

**ARPAT**

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

**DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA**

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

**RETE DI RILEVAMENTO  
DELLA QUALITÀ DELL'ARIA  
DELLA PROVINCIA DI LUCCA  
Anno 2004**

OTTOBRE 2005

**Il Responsabile**  
**Dipartimento Arpat di Lucca**  
*Dott. Marco Pellegrini*



<b>Cap. 1 La normativa in materia di qualità dell'aria</b>	<b>2</b>
<b>Cap.2 La rete di monitoraggio</b>	<b>14</b>
<b>L'analisi dei dati dell'anno 2004</b>	<b>16</b>
<b>Biossido di zolfo</b>	<b>20</b>
<b>Biossido di azoto e Ossidi di azoto</b>	<b>23</b>
<b>Monossido di Carbonio</b>	<b>27</b>
<b>Benzene</b>	<b>32</b>
<b>Ozono</b>	<b>34</b>
<b>PM10</b>	<b>40</b>
<b>Episodi acuti</b>	<b>44</b>
<b>Conclusioni</b>	<b>44</b>
<b>Andamenti temporali degli inquinanti monitorati.</b>	<b>46</b>



## Cap. 1 La normativa in materia di qualità dell'aria

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

Negli anni ottanta vengono introdotti i valori limite, dal DPCM 28 marzo 1983 n. 30, tali livelli sono identificabili come limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni degli inquinanti direttamente rilevabili nell'ambiente esterno e come limiti massimi di esposizione, dati dal prodotto delle concentrazioni per le rispettive durate temporali. Tali valori sono stati modificati dal successivo DPR n. 203/88, decreto che, recependo alcune Direttive Comunitarie in materia di inquinamento atmosferico, ha adeguato gli standard di qualità dell'aria alle disposizioni normative europee ed ha introdotto, accanto ai limiti massimi, i valori guida di qualità dell'aria (ovvero le concentrazioni da raggiungere progressivamente per garantire la massima tutela dell'ambiente e della salute umana).

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

Il D.Lgs. 351/99 introduce le seguenti definizioni:

- Livello: concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante.
- Valutazione: impiego di metodologie per misurare, calcolare, prevedere o stimare il livello di un inquinante nell'aria ambiente.
- Valore limite (VL): livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato.
- Valore obiettivo: livello fissato al fine di evitare, a lungo termine, ulteriori effetti dannosi



sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto per quanto possibile nel corso di un dato periodo.

- Soglia di allarme: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire a norma del D.Lgs. 351/1999.
- Margine di tolleranza (MT): percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dal D.Lgs. n. 351/1999.
- Soglia di valutazione superiore (SVS): livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.
- Soglia di valutazione inferiore (SVI): livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Le definizioni introdotte sono finalizzate alla nuova strategia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria. Da un lato, infatti il D.Lgs. 351/99 (art. 6, comma 2), fissa i criteri per stabilire dove è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria tramite rete fissa. La misurazione è obbligatoria nelle seguenti zone:

- a) agglomerati;**
- b) zone in cui il livello, durante un periodo rappresentativo, è compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore stabilita ai sensi dell'articolo 4, comma 3, lettera c);**
- c) altre zone dove tali livelli superano il valore limite.**

Nel decreto viene inoltre stabilito in quali casi la misurazione con rete fissa può essere combinata con tecniche modellistiche e in quali altri è consentito il solo uso di modelli.

A seguito della valutazione della qualità dell'aria nelle zone (o agglomerati) possono presentarsi casi diversi, in relazione alle concentrazioni di inquinanti:



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

- il livello di uno o più inquinanti sia maggiore del valore limite aumentato del margine di tolleranza ( $\text{conc.} > \text{VL} + \text{MT}$ )
- il livello sia compreso tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza ( $\text{VL} < \text{conc.} < \text{VL} + \text{MT}$ )
- sia inferiore al valore limite ( $\text{conc.} < \text{VL}$ ).

A tali situazioni corrispondono obblighi, azioni, modalità di controllo e monitoraggio diverse:

- nel primo caso ( $\text{conc.} > \text{VL} + \text{MT}$ ) la valutazione della qualità dell'aria deve essere fatta basandosi su misurazioni e deve essere redatta la lista delle zone (e agglomerati) nei quali si è avuto il superamento. Occorre inoltre adottare un piano/programma per il raggiungimento del valore limite entro i termini stabiliti. Deve essere trasmesso al Ministero dell'Ambiente ed al Ministero della Sanità un elenco con informazioni circa i superamenti, i piani e i programmi per il raggiungimento del valore limite e l'andamento del piano o del programma in corso di attuazione con una periodicità triennale, a decorrere dalla prima comunicazione;
- anche nel secondo ( $\text{VL} < \text{conc.} < \text{VL} + \text{MT}$ ) sono obbligatorie le misurazioni, deve essere redatta la lista delle zone (e agglomerati) nei quali si è avuto il superamento; occorre adottare un piano o programma per il raggiungimento del valore limite entro i termini stabiliti;
- nel terzo caso ( $\text{conc.} < \text{VL}$ ) si deve adottare un piano di mantenimento della qualità dell'aria e trasmettere al Ministero dell'Ambiente ed al Ministero della Sanità, per il tramite dell'APAT, l'elenco delle zone e degli agglomerati..

La classificazione delle zone e degli agglomerati deve essere riesaminata almeno ogni cinque anni.



