarburi rilasciati dal forte traffico dei veicoli all'inizio della giornata (precursori); dopo le ore 18 di solito questi valori scendono e raggiungono i minimi durante la notte a testimonianza dell'importanza della luce nella produzione dell'ozono.

Le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno, per la forte insolazione; le condizioni di alta pressione e di scarsa ventilazione favoriscono inoltre il ristagno degli inquinanti ed il loro accumulo.

Il particolare comportamento dell'ozono determina anche il diverso modo di monitorarlo rispetto agli altri inquinanti. Il vento trasporta l'ozono dalle aree urbane verso le zone suburbane e rurali, dove la ridotta presenza di inquinanti riducenti come il monossido di azoto, rende l'ozono più stabile. Il monitoraggio corretto di questo inquinante va fatto quindi nelle località più periferiche della città e nei parchi, dove l'ozono raggiunge i valori più alti

Gli effetti sull'uomo di una eccessiva esposizione all'ozono riguardano essenzialmente l'apparato respiratorio e gli occhi; da segnalare anche l'azione nociva nei confronti della vegetazione (clorosi e necrosi fogliare e ridotto accrescimento a livello di organismo) e quella distruttiva nei confronti dei materiali.

**PROVINCIA DI FERRARA**  
**Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria**

Per le valutazioni sull'ozono si fa riferimento al recente D.Lgs.183/2004.

Per l'ozono la normativa individua: valori bersaglio, obiettivi a lungo termine, soglie.

Per **valore bersaglio** s'intende quel 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.

Per **obiettivo a lungo termine** è invece da intendersi 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.

Il monitoraggio dell'ozono è effettuato nelle centraline della rete fissa di Mizzana, Via Bologna e Gherardi.

Riguardo ai dati misurati nella stazione di Via Bologna e Gherardi per l'anno 2002, problemi tecnici rilevanti hanno reso poco significativo l'insieme dei dati dell'intero

<b>Valore bersaglio per il 2010</b>	Protezione salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera (a)	120 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (b)
	Protezione vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18 000 µg/m <sup>3</sup> · h come media su 5 anni (b)
<b>Obiettivo a lungo termine</b>	Protezione salute umana	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile	120 µg/m <sup>3</sup>
	Protezione vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/m <sup>3</sup> · h
<b>Soglie</b>	Informazione	Media di 1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>
	Allarme	Media di 1 ora per 3 ore consecutive	240 µg/m <sup>3</sup>

(a) La massima concentrazione media su 8 ore rilevata in un giorno è determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è assegnata al giorno nel quale la stessa termina; conseguentemente, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per ogni giorno è quella compresa tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso.

(b) Se non è possibile calcolare la media i 3 o 5 anni in quanto non è disponibile un insieme completo di dati relativi a più anni consecutivi, i dati annuali minimi necessari per la verifica della rispondenza ai valori bersaglio sono i seguenti: - per il valore bersaglio per la protezione della salute umana, i dati validi relativi ad un anno, - per il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, i dati relativi a 3 anni.

anno, che perciò sono stati esclusi dalle valutazioni di merito e dalle rappresentazioni grafiche.

Le rappresentazioni del giorno tipo e delle medie mensili che seguono, evidenziano quanto specificato e illustrato precedentemente circa il processo di

<sup>6</sup> <http://www.nonsoloaria.com/igpotdi.htm>

PROVINCIA DI FERRARA  
 Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

formazione di tipo fotochimico dell'inquinante: infatti le concentrazioni risultano più elevate nelle ore pomeridiane della giornata poco dopo le ore di massima insolazione, e nei mesi primaverili – estivi caratterizzati da un maggiore numero di giorni in cui è maggiormente riscontrabile l'azione della luce solare.

Fig.3.38: O3 - Giorno tipo, anno 2005

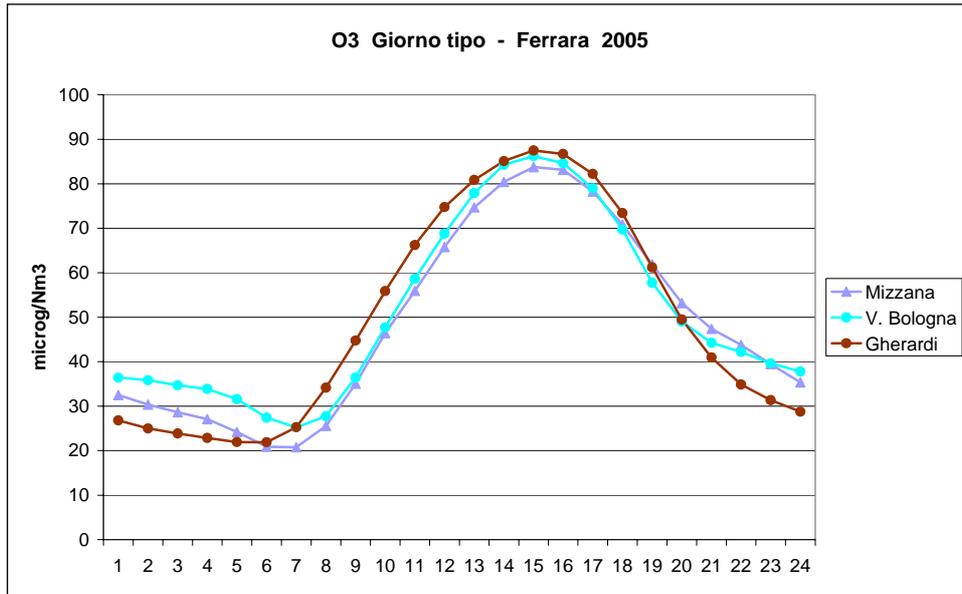
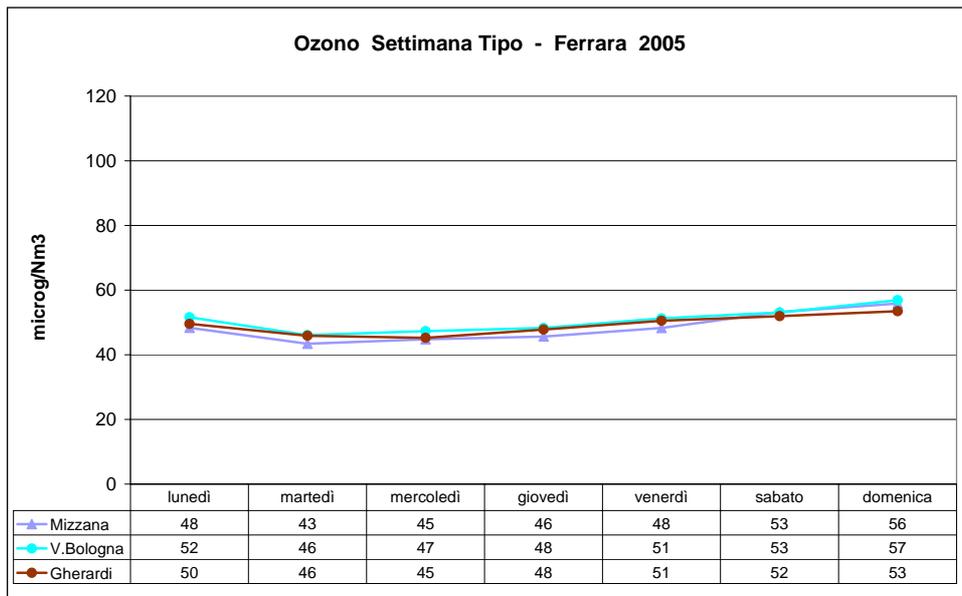