# ARPAT

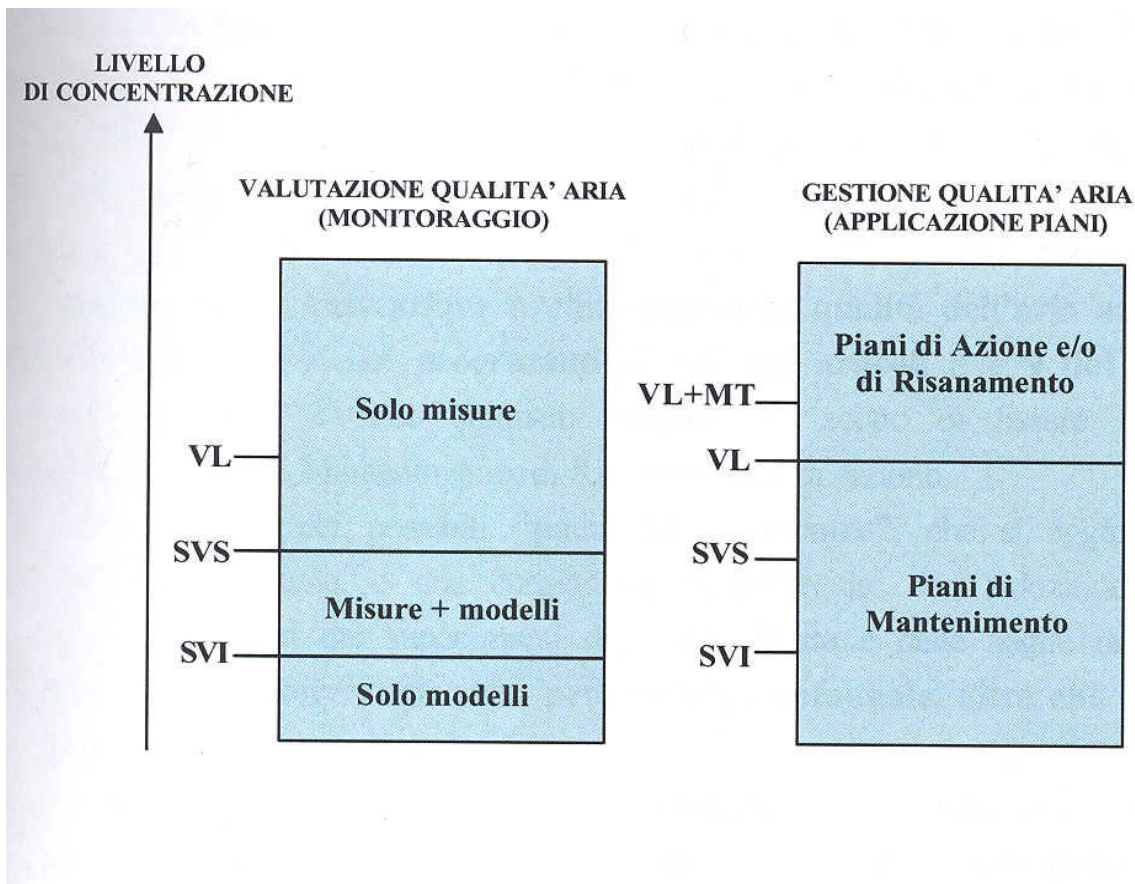
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

Figura 1: valutazione e gestione della qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs. 351/99



Parallelamente, il D.Lgs. 351/99 prevede, all'art. 5, che le regioni effettuino la valutazione preliminare della qualità dell'aria indispensabile in fase conoscitiva per individuare in prima applicazione, le zone nelle quali applicare rispettivamente i Piani di azione (art. 7 D.Lgs. 351/99), Piani di Risanamento (art. 8 D.Lgs. 351/99) e di Mantenimento (art. 9 D.Lgs. 351/99), tenendo conto delle direttive tecniche emanate con decreto del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero della Sanità il **1° ottobre 2002, n. 261**. Gli obiettivi della valutazione preliminare consistono, infatti, nell'individuazione delle zone nelle quali:

- i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme, nelle quali impiegare i Piani di Azione;
- i livelli di uno o più inquinati eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza o sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza, nelle quali applicare i Piani di Risanamento;
- i livelli degli inquinanti sono inferiori al valore limite e tali da non comportare il rischio del superamento degli stessi, nelle quali applicare i Piani di Mantenimento.

La gestione della qualità dell'aria si esplica, quindi, attraverso una pianificazione integrata a medio e lungo termine su tutto il territorio, sia nelle zone in cui sono superati i limiti al fine di raggiungere e non più superare tali limiti, sia in quelle in cui la situazione è già buona, ai fini di conservare i livelli al di sotto dei valori limite preservando la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile. E' prevista anche una pianificazione a breve termine nelle zone in cui i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme. Lo scopo è quello di passare dalla "politica" degli interventi di emergenza, realizzata quasi esclusivamente a livello comunale, ad una politica degli interventi mirata all'effettiva riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico su tutto il territorio regionale. La precedente gestione delle situazioni critiche di inquinamento finiva col penalizzare soprattutto le aree limitrofe ai comuni principali, senza portare a delle soluzioni definitive neanche per questi ultimi. Il decreto del Ministero dell'Ambiente **1 ottobre 2002, n. 261** "Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351" è stato emanato



proprio allo scopo di fissare le linee guida per la predisposizione dei Piani di Mantenimento, di Risanamento e di Azione. Il decreto individua dei possibili “pacchetti di misure”, che si aggiungono e/o modificano quelle previste anteriormente, e che consentono di perseguire una riduzione delle emissioni nelle zone in cui si sono avuti dei superamenti dei valori limite e delle soglie di allarme. Tali misure possono essere a carattere regionale, provinciale e comunale, oltre che eventuali proposte di provvedimenti a carattere nazionale.

E' con il **D.M. n. 60 del 2/4/2002** (attuazione della direttive 1999/30/CE e 2000/69/CE) che vengono introdotti per una serie di inquinanti (biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, materiale particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio) i predetti valori limite e le soglie di allarme. Recentemente, con **D. Lgs. 21/05/2004 n.183** è stata recepita dal legislatore italiano la direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria. Per il parametro ozono si individuano, come riferimento a lungo termine, i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Il valore bersaglio rappresenta il livello fissato al fine di evitare effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo (2010). L'obiettivo a lungo termine rappresenta la concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile, tramite misure progressive nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente. Per l'ozono sono definite inoltre la soglia di allarme e la soglia di informazione alla popolazione.

Poiché l'art. 38 del D.M. 60/02 prevede che “fino alla data alla quale il valore limite deve essere raggiunto, restano validi i valori limite, i livelli di protezione della salute e della vegetazione introdotti dalla normativa precedente (DPCM 28/03/83 e DPR 203/88) nella tabella che segue vengono riassunti i valori limite in vigore:





# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

<i>Inquinante</i>	<i>parametro</i>	<i>Tempo di mediazione</i>	<i>Limiti vigenti (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</i>
SO <sub>2</sub>	Valore limite di qualità	Mediana delle medie di 24 ore nel periodo dal 1/4 al 31/3	80
	Valore limite di qualità	98° percentile delle medie di 24 ore nel periodo dal 1/4 al 31/3	250
	Valore limite di qualità	Mediana delle medie di 24 ore nel periodo dal 1/10 al 31/3	130
NO <sub>2</sub>	Valore limite di qualità	98° percentile delle medie di 1 ora nel periodo dal 1/1 al 31/12	200
CO	Limite max di accettabilità (standard di qualità)	Media di 1 ora	40000
	Limite max di accettabilità (standard di qualità)	Media di 8 ore	10000
O <sub>3</sub>	Limite max di accettabilità (standard di qualità)	Concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese	200
PTS	Limite max di accettabilità (standard di qualità)	Media delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	150
	Limite max di accettabilità (standard di qualità)	95° percentile delle medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	300
Pb	Limite max di accettabilità (standard di qualità)	Media della medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	2

Per comodità si riportano nelle tabelle seguenti i valori limite e le varie soglie introdotte dal D.M. 60/02 e dal D.Lgs. n. 183/2004:



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### BIOSSIDO DI ZOLFO

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile	150 µg/m <sup>3</sup> (43%) all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 3 volte per anno civile	nessuno	1 gennaio 2005

#### VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DEGLI ECOSISTEMI

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile e inverno (1° ottobre – 31 marzo)	20 µg/m <sup>3</sup>	nessuno	19 luglio 2001

#### SOGLIA DI ALLARME PER IL BISSIDO DI ZOLFO

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

### MONOSSIDO DI CARBONIO

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

Periodo medio	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	60% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69/CE (13/12/2000). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2003 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005





# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### PIOMBO

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
anno civile	0,5 µg/m <sup>3</sup>	100% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

### PARTICELLE PM-10 (FASE 1)

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
24 ore	50 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> non superare più di 35 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub>	20% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2005	1 gennaio 2005



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### BENZENE

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere rispettato
Anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	100% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69/CE (13/12/2000). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2006 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:			
○ ○ ○ 31/12/2005		10 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2006 – 31/12/2006		9 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2007 – 31/12/2007		8 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2008 – 31/12/2008		7 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2009 – 31/12/2009		6 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2010 ○ ○ ○		5 µg/m <sup>3</sup>	

### BENZO(A)PIRENE

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

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





# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### OZONO

#### VALORI BERSAGLIO

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

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

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

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

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

#### OBIETTIVI A LUNGO TERMINE

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

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

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

#### SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLARME

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

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





# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### OSSIDI DI AZOTO

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1 ora	200 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:			
○ ○ ○ 31/12/2000		300 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2001 – 31/12/2001		290 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2002 – 31/12/2002		280 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2003 – 31/12/2003		270 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2004 – 31/12/2004		260 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2005 – 31/12/2005		250 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2006 – 31/12/2006		240 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2007 – 31/12/2007		230 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2008 – 31/12/2008		220 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2009 – 31/12/2009		210 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2010 ○ ○ ○		200 µg/m <sup>3</sup>	

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

Periodo di mediazione	Valore limite (293°K e 101.3 kPa)	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	50% del valore limite all'entrata in vigore della Direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale margine si ridurrà, a partire dal 1° gennaio 2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi fino a raggiungere il valore di 0 il 1° gennaio 2010	1 gennaio 2010
Dettaglio dei limiti in vigore nei prossimi anni con i progressivi adeguamenti:			
○ ○ ○ 31/12/2000		60 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2001 – 31/12/2001		58 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2002 – 31/12/2002		56 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2003 – 31/12/2003		54 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2004 – 31/12/2004		52 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2005 – 31/12/2005		50 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2006 – 31/12/2006		48 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2007 – 31/12/2007		46 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2008 – 31/12/2008		44 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2009 – 31/12/2009		42 µg/m <sup>3</sup>	
01/01/2010 ○ ○ ○		40 µg/m <sup>3</sup>	

#### VALORE LIMITE ANNUALE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE

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

#### SOGLIA DI ALLARME PER IL BISSIDO DI AZOTO

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



## Cap.2 La rete di monitoraggio

La rete di rilevamento della Qualità dell'aria nella Provincia di Lucca è relativamente all'anno 2004 composta da otto (8) stazioni fisse che forniscono mediante analizzatori automatici dati con cadenza temporale di un'ora.

Nella tabella 2.1 che segue è fornita una descrizione della postazione secondo la destinazione in base alla decisione 2001/752/CE e al DM 20/5/91 :

<i>Stazione</i>	<i>Tipo di zona</i> <i>Decisione 2001/752/CE</i>	<i>Tipo di stazione</i> <i>Decisione 2001/752/CE</i>	<i>Tipo di stazione</i> <i>DM 20/5/91</i>
Capannoni – Via di Piaggia	Urbana	fondo	B
Lucca – Via Passaglia	Urbana	fondo	B
Lucca – P.zza S. Micheletto	Urbana	fondo	B
Viareggio – L.go Risorgimento	Urbana	traffico	C
Viareggio – Via Maroncelli	Urbana	fondo	B
Porcari – Via Carrara	Rurale	fondo	B
Lucca – Viale Carducci	Urbana	traffico	C
Lucca - Carignano	Rurale	fondo	D

Tabella 2.1

Note:

tipo zona Decisione 2001/752/CE:

-URBANA: centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti

-SUBURBANA: periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dell'area urbana principale

-RURALE: all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

tipo stazione Decisione 2001/752/CE:

-TRAFFICO: se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)

-INDUSTRIALE: se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria

-FONDO: misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale

tipo stazione DM 20/5/91:

-A: stazione urbana localizzata in area non direttamente interessata da sorgenti di emissione urbane (parchi, isole pedonali, ecc.)

-B: stazione urbana situata in zona ad elevata densità abitativa

-C: stazione urbana situata in zona ad elevato traffico

-D: stazione situata in periferia o in area suburbana

Si riporta in tabella 2.2 gli inquinanti monitorati per ciascuna stazione di rilevamento:

Stazione	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>	Idrocarburi	BTX	CO
Capannoni – Via di Piaggia	x	x	x				x
Lucca - Carignano	x			x			
Lucca – P.zza S. Micheletto	x	x	x				
Lucca – Via Passaglia	x		x	x	x		x
Lucca – Viale Carducci	x		x			x	x
Porcari – Via Carrara	x			x	x		x
Viareggio – Via Maroncelli	x		x	x			x
Viareggio – L.go Risorgimento			x				x

Tabella 2.2





## L'analisi dei dati dell'anno 2004

Il DMA 60/2002 fissa fra l'altro degli obiettivi per la qualità dei dati, sia per quanto concerne l'incertezza di misura, sia per quanto concerne la raccolta minima dei dati, raggiungibili quanto prima dai gestori delle reti di monitoraggio.

Al momento non è possibile, a livello locale, determinare l'incertezza di misura dei vari analizzatori in relazione agli obiettivi di qualità fissati dal decreto. Arpat ha però attivato a livello regionale, presso il Dipartimento di Livorno, un centro regionale di riferimento per il controllo e l'assicurazione di qualità dei dati prodotti dalle reti di monitoraggio della qualità dell'aria ed in futuro sarà quindi possibile svolgere anche tale verifica.

In tabella 2.3 sono riportati i rendimenti annui delle varie stazioni, per ciascun inquinante monitorato. Il rendimento strumentale è calcolato come percentuale di dati generati e validati, rispetto al totale teorico (al netto delle ore dedicate alla calibrazione automatica degli analizzatori).

Il DMA 60/2002 (allegato X) fissa un obiettivo di qualità per la raccolta minima dei dati pari al 90%.