Fig.3.39: O3 - Settimana tipo, anno 2005



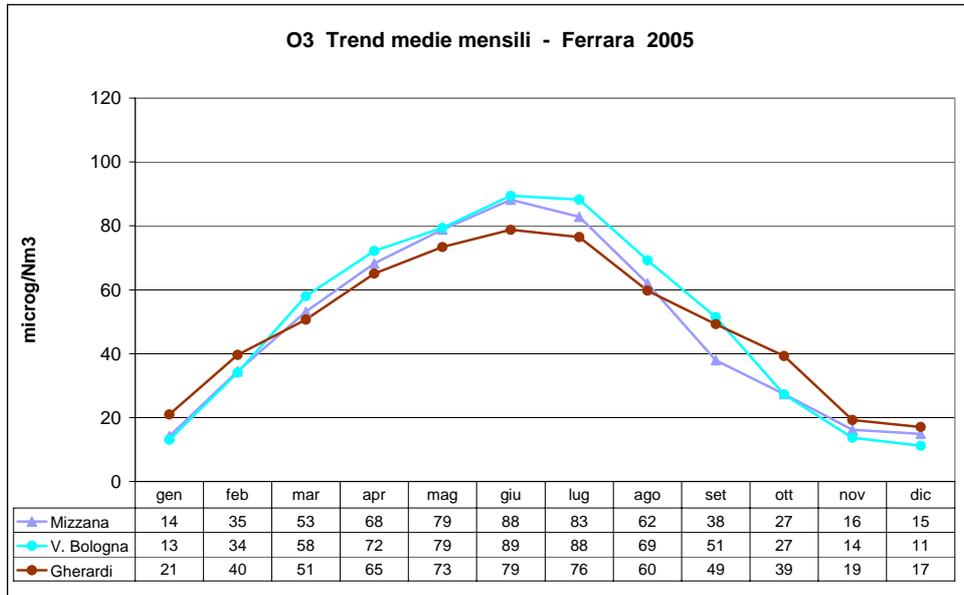
E' anche interessante rilevare che le settimane tipo per l'ozono e per il biossido d'azoto sono complementari. Si ha cioè che la domenica è il giorno in cui si verifica il massimo per l'ozono e il minimo per il biossido d'azoto, mentre la situazione è invertita

PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

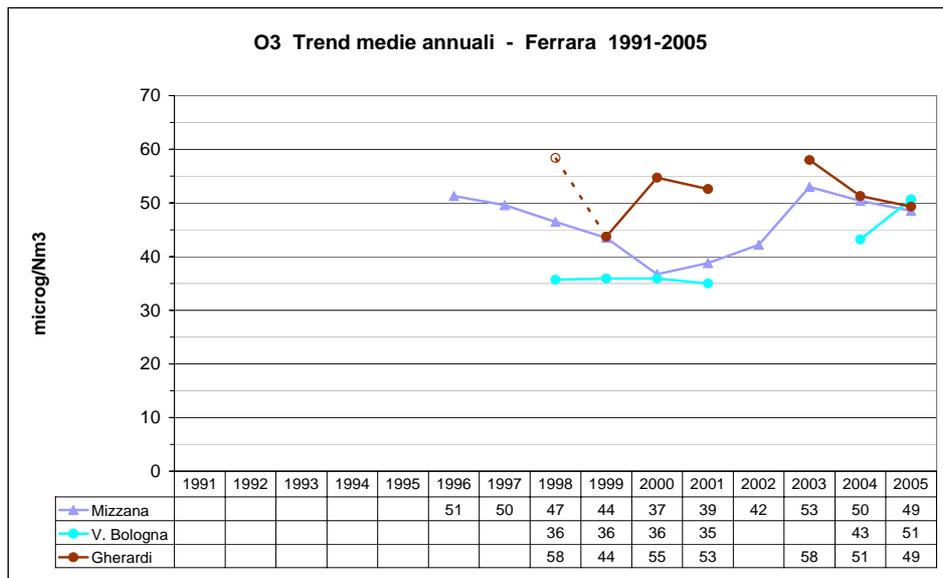
nei giorni centrali della settimana; questo conferma il fatto, già noto, che vi è una competizione tra O<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub>.

Le concentrazioni delle ore caratterizzate da una maggiore insolazione del giorno tipo di Gherardi risultano superiori a quelle registrate dalle altre due stazioni, mentre il confronto delle medie mensili rivela concentrazioni medie maggiori per le stazioni di Mizzana e Via Bologna nei mesi primaverili ed estivi.

*Fig.3.40: O<sub>3</sub> - Medie mensili, anno 2005*

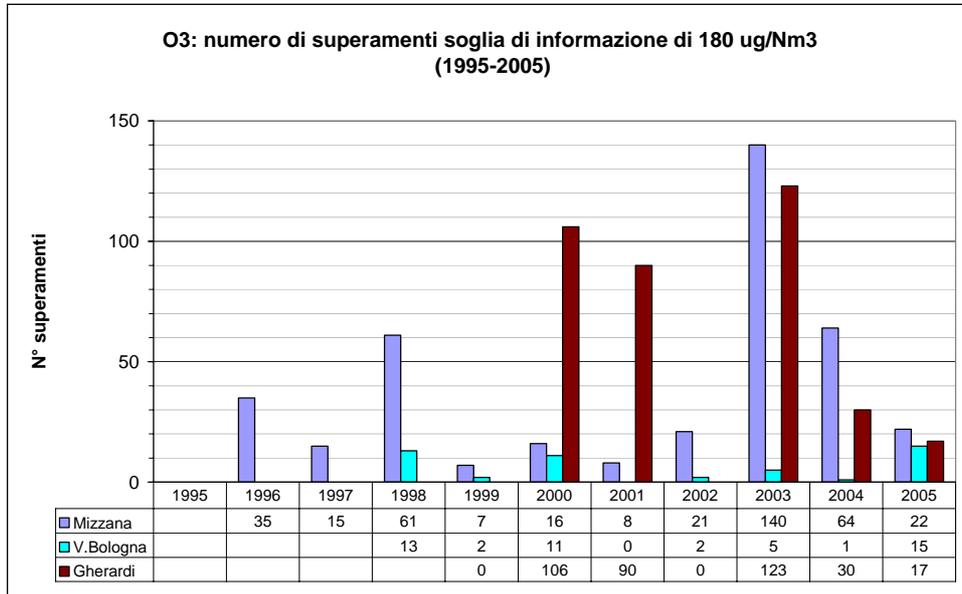


*Fig.3.41: O<sub>3</sub> - Trend medie annuali, 1991 - 2005*



D'estate i valori superano ripetutamente i limiti normativi, perfino nella stazione di fondo a Gherardi.

Fig.3.42: O3 – Superamenti della soglia di informazione di 180 µg/Nm<sup>3</sup>, 1995 – 2005



Per quanto riguarda il confronto con i limiti del D.Lgs.183/2004, si hanno superamenti della "soglia d'informazione" che per le centraline di Mizzana e Gherardi hanno raggiunto il massimo numero nel 2003, anno che si è contraddistinto per la sua estate particolarmente calda. Il numero dei superamenti di queste due centraline ha un trend decrescente negli ultimi 3 anni.

Nelle campagne con il mezzo mobile, i valori di Mizzana si sovrappongono perfettamente con quelli rilevati nello stesso periodo dalla vicina stazione fissa, quelli di Barco (non monitorato routinariamente per l'ozono) si situano a livello di quelli di Mizzana, quelli di Cassana risultano inferiori.

Va notato come il numero di superamenti dei valori limite sia un elemento di criticità comune a tutto il territorio regionale (Fig. 3.43).

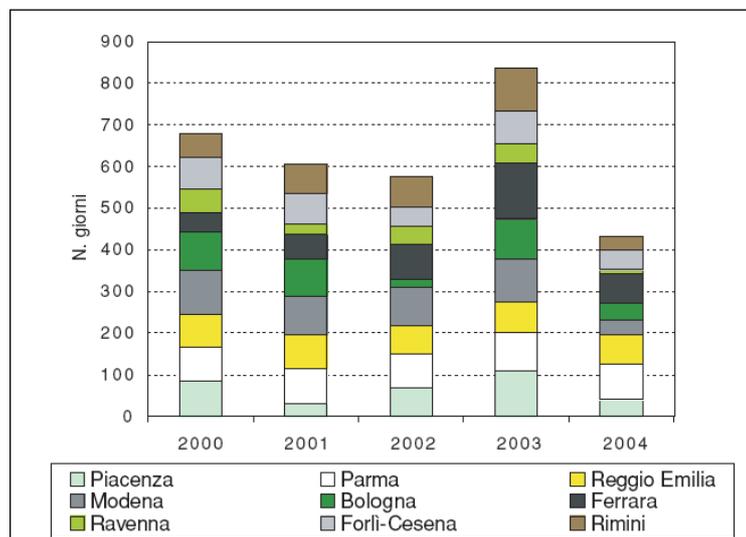
In generale è comunque da evidenziare, dopo la crescita anomala avutasi nel 2003, un andamento di costante calo negli ultimi 5 anni del numero di superamenti della soglia di informazione alla popolazione, pari a 180 µg/Nm<sup>3</sup>.

Circa la protezione della vegetazione (AOT40), le stazioni di tipo rurale/suburbano mostrano il superamento dei valori bersaglio previsti. L'AOT40 rappresenta la somma delle eccedenze orarie del valore di 40 ppb (80 µg/Nm<sup>3</sup>) nel periodo maggio-luglio tra le ore 8 e le 20 di ogni giorno, configurando l'esposizione cumulata all'ozono al di sopra della soglia di concentrazioni di 40 ppb per recettori sensibili (colture agrarie).

PROVINCIA DI FERRARA  
 Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

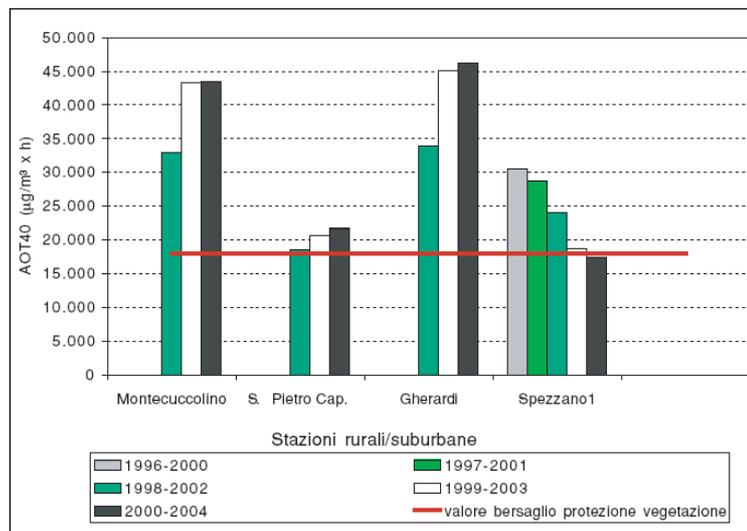
**Fig.3.43: O<sub>3</sub> – Regione Emilia Romagna - Giorni con almeno un superamento di un limite di legge orario (180 µg/Nm<sup>3</sup>) e sulle 8 ore (110 µg/Nm<sup>3</sup>)**

(Fonte: "Annuario regionale dei dati ambientali, edizione 2005 – Arpa Emilia Romagna)



**Fig.3.44: O<sub>3</sub> – Regione Emilia Romagna - AOT40 per stazioni di fondo e suburbane confrontato con il valore bersaglio per la protezione della vegetazione (18.000 µg/Nm<sup>3</sup> x h)**

(Fonte: "Annuario regionale dei dati ambientali, edizione 2005 – Arpa Emilia Romagna)



### 3.3.6 Particolato (PM10)

Per particolato atmosferico<sup>7</sup> si intende un insieme complesso di particelle solide e liquide, minerali ed organiche con composizione e morfologia che variano significativamente nel tempo e nello spazio, che possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi.

Il particolato atmosferico è caratterizzato da due aspetti fondamentali:

- Dimensioni → da 0.1 a 100 micron circa (spessore di un capello umano ≈100 µm)
- Composizione chimica → componente organica ed inorganica

che ne determinano il comportamento aerodinamico, in particolare il tempo di residenza nell'aria e le regioni del sistema respiratorio in cui le particelle vengono depositate

Il particolato si origina generalmente sia da fonti antropiche che da fonti naturali. Sia quelle antropiche che quelle naturali possono dar luogo a particolato primario (emesso direttamente nell'atmosfera) o secondario (formatosi in atmosfera attraverso reazioni chimiche) come viene riassunto nelle tabelle seguenti per il particolato fine e per quello grossolano.

Il particolato con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron (PM10) è un inquinante sia primario che secondario, a basso gradiente spaziale: è quindi ubiquitario e si può diffondere anche a grande distanza dalla fonte di generazione, soprattutto la frazione più fine. Per queste ragioni, studi recentissimi hanno confermato il rilevamento di concentrazioni giornaliere sostanzialmente sovrapponibili a distanze anche "consistenti", fatte salve disomogeneità meteorologiche di rilievo.