Stazione		PERIODO 01/01/2004 - 31/12/2004: percentuale per analizzatore						
		NOx	SO2	CO	O3	HC	BTX	PM10
Lucca	S. Micheletto	88.0	98.0					91.8
Lucca	Viale Carducci		97.2	95.8			83.3	78.8
Lucca	Via Passaglia*		97.6	97.5	93.2	85.2		68.2
Lucca	Carignano		97.1		ns			
Viareggio	L.go Risorgimento			87.4				76.3
Viareggio	Via Maroncelli	nd	96.9	88.3	ns			99.7
Capannori	Via Di Piaggia	ns	96.9	94.6				76.1
Porcari	Via Carrara		92.	93.3	96.0	29.2		

Tabella 2.3

**NOTE:**

- Stazione di Carducci: lo strumento dell'SO<sub>2</sub> è entrato in funzione il 03/03/04,
- Stazione di Passaglia: lo strumento del CO è entrato in funzione il 20/01/04,  
lo strumento degli HC è entrato in funzione il 28/01/04,  
la cabina è stata dismessa il 30/06/04,



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

- Stazione di Viareggio Via Maroncelli: lo strumento dell'NOx non ha mai lavorato, nel periodo in questione, per un guasto tecnico, lo strumento dell'O3 ha presentato problemi tecnici successivamente al collaudo avvenuto nel maggio 2004
- Stazione di Capannori: lo strumento dell'NOx nel periodo considerato era in fase di collaudo.
- Stazione di Carignano: lo strumento dell'O3 ha presentato problemi tecnici successivamente al collaudo avvenuto nel maggio 2004
- Stazione di Porcari: il misuratore di idrocarburi è uno strumento obsoleto e presenta notevoli problemi tecnici, pertanto il funzionamento è risultato saltuario.

Numero dati validi								
Stazione		NOx	SO2	CO	O3	HC	BTX	PM10
Lucca	S. Micheletto	7410	8247					325
Lucca	Viale Carducci		6796	8064			6706	279
Lucca	Via Passaglia*		4087	3654	3902	3038		120
Lucca	Carignano		8177		2835			
Viareggio	L.go Risorgimento			7355				270
Viareggio	Via Maroncelli	--	8160	7433	1071			363
Capannori	Via Di Piaggia	2490	8160	7967				277
Porcari	Via Carrara		7777	7853	8081	2460		

Tabella 2.4

Confronto fra il rendimento effettivo e l'obiettivo di qualità del 90%								
Stazione		NOx	SO2	CO	O3	HC	BTX	PM10
Lucca	S. Micheletto	NO	SI					SI
Lucca	Viale Carducci		SI	SI			NO	NO
Lucca	Via Passaglia*		SI	SI	SI	NO		NO
Lucca	Carignano		SI		NO			
Viareggio	L.go Risorgimento			NO				NO
Viareggio	Via Maroncelli	--	SI	NO	NO			SI
Capannori	Via Di Piaggia	NO	SI	SI				NO
Porcari	Via Carrara		SI	SI	SI	NO		

Tabella 2.5

\*la cabina è stata dismessa il 30/06/04

Nella tabella sopra riportata si indicano con SI gli strumenti che hanno avuto un rendimento annuo maggiore del 90%.



La strutturazione della rete di monitoraggio come evidenziata dalla tabella 2.2 e l'esame dei rendimenti di cui alla tabella 2.3 rende evidenti alcune gravi carenze strumentali, di cui le principali sono le seguenti:

- Il parametro NO<sub>x</sub> viene misurato solo in due stazioni (Capannori e Lucca Micheletto), una corretta strutturazione della rete richiederebbe che questo parametro sia misurato quantomeno anche a Lucca Carignano (secondo quanto previsto dal D.Lgs 183/2004 in trattasi di precursore dell'ozono), a Porcari, e a Viareggio Maroncelli. Il rendimento di entrambi gli analizzatori è stato nel 2004 inferiore al 90%.
- Il parametro ozono viene misurato in tre stazioni Lucca Carignano, Porcari e Viareggio Maroncelli e sarebbe opportuno che la misurazione venisse estesa anche a Capannori e possibilmente a Lucca Micheletto. Il solo analizzatore di Porcari ha un'efficienza superiore al 90% considerato che Lucca – Via Passaglia ha lavorato solo 6 mesi.
- Il parametro PM<sub>10</sub> è misurato in un sufficiente numero di stazioni (salvo Porcari, dove però tale analizzatore è stato installato all'inizio del 2005, ma il rendimento degli analizzatori di Lucca Carducci, Viareggio Risorgimento e Capannori è risultato nel 2004 inferiore al 90%.
- Il rendimento dell'analizzatore di BTX di Lucca Viale Carducci è anche se di poco inferiore al 90%.
- I principali motivi per cui alcuni analizzatori hanno rendimenti inferiori al 90 % sono:
  1. la loro anzianità di servizio e dalla correlata difficoltà a reperire i pezzi di ricambio;
  2. l'obsolescenza delle apparecchiature e strumentazioni di supporto (elaboratori di cabina, condizionatori, software gestionale).

Meno rilevanti sono le carenze per quanto concerne gli analizzatori di HC, parametro che non rientra fra quelli da rilevare obbligatoriamente. Si ricordi infine che la stazione di Lucca Passaglia è stata dismessa su indicazione del Comune di Lucca in data 30.6.2004.

Nel 2004 e nel 2005 si è proceduto ad interventi che hanno permesso di risolvere le criticità concernenti le strumentazioni ed apparecchiature di supporto. Il completamento della dotazione di analizzatori e il rinnovo degli analizzatori obsoleti viene portato avanti compatibilmente con la disponibilità di risorse finanziarie.

Per completezza si riportano in seguito gli andamenti temporali di ciascun inquinante per le varie stazioni.



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

L'esame dei dati relativi alla qualità dell'aria per l'anno 2004 è stato condotto sia con riferimento ai valori limite fissati dal DPCM 28/3/83 e DPR 203/88 che alla successiva legge quadro D.Lgs. 351/99 con i suoi decreti attuativi (DM. 60/02 e D.Lgs. 183/2004) perché come espressamente riportato dall'art. 38 del DM 60/02 "fino al termine entro il quale i nuovi valori limite fissati dal DM 60/02 dovranno essere raggiunti (2005-2010), resteranno in vigore anche i valori limite ed i valori obiettivo fissati dalla normativa precedente". L'analisi viene quindi condotta sia, confrontando i parametri statistici calcolati con i valori limite fissati dalla normativa di cui sopra, sia analizzando i possibili superamenti orari/giornalieri definiti per la protezione della salute umana (episodi acuti di inquinamento). I possibili episodi di inquinamento acuto sono stati delineati attraverso la quantificazione degli eventi di superamento:

- delle soglie di allarme, valori limite orari e valori limite di 24 ore per la protezione;
- del limite di 10 mg/m<sup>3</sup> mediato sulle 8 ore e del limite orario di 40 mg/m<sup>3</sup> per il monossido di carbonio (ai sensi del DPCM 28/03/83);
- delle soglie di informazione e di allarme per l'ozono (ai sensi del D.Lgs 183/04);
- dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana per l'ozono (ai sensi del D.Lgs 183/04).



## Biossido di zolfo

L'anidride solforosa di origine antropogenica trova la sua origine principale nella combustione di combustibili contenenti zolfo. E' un gas incolore, più pesante dell'aria e di odore pungente e molto irritante. Fino a non molti anni fa le concentrazioni riscontrabili nelle aree urbanizzate (e nelle aree sede di grossi impianti di combustione alimentati a olio combustibile o gasolio) raggiungevano valori considerevoli, in particolare nei periodi invernali, in coincidenza con l'accensione degli impianti di riscaldamento. I tempi di permanenza di questo gas nell'atmosfera sono relativamente brevi essendo molte le reazioni chimiche in cui esso viene coinvolto. In particolare l'anidride solforosa viene facilmente ossidata ad anidride solforica dando successivamente origine, a contatto con il vapor acqueo atmosferico, alla formazione di acido solforico, uno dei principali costituenti delle cosiddette "piogge acide". Essendo inoltre la sua presenza legata direttamente alle quantità di combustibile utilizzato (e quindi indice delle attività antropogeniche) è stata considerata per molti anni un significativo parametro di valutazione della qualità dell'aria.

Con l'avvento dei combustibili liquidi a bassi tassi di zolfo e la sempre maggiore diffusione del metano in parziale sostituzione di questi, i tassi di anidride solforica sono drasticamente calati, raggiungendo in ampie zone valori del tutto trascurabili. Nella Provincia di Lucca, ad esempio, in tutte le zone monitorate le concentrazioni di SO<sub>2</sub> sono risultate, per tutto il periodo finora monitorato e con l'eccezione di qualche raro episodio isolato, talmente basse da essere ai limiti della rilevabilità strumentale per gran parte dell'anno.

### *Effetti di SO<sub>2</sub> sulla salute umana*

Per l'elevata solubilità in acqua il biossido di zolfo viene facilmente assorbito dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio (questo rappresenta una fortuna dato che solo quantità molto ridotte possono raggiungere gli alveoli polmonari). L'alta reattività lo rende un composto estremamente irritante. E' stato comunque notato un effetto sinergico con le polveri sospese per la capacità che queste hanno di veicolare gli inquinanti nelle zone più profonde dell'apparato respiratorio.

A basse concentrazioni gli effetti del biossido di zolfo sono principalmente legati a patologie



dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma e tracheiti e ad irritazioni della pelle, degli occhi e delle mucose.

### *Effetti di SO<sub>2</sub> sull'ambiente*

L'azione principale operata ai danni dell'ambiente da parte degli ossidi di zolfo consiste nell'acidificazione delle precipitazioni meteorologiche, con la conseguente compromissione dell'equilibrio degli ecosistemi interessati. Gli effetti corrosivi dell'acido solforico si riscontrano anche sui materiali da costruzione, sui metalli e sulle vernici. L'acido solforico trasforma i carbonati insolubili dei monumenti e delle opere d'arte in solfati solubili che vengono dilavati per azione della pioggia.

Il biossido di zolfo a basse concentrazioni provoca un rallentamento nella crescita delle piante, mentre ad alte concentrazioni ne provoca la morte alterandone la fisiologia in modo irreparabile. Nelle foglie il biossido di zolfo viene trasformato in acido solforoso e solfiti, da questi, per ossidazione, si generano i solfati (la forma in cui lo zolfo viene metabolizzato nelle piante). Quando il livello di anidride solforosa nell'aria diviene insostenibile, nelle foglie si accumulano inutilizzati i solfiti che ad alta concentrazione causano la distruzione della clorofilla, il collasso delle cellule e la necrosi dei tessuti.

### **Strumentazione utilizzata**

Il funzionamento degli analizzatori utilizzati si basa sull'eccitazione delle molecole di SO<sub>2</sub> per mezzo di radiazioni nel lontano UV (190 - 230 nm) e sulla misura della fluorescenza risultante. Una radiazione UV interrotta ciclicamente attraversa la cella di misura nella quale fluisce il campione in esame mentre un rilevatore di riferimento è inserito nel percorso della radiazione ai fini di correggere automaticamente la risposta per le variazioni di intensità della sorgente UV. L'emissione secondaria (fluorescenza) viene misurata da un fotomoltiplicatore accordato otticamente nel campo della lunghezza d'onda della fluorescenza SO<sub>2</sub>. Le operazioni di taratura dello strumento vengono effettuate sfruttando un campione a concentrazione nota generato grazie alla presenza di un tubo a permeazione interno allo strumento.



### Analisi dei dati

Tab. 2.6 – SO<sub>2</sub> parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

	parametro	Rif. normati vi	Capannori	Carignano	Micheletto	Passaglia **	Carducci *	Porcari	Viareggio2
	Max delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )		22	11	8	12	11	18	53
	Max delle medie giornaliere (µg/m <sup>3</sup> )		2	2	3	11	5	8	19
	Media annuale delle medie orarie (µg/m <sup>3</sup> )		0	0	1	-	1	1	1
DPR 203/88	(1)Mediana annuale medie 24 h	80	0	0	0	-	1	0	1
	(2)Mediana invernale medie di 24 h	130	0	0	1	-	2	0	1
	(1)98 per. Medie di 24 h	250	1	1	3	-	4	2	6
DM 60/02	N° sup. orari di 380 µg/m <sup>3</sup> al 2004	Max 24 volte/an no	0	0	0	0	0	0	0
	N° sup. orari di 350 µg/m <sup>3</sup> al 2005	Max 24 volte/an no	0	0	0	0	0	0	0
	N° superamenti della media giornaliera di 125 µg/m <sup>3</sup> al 2005	Max 3 volte/an no	0	0	0	0	0	0	0
	Media anno (protezione ecosistemi)	20	0	0	1	-	1	1	1
	(2)Media inverno (protezione ecosistemi)		0	0	1	-	2	0	2

\*SO<sub>2</sub> è stato monitorato dal 3/3/2004

\*\*Stazione dimessa il 30/06/2004

(1) Periodo di osservazione 01/04/2004-31/03/2005

(2) Periodo di osservazione 01/10/2004-31/03/2005

I valori di biossido di zolfo rilevati nel 2004 sono contenuti e notevolmente inferiori ai livelli previsti dalla normativa.



## Biossido di azoto e Ossidi di azoto

Gli ossidi di azoto costituiscono un gruppo di 7 composti di cui rivestono particolare interesse dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico il monossido ed il biossido (NO ed NO<sub>2</sub>).

Il monossido di azoto è un gas incolore, inodore e poco solubile in acqua. Si produce principalmente tramite la reazione:  $\text{N}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{NO}$  (in forma di N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).