Le centraline per la misura di PM10 sono a Ferrara e a Gherardi. La normativa impone due valori limite VL (vedi le due figure di seguito, contenenti anche i corrispondenti margini di tolleranza MT).

---

<sup>7</sup><http://www.liberiamolara.it/polveri.asp>  
<http://www.epa.gov/oar/particlepollution/index.html>  
<http://www.arpa.veneto.it/>

Fig.3.45: PM10 -Valori limite in  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  come media delle 24 ore da non superare più di 35 volte nell'arco dell'anno

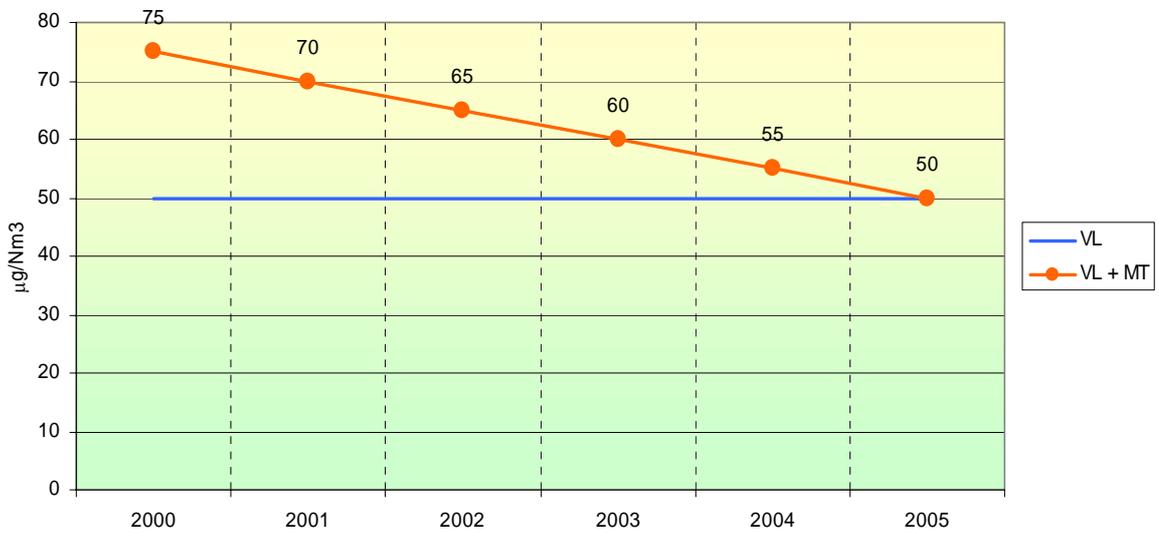
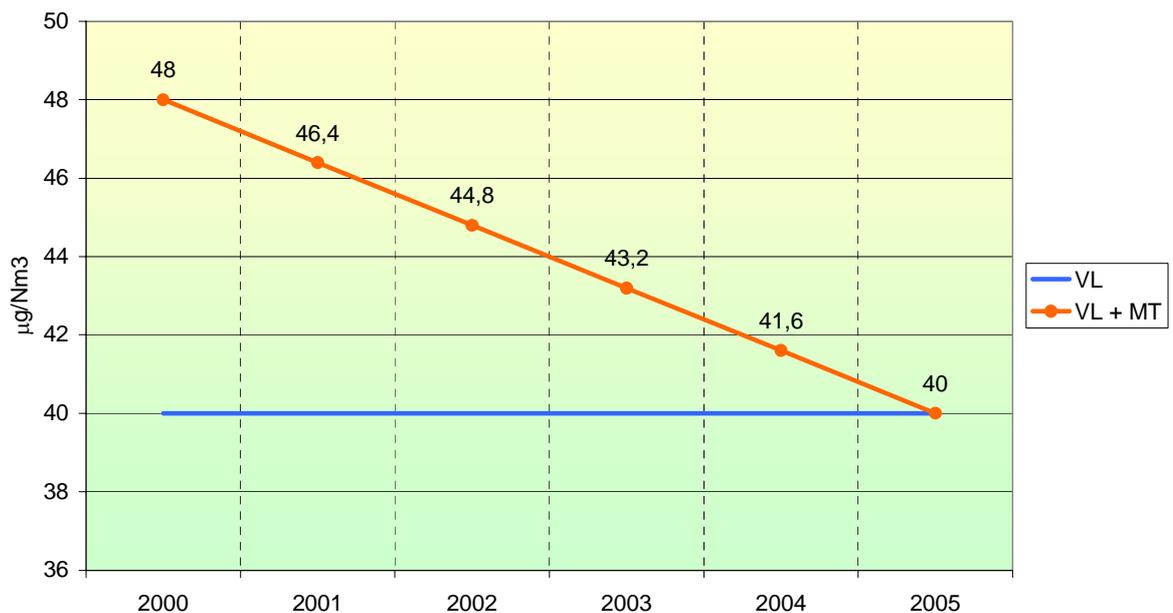


Fig.3.46: PM10 -Valori limite in  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  come media annua



Gli analizzatori del capoluogo forniscono un dato medio giornaliero, quello di Gherardi anche i singoli dati orari.

Per il PM10 quindi sono riportate le elaborazioni relative alla settimana tipo, l'andamento delle medie mensili e il trend annuale, il numero dei superamenti del limite giornaliero.

Nei grafici seguenti, oltre alle concentrazioni delle 3 centraline è rappresentata anche la media dell'agglomerato, che coincide con il comune di Ferrara, ossia è la media delle stazioni di San Giovanni e Corso Isonzo.

PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

Le concentrazioni ottenute per i diversi giorni della settimana tipo, mostrano un andamento analogo per tutte le centraline, con un trend di lieve calo nei giorni di sabato e domenica e una lieve riduzione nel giorno del giovedì. Questa particolare fenomenologia è da approfondirsi con ulteriori studi ed elaborazioni mirati a specifici periodi dell'anno particolarmente critici per l'inquinamento atmosferico, mettendoli anche a confronto con dati puntuali dei flussi di traffico in prossimità delle principali strade di accesso all'area urbana del comune di Ferrara.

Dal grafico si può osservare che la centralina di fondo suburbano di Gherardi misura concentrazioni giornaliere intorno ai 20  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ . I valori medi di tutte le centraline e della media dell'agglomerato risultano inferiori al "valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana", pari a 50  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , previsto dalla normativa vigente.

Le medie mensili risultano elevate nei mesi invernali per tutte le centraline, in particolare nei mesi da novembre a marzo compresi.