Tale reazione alle basse temperature ha una costante di equilibrio talmente ridotta da non assumere alcun significato pratico, infatti pur essendo l'atmosfera composta essenzialmente di ossigeno ed azoto, le quantità di NO che si formano spontaneamente sono del tutto irrilevanti. Le quantità prodotte diventano invece sensibili a temperature superiori ai 1000°C: tale reazione assume quindi una certa rilevanza quando si viene a trattare con processi di combustione. In teoria, una volta espulsi i gas di scarico della combustione, il raffreddamento della miscela dovrebbe portare alla decomposizione del monossido in ossigeno ed azoto fino a ridurre la concentrazione a quella, trascurabile, di equilibrio alla temperatura ambiente. In realtà, il brusco raffreddamento e la diluizione subita con l'aria rallentano la cinetica di decomposizione al punto da permetterne lunghi tempi di permanenza nell'atmosfera.

Il biossido di azoto ha invece colore rossastro ed odore pungente e soffocante e si forma principalmente per ossidazione di monossido di azoto secondo la reazione:



La quantità di NO<sub>2</sub> che si può formare da questa reazione aumenta al diminuire della temperatura ma è, evidentemente, proporzionale alle concentrazioni di ossigeno e monossido disponibili. Così, mentre la sua formazione è ostacolata in camera di combustione dalle alte temperature e dalla relativa scarsità di ossigeno in essa presente, dopo l'espulsione dei gas di scarico in atmosfera essa viene ostacolata dal brusco raffreddamento subito dalla miscela dei gas di scarico e dalla diluizione che questi subiscono una volta scaricati nell'atmosfera.

Il risultato di questi fattori è che, di norma, la quantità di NO<sub>2</sub> generata nei normali processi di combustione è di gran lunga inferiore a quella del monossido che parallelamente si produce. Tuttavia, a causa di processi fotochimici che si verificano in seguito, parte del monossido di azoto (in percentuale fortemente dipendente dalle condizioni meteorologiche) che si produce si trasforma in biossido. Giocando, in tale tipo di processi, un ruolo determinante l'intensità dell'irraggiamento





solare e la temperatura, i rapporti NO/ NO<sub>2</sub> sono pertanto significativamente più elevati nei periodi invernali piuttosto che nei periodi estivi, con notevoli escursioni anche tra le ore diurne e le ore notturne e con forti correlazioni con i tassi di ozono presenti.

A livello di tossicità vi è da dire che quella del biossido di azoto è notevolmente superiore a quella del monossido ed è probabilmente per questo motivo la normativa vigente prevede dei limiti solo per questa tipologia di inquinante.

### **Effetti degli ossidi di azoto sulla salute umana**

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente blanda; inoltre, a causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, bronchiti croniche, asma ed enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica diminuzione delle difese polmonari con conseguente aumento di rischio di affezioni alle vie respiratorie.

Gli effetti del biossido di azoto si manifestano generalmente parecchie ore dopo l'esposizione, così che spesso le persone normalmente non si rendono conto che il loro malessere è dovuto all'aria inquinata che hanno respirato.

### **Effetti degli ossidi di azoto sull'ambiente**

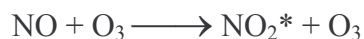
Nelle piante esposte per brevi periodi, a basse concentrazioni agli ossidi di azoto, si possono rilevare incrementi dei livelli di clorofilla; lunghi periodi causano invece la senescenza e la caduta delle foglie più giovani. Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo; gli inquinanti acidi causano, infatti, un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Da notare che l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Gli ossidi di azoto e i loro derivati danneggiano anche edifici e monumenti, provocando un invecchiamento accelerato in molti casi irreversibile.



## Strumentazione utilizzata

Il principio di funzionamento di tutti gli analizzatori attualmente in commercio, si basa sulla misura delle radiazioni emesse (“luminescenza”) da molecole eccitate di NO<sub>2</sub>, prodotte nella reazione fra NO e O<sub>3</sub> (prodotto da un apposito generatore interno) in una camera sottovuoto. Il meccanismo di reazione è il seguente :



Dove il simbolo \* indica che la molecola formata si trova in uno stato energetico di eccitazione. La diseccitazione, avviene tramite l’emissione di radiazioni la cui banda è compresa tra i 500 ed i 3000 nm con un’intensità massima alla lunghezza d’onda di circa 1100nm. Poiché è necessaria una molecola di NO per formarne una di NO<sub>2</sub> l’intensità della radiazione chemiluminescente è direttamente proporzionale alla concentrazione del campione. L’analisi avviene quindi in due stadi: il campione da analizzare viene diviso in due parti e sul primo viene analizzato direttamente l’NO presente mentre l’NO<sub>2</sub> del secondo viene convertito integralmente in NO mediante l’uso di un opportuno catalizzatore a base di ossidi di manganese e, di seguito, viene quantificato l’NO complessivo del campione, ottenendo così gli ossidi di azoto totali in esso presenti. La differenza tra le due misure effettuate corrisponde al contenuto di biossido di azoto del campione stesso.



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### Analisi dei dati

Tab. 2.7 – NO<sub>2</sub> parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa vigente

			Parametro	Rif. Normativo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Capannoni*	Micheletto
			Intervallo medie orarie $\mu\text{g}/\text{m}^3$		2-120	1-120
			Intervallo medie giornaliere $\mu\text{g}/\text{m}^3$		25-72	4-104
			Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		-	26
	DPR 203/88		98° perc. Medie 1h	200	-	92
DM 60/02			Media annuale al 2004	52	-	26
			Media annuale al 2010	40		
			N° sup. orari di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al 2004	18	0	0
			N° sup. orari di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ al 2010	18	0	0

\* I valori riportati sono puramente indicativi in quanto la statistica annua è insufficiente a causa dell'esiguo numero di dati raccolti

Non è possibile fare valutazioni circa il limite di protezione degli ecosistemi indicato dal DM 60/02 e pari a  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di NO<sub>x</sub>. Nessuna stazione rispetterebbe tale valore, ma trattasi di stazioni localizzate per altre finalità, che non sono conformi ai criteri di posizionamento previsti dal suddetto decreto.

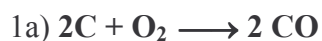
Si ricorda che in ambedue le stazioni di monitoraggio gli ossidi di azoto non hanno raggiunto l'efficienza del 90% per la quale il confronto coi limiti fissati dal DM 60/02 sono da ritenersi solo a scopo indicativo.



## Monossido di Carbonio

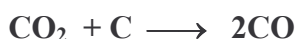
E' un prodotto di ossidazione derivante normalmente da una combustione incompleta: è inodore, incolore ed insapore, di densità leggermente inferiore a quella dell'aria. Normalmente presenta una reattività piuttosto scarsa con gli altri costituenti dell'atmosfera. I meccanismi che permettono la sua formazione sono essenzialmente tre:

a) **Combustione di composti organici in carenza di O<sub>2</sub>** che così non è presente in quantità sufficienti a garantire l'ossidazione completa del carbonio. In un processo di combustione di sostanze organiche la corrispondente ossidazione del carbonio presente avviene secondo le seguenti due reazioni consecutive:



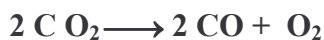
La prima reazione è circa 10 volte più veloce della seconda: per questo motivo una eventuale carenza di ossigeno comporta la prevalenza della prima reazione rispetto alla seconda in modo tanto più accentuato quanto minore è la disponibilità dello stesso.

b) **Reazioni ad elevate temperature tra CO<sub>2</sub> e sostanze organiche** che avvengono tramite una serie di reazioni che schematicamente, ai fini di questa trattazione, possono essere condensate nella seguente :



La costante di equilibrio di questa reazione aumenta con la temperatura: a 450°C la percentuale di CO all'equilibrio è di circa il 2% mentre a 1000°C il tasso di CO si aggira intorno al 99%.

c) **Fenomeni di dissociazione ad alta temperatura della CO<sub>2</sub> :**



Questa reazione, inversa della 2a), è endotermica. In miscele in cui sia presente un eccesso di ossigeno si verifica, a titolo di esempio, che a 1750°C la percentuale di CO all'equilibrio è di circa l'1% mentre a 2000°C, ossia a temperature e condizioni simili a quelle che si creano in un motore a scoppio, sale al 5%. E' bene ricordare che la velocità di una reazione decresce esponenzialmente con il diminuire della temperatura: un brusco raffreddamento di una miscela CO/CO<sub>2</sub> creatasi in un processo di combustione ad elevate temperature comporta lunghi tempi di permanenza per il CO prima che essa subisca la conversione a CO<sub>2</sub>. Si verifica così che le quantità di CO formatesi



all'interno di un motore a scoppio o presenti nelle emissioni di una ciminiera, a causa del brusco raffreddamento subito dai gas di scarico al contatto con l'atmosfera esterna, permangono nell'atmosfera per lungo tempo prima di essere convertite a CO<sub>2</sub>.

### Effetti del CO sulla salute umana

Per le sue caratteristiche l'ossido di carbonio rappresenta un inquinante molto insidioso, soprattutto nei luoghi chiusi dove si può accumulare in concentrazioni letali.

Il processo di ossigenazione del corpo umano sfrutta una proteina contenuta nei globuli rossi del sangue: l'emoglobina. Normalmente nei polmoni tale molecola lega molecole di ossigeno formando l'ossiemoglobina in grado di cedere successivamente l'ossigeno così acquistato alle cellule del corpo. L'emoglobina ha però un'affinità chimica verso il CO circa 200 volte superiore a quella verso l'ossigeno. Se di conseguenza l'aria respirata contiene CO questo è in grado di fissarsi all'emoglobina (formando carbossiemoglobina) e riducendone la quantità disponibile per il trasporto dell'ossigeno in maniera tanto più accentuata quanto maggiore è la quantità di CO inspirata.

Il tasso normale di carbossiemoglobina (COHb) contenuto nel sangue dovrebbe aggirarsi intorno allo 0,5% ed è attribuibile al tasso di CO naturale dell'atmosfera derivante dai normali processi biologici naturali. Tale tasso aumenta notevolmente qualora le concentrazioni di CO atmosferico crescano, anche se occorre sottolineare che gli effetti negativi derivanti dall'inquinamento di questo particolare composto sono molto differenti se valutati su soggetti fumatori (in cui il tasso di COHb sono elevati già di per se stessi a causa del fumo inspirato) o su soggetti non fumatori.

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori. Nel sangue è presente una percentuale di carbossiemoglobina che dipende dalla concentrazione di CO alla quale una persona è esposta: per ogni ppm di CO presente in aria, lo 0,16% di emoglobina viene trasformato in carbossiemoglobina; sono necessarie però alcune ore affinché si raggiunga la massima saturazione.

L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute nelle persone sane ed un aggravamento delle



condizioni circolatorie in generale.

### Strumentazione utilizzata

Il principio di funzionamento degli analizzatori si basa sulla tecnica di correlazione nell'infrarosso ad una lunghezza d'onda di 4,7 micron.

Una emissione a larga banda emessa da una sorgente IR attraversa un disco rotante contenente due celle con funzione di filtri interferenziali gassosi. Una di queste è riempita con ossido di carbonio, l'altra con azoto. La prima è utilizzata per produrre un raggio di riferimento che non può ulteriormente essere attenuato in maniera apprezzabile dal CO presente nel campione, la seconda è invece trasparente alle radiazioni IR e quindi trasmette inalterato un raggio di misura che può essere invece assorbito dal CO presente nel campione introdotto nella cella .

Superato il disco rotante, i due fasci alternati raggiungono la camera di misura dove fluisce il campione e, per mezzo di un sistema ottico di riflessione, l'attraversano più volte, per giungere infine ad un rilevatore a semiconduttore. Quest'ultimo correla gli spettri del fascio nei due casi misurandone la differenza energetica, proporzionale alla concentrazione dell'ossido di carbonio nel campione.



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### Analisi dei dati

Tab. 2.8 – CO parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa vigente

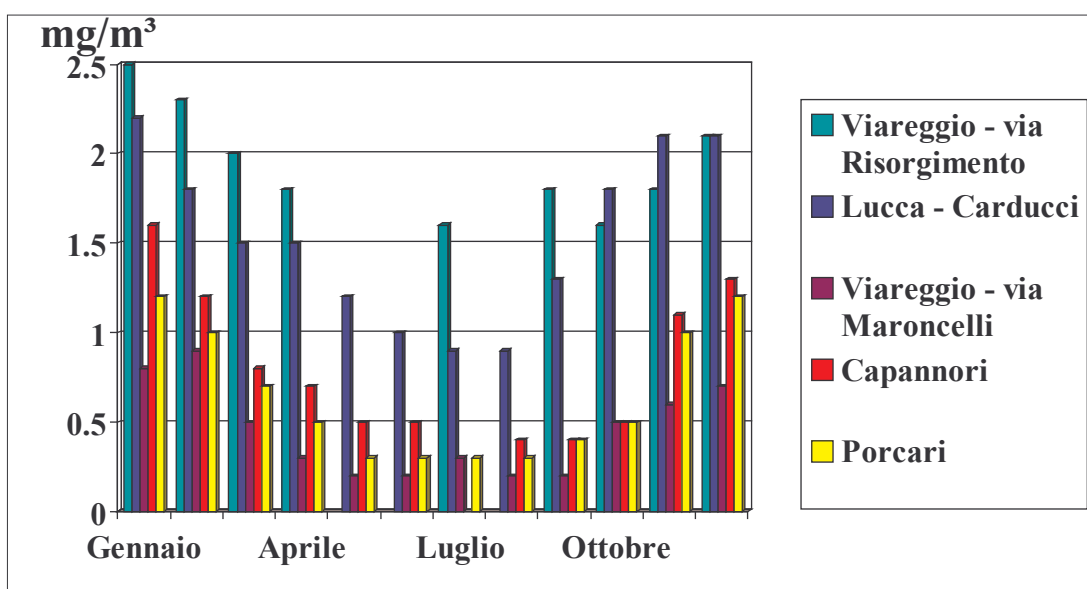
		Parametro	Rif. Normativi mg/m <sup>3</sup>	Carducci	Passaglia *	Viareggio L.go Risorgimento	Viareggio Via Maroncelli	Capannori	Porcari
		Intervallo medie orarie (mg/m <sup>3</sup> )		0 – 10.4	0 – 4.8	0 – 10.4	0 – 5.7	0 – 5.2	0 – 4.1
		Intervallo medie giornaliere (mg/m <sup>3</sup> )		0.4 – 4.9	0.1 – 1.9	0.3 – 4.3	0 – 2.4	0 – 2.6	0 – 2.2
		Media annuale (mg/m <sup>3</sup> )		1.5	0.5	1.9	0.4	0.8	0.6
DPCM 28-03-83 e DPR 203/88		Massima Media 1h	40	10.4	4.8	10.4	5.7	5.2	4.1
		**Massima Media 8h	10	7.0	2.8	5.5	3.3	4.2	3.4
DM 60/02		Media Massima giornaliera di 8h al 2004	12	7.1	3.1	5.8	3.3	4.5	3.4
		Media Massima giornaliera di 8h al 2005	10						