*Fig.3.47: PM10 – Settimana tipo, anno 2005*

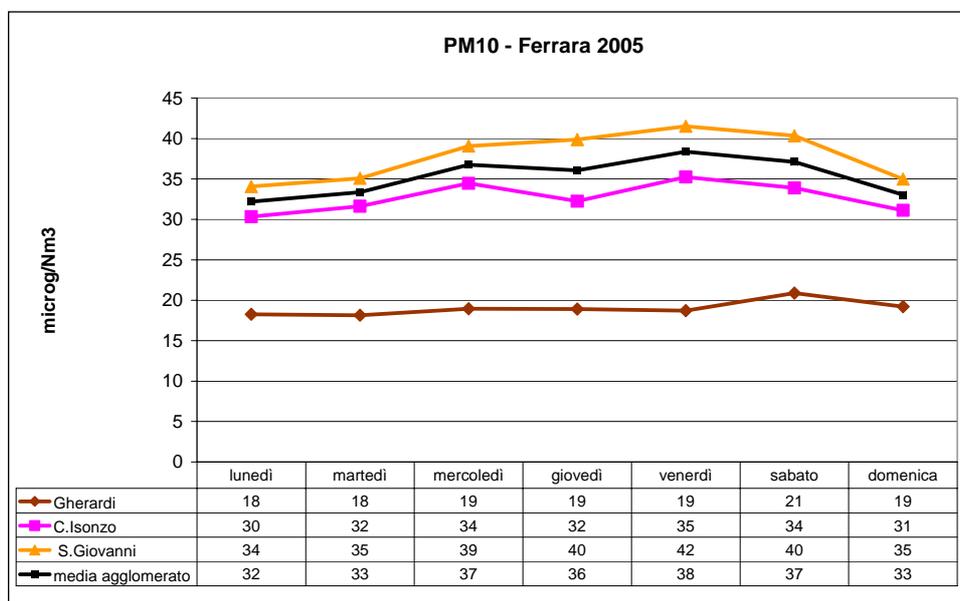


Fig.3.49: PM10 – Trend medie annuali, 1991 – 2005

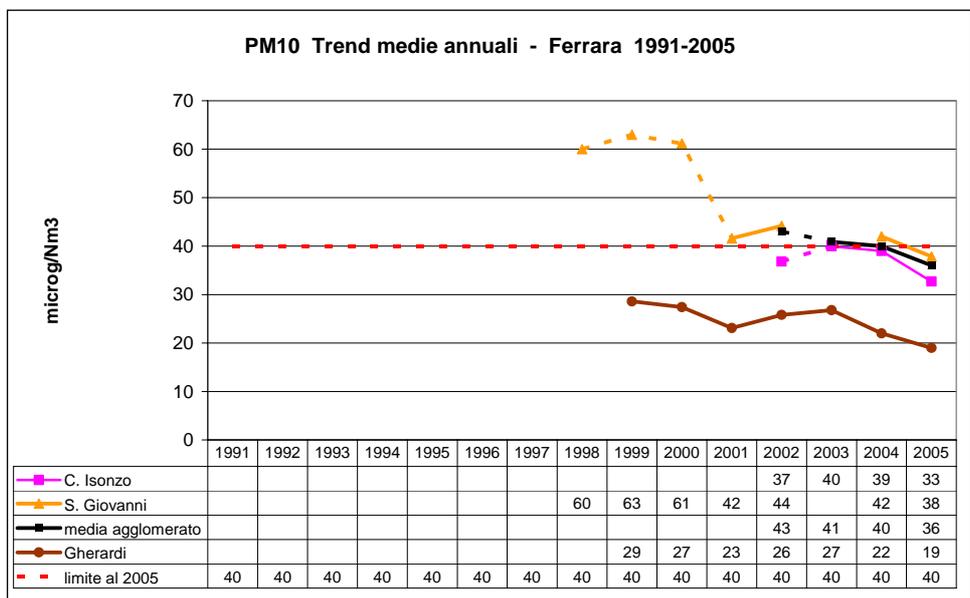
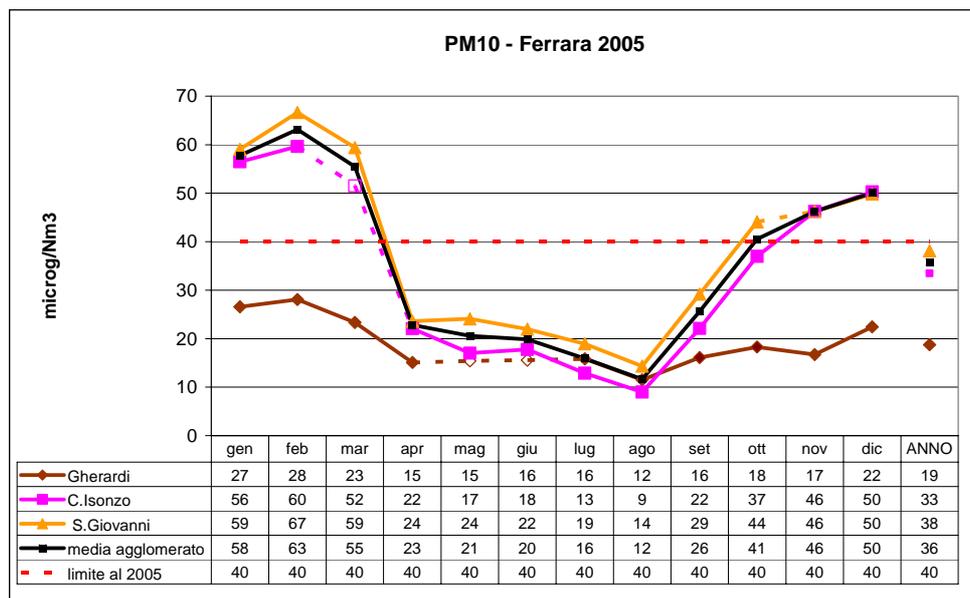
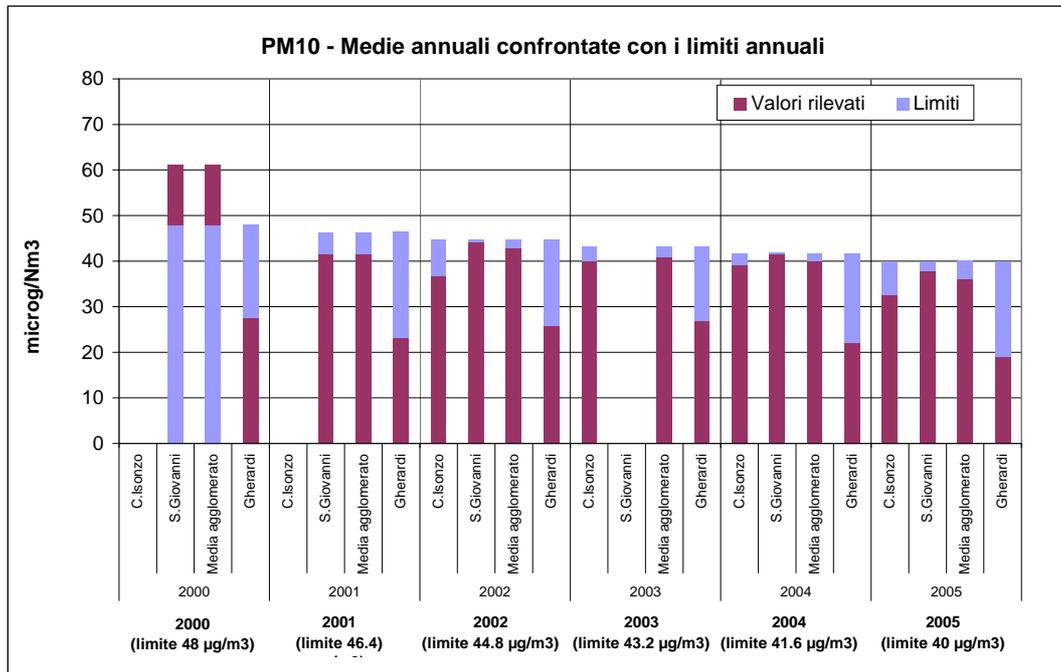


Fig.3.48: PM10 – Medie Mensili, anno 2005



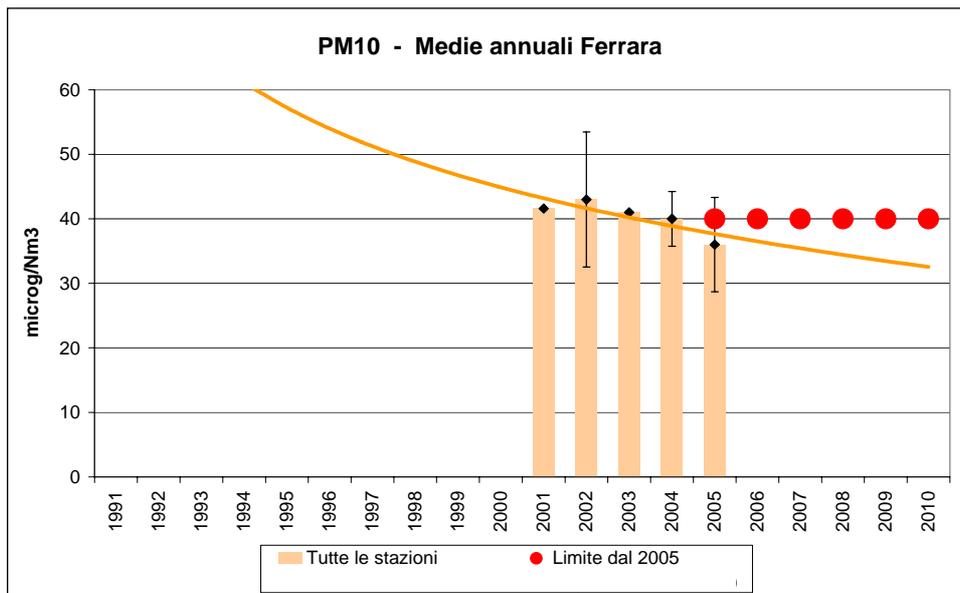
Il “valore limite annuale per la protezione della salute umana” previsto dal DM 60/2002 per l'anno 2005 è fissato a 40  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  e viene rispettato in tutte le stazioni, sia nell'agglomerato che all'esterno, anche se con un margine ridotto. Anche il trend degli ultimi tre anni appare in leggero calo e anche se è ancora troppo presto per formulare delle ipotesi al proposito, non vi sono evidenze di particolari influenze delle condizioni meteo su tale andamento.

Fig.3.50: PM10 – Trend medie annuali a confronto con il limite di legge + MT, 2000 – 2005



Una previsione del trend futuro per le stazioni di Ferrara, stimato in base agli andamenti degli ultimi anni, porta a medie annuali attese in graduale diminuzione, che sembrerebbero confermare una ipotesi di rispetto del limite annuale (Fig.3.51).

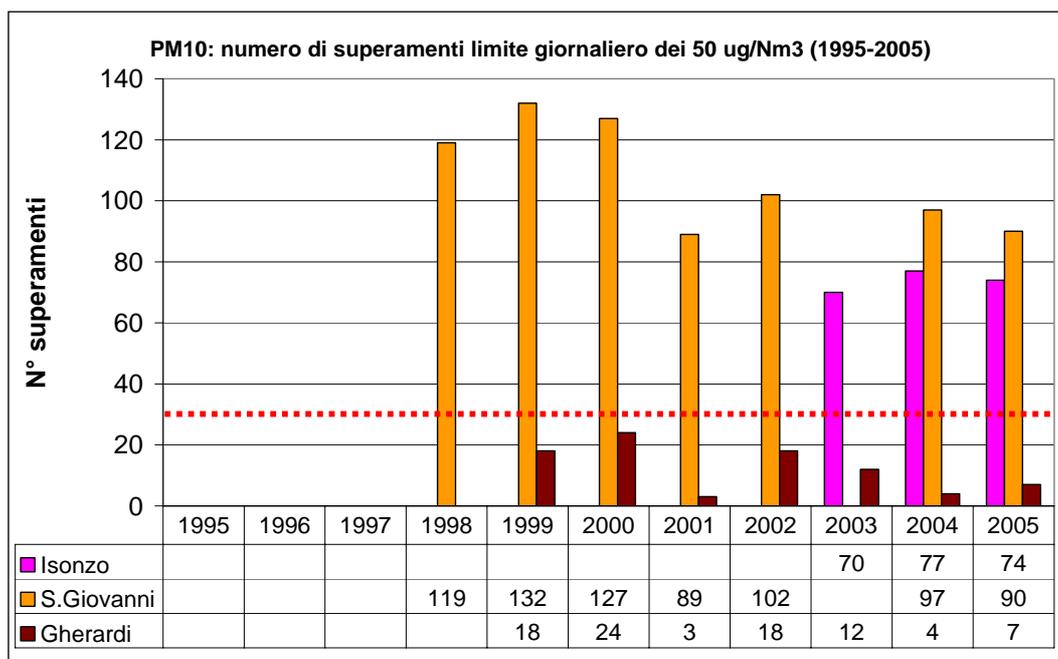
Fig.3.51: PM10 – Trend medie annuali e previsioni



Diversamente da quanto si è appurato circa il rispetto del limite come media annuale e il trend in diminuzione dei valori medi annui a partire dall'anno 2003, se si considera il numero dei superamenti del "valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana", fissato a  $50 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , è evidente una situazione decisamente critica e relativamente stabile, con un numero di superamenti registrati superiori al doppio del consentito (Fig.3.52).

Il numero dei superamenti del limite giornaliero che si riscontra nelle centraline della città, in concomitanza con il trend in calo delle medie annuali, evidenzia ancora una volta che le criticità maggiori per il PM10 sono legate agli episodi acuti di inquinamento.

**Fig.3.52: PM10 – Superamenti del "valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana"**



Il grafico seguente (fig.3.53), che rappresenta le medie giornaliere dell'ultimo biennio, indica chiaramente i numerosi superamenti del limite per la protezione della salute, concentrati soprattutto nel periodo invernale.