\* Stazione dismessa il 30/06/2004

\*\* Intervalli di osservazione nella giornata (1:00 – 8:00, 9:00 – 16:00, 17:00 – 24:00); il valore massimo delle medie di 8 ore, per tutte le stazioni, ricade nell'intervallo 17:00 – 24:00.



### Concentrazioni mensili di CO registrate in Provincia di Lucca nell'anno 2004



Il valore previsto come limite dal DM 60/02 per l'anno 2004 relativamente alla media massima giornaliera di 8 ore non è stato superato e risulta inferiore anche al limite imposto per l'anno 2005.





## Benzene

Il benzene è una sostanza chimica liquida, di formula  $C_6H_6$ , dal caratteristico odore aromatico pungente. A temperatura ambiente volatilizza assai facilmente. In aria è presente praticamente ovunque, derivando da processi di combustione sia naturali (incendi boschivi, emissioni vulcaniche), che artificiali (proveniente soprattutto da emissioni industriali e gas di scarico dei veicoli a motore alimentati a benzina). Nell'aria dei centri urbani la sua presenza è dovuta quasi esclusivamente alle attività di origine umana, con oltre il 90% delle emissioni attribuibili alle produzioni legate al ciclo di utilizzo della benzina: distribuzione dei carburanti e, soprattutto, traffico veicolare, che da solo si è stimato incida per oltre l'80% sul totale.

In passato il benzene è stato ampiamente utilizzato come solvente in molteplici attività industriali ed artigianali (produzione di gomma, plastica, inchiostri e vernici, nell'industria calzaturiera, nella stampa a rotocalco, nell'estrazione di olii e grassi, ecc.). Attualmente tale tipo di utilizzo è stato nettamente ridotto procedendo alla sua sostituzione con altri composti a minor impatto ambientale.

La maggior parte del benzene oggi prodotto trova impiego nella chimica come materia prima per numerosi composti secondari, a loro volta utilizzati per produrre plastiche, resine, detergenti, pesticidi, intermedi per l'industria farmaceutica, vernici, collanti, inchiostri, adesivi e prodotti per la pulizia. E' inoltre largamente utilizzato nelle benzine in cui viene aggiunto, insieme ad altri composti aromatici, per conferire le volute proprietà antidetonanti e per aumentarne il numero di ottano in sostituzione totale dei composti del piombo precedentemente utilizzati.

Questo inquinante viene rilasciato dagli autoveicoli in misura prevalente attraverso i gas di scarico e più limitatamente tramite l'evaporazione della benzina dalle vetture nelle fasi di trasporto, stoccaggio e rifornimento, nonché nei momenti di marcia ed arresto, compresa la sosta prolungata in un parcheggio.



**Effetti del benzene sulla salute umana**

Il benzene è facilmente assorbibile per inalazione, contatto cutaneo, ingestione, sia per esposizione acuta che cronica. Gli effetti tossici, tuttavia, hanno caratteristiche diverse e colpiscono organi sostanzialmente differenti in base alla durata dell'esposizione.

Si possono distinguere effetti tossici acuti, associati a brevi esposizioni a livelli elevati di benzene, poco frequenti nell'ambiente di vita, ed effetto tossici cronici, associati a periodi di esposizione di maggiore durata ed a basse dosi di inquinante. L'intossicazione acuta accidentale da benzene fa seguito generalmente ad esposizione per via inalatoria e/o cutanea. Per esposizione acuta, gli organi bersaglio sono il sistema nervoso centrale (con cefalea, nausea, vertigine, ecc..) ed il miocardio.

L'effetto più noto dell'esposizione cronica riguarda la potenziale cancerogenicità del benzene sul sistema emopoietico.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul cancro (IARC) classifica il benzene come sostanza cancerogena di classe I, in grado di produrre varie forme di leucemia. La classe I corrisponde ad una evidenza di cancerogenicità per l'uomo di livello sufficiente.

**Analisi dei dati**

Tab. 2.8 – Benzene parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa vigente

	Parametro	Rif. Normativi	Carducci
	Intervallo medie orarie $\mu\text{g}/\text{m}^3$		0.2 – 30.9
	Intervallo medie giornaliere $\mu\text{g}/\text{m}^3$		1.0 – 12.3
	Media annuale al 2004 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.6
	Media annuale al 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Si ricorda che non raggiungendo un'efficienza del 90% il confronto coi limiti fissati dal DM 60/02 sono da ritenersi solo a scopo indicativo.



## Ozono

L'ozono, di formula chimica  $O_3$ , è un gas di colore azzurrino presente in elevate concentrazioni nella stratosfera, in particolar modo ad altezze comprese tra i 15 ed i 40 Km. Qui si forma principalmente da reazioni che prendono il via dalla dissociazione dell'ossigeno atmosferico, causata dalle radiazioni ultraviolette solari. La presenza di ozono a queste quote è essenziale per la vita sulla terra in quanto le molecole di questa sostanza sono in grado di assorbire le radiazioni ultraviolette a maggior energia dello spettro solare. Tali radiazioni avrebbero, se non assorbite, gravissimi effetti mutageni sui tessuti viventi di piante ed animali; basti ricordare che aumenti anche limitati della quantità di raggi UV che giungano sulla superficie del pianeta possono causare aumenti abnormi dei casi di cancro alla pelle. E' interessante notare che l'ordine di grandezza della concentrazione di ozono alla quota di 20 Km è di  $400 \mu g/m^3$ , che corrisponde alla concentrazione che viene definita di allarme nei centri urbani (ma l'ozono a basse quote viene inspirato e viene a contatto con gli alveoli polmonari, quello stratosferico evidentemente no...). Nella stratosfera quindi tale presenza, lungi