Va notato come il numero dei superamenti del limite giornaliero sia un elemento di criticità comune a tutto il territorio regionale.

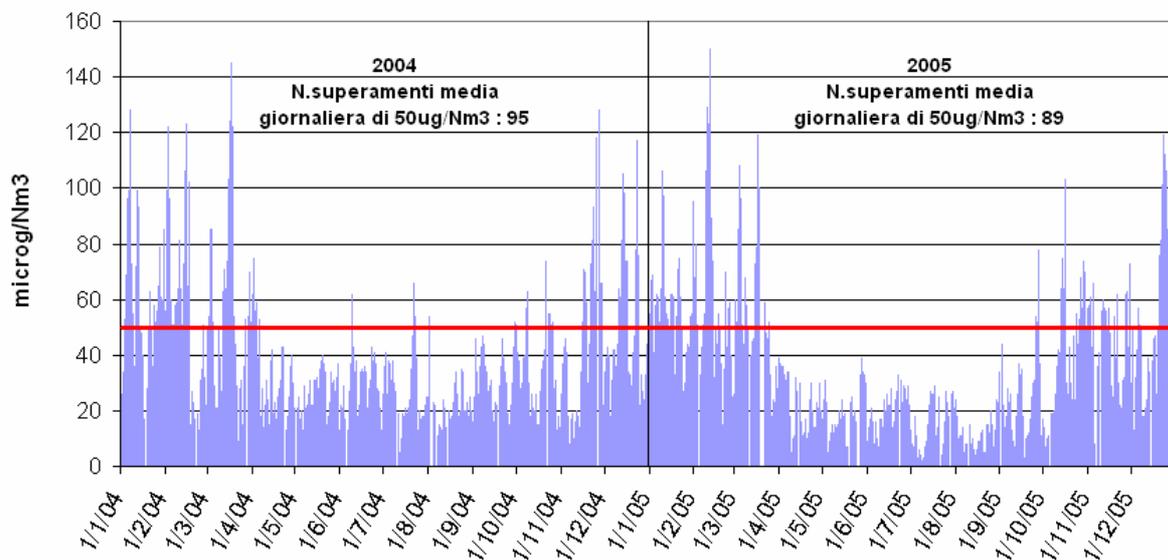
I dati rilevati evidenziano come nel 2004 il numero di giorni con il superamento del valore limite per la protezione della salute umana più il margine di tolleranza relativo all'anno medesimo, per un valore effettivo di  $55 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , risulti ovunque abbondantemente sopra i 35 giorni, massimo di giornate consentito in un anno (Fig.

PROVINCIA DI FERRARA  
Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

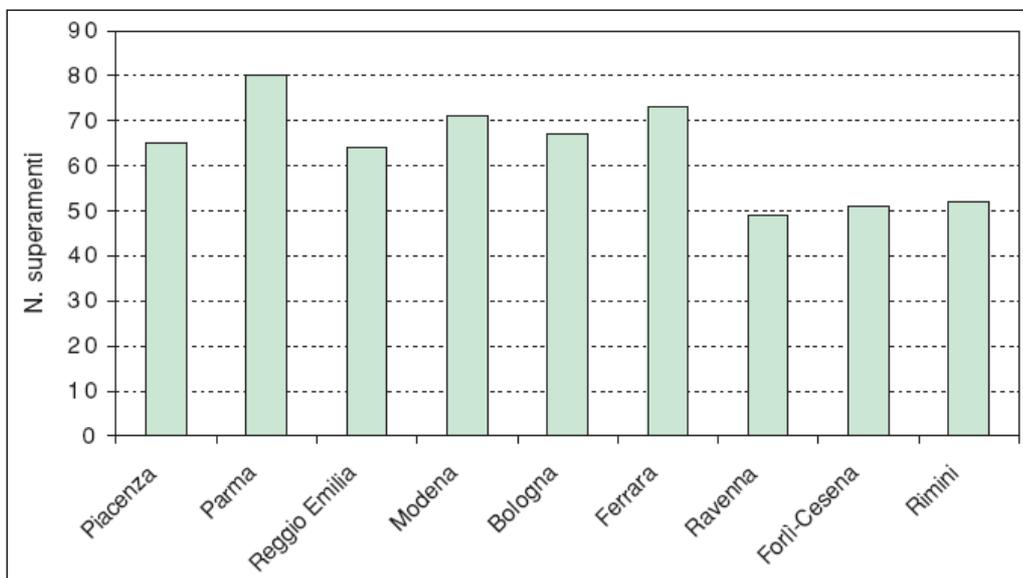
3.54). Nel contempo però l'andamento della media annuale risulta in costante discesa, almeno per quanto riguarda la lettura regionale (Fig. 3.55).

E' quindi interessante notare come le criticità maggiori emergano dagli episodi acuti di inquinamento da PM10, limite giornaliero, anche se, ricordando che si è scelta una lettura media del territorio a livello provinciale, questo non esclude la presenza di criticità specifiche relative alle medie annuali in alcuni punti di misura previsti dalla rete.

**Fig.3.53: PM10 – Medie giornaliere dell'aalomerato di Ferrara, anni 2004 – 2005**



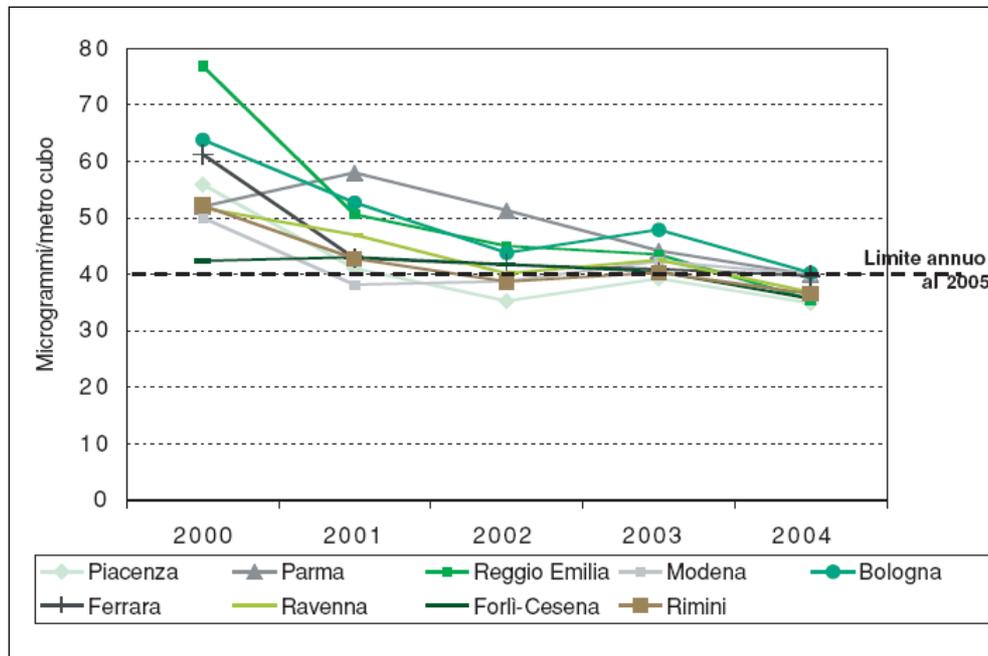
**Fig.3.54: PM10, Regione Emilia Romagna**  
*Superamenti del limite giornaliero per la protezione della salute umana + il margine di tolleranza al 2004 (55 µg/Nm<sup>3</sup>)*  
(Fonte: "Annuario regionale dei dati ambientali, edizione 2005 – Arpa Emilia Romagna)



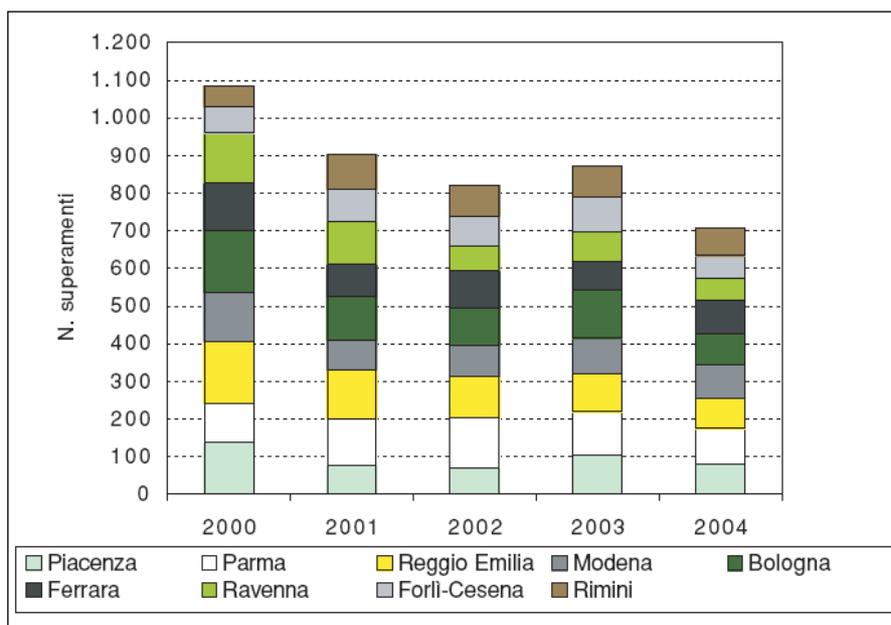
PROVINCIA DI FERRARA  
 Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria

**Fig.3.55: PM10, Regione Emilia Romagna**  
**Medie annuali, anni 2000 - 2004**

(Fonte: "Annuario regionale dei dati ambientali, edizione 2005 - Arpa Emilia Romagna)



**Fig.3.56: PM10, Regione Emilia Romagna**  
**Superamenti del limite giornaliero per la protezione della salute umana al 2005 (50 µg/Nm³)**



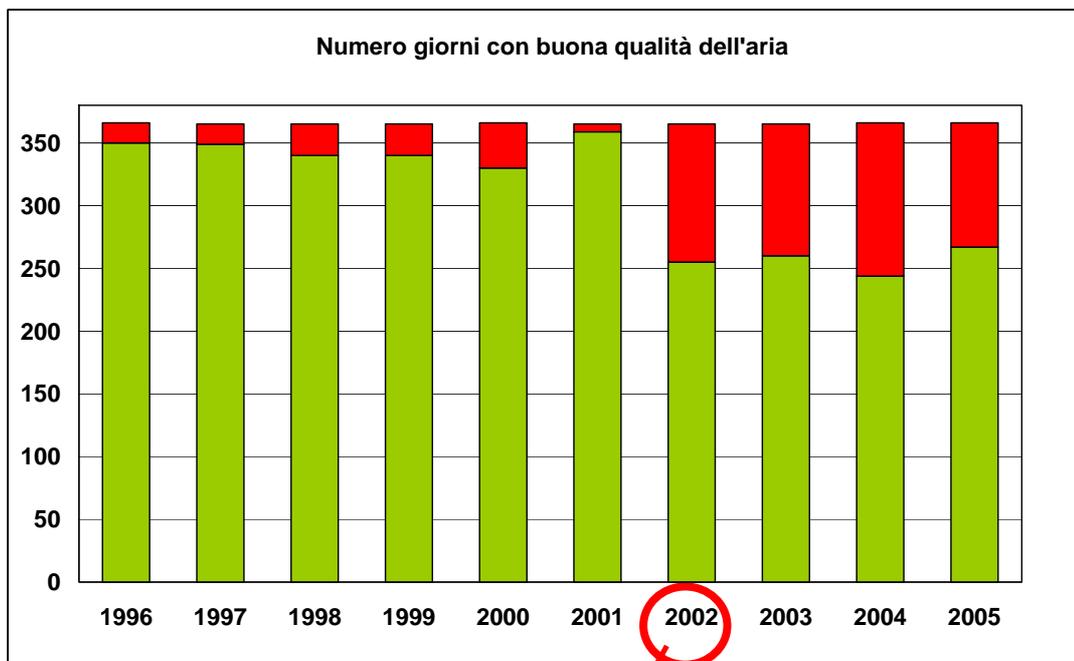
## Un indicatore: i giorni con buona qualità dell'aria

Si tratta di un indicatore compreso nel *core set* individuato dall'Agencia Europea per l'Ambiente e da Agenda 21 Locale di Ferrara e si riferisce al numero di giorni in cui **in nessuna delle centraline urbane per nessun inquinante è stato superato il valore limite previsto dalla normativa italiana.**

Tale indicatore si costruisce sulla base delle concentrazioni giornaliere registrate nelle stazioni urbane dai seguenti inquinanti: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO), polveri sospese < 10 micron (PM<sub>10</sub>). La Fig. 49 riporta in verde il numero di giorni con buona qualità dell'aria.

Si osservi che, a seguito del recepimento delle direttive comunitarie, nel 2002 è stato modificato il criterio di giudizio relativamente al particolato sospeso, il quale, in accordo con la nuova normativa, prevede un limite per il PM<sub>10</sub> in sostituzione di quello per il Particolato Totale Sospeso (PTS). Poiché per il PM<sub>10</sub> la legge prevede oggi limiti più restrittivi in rapporto a quelli che erano in vigore per le PTS, ne è derivato un peggioramento del giudizio complessivo di qualità dell'aria. **Negli ultimi anni, i giorni di cattiva qualità dell'aria sono dipesi dalle concentrazioni elevate di PM<sub>10</sub> d'inverno e di ozono d'estate.**

Fig.3.57: PM<sub>10</sub> - numero di giorni con buona qualità



**ATTENZIONE: dal 2002 la concentrazione di PTS è stata sostituita con quella di PM<sub>10</sub>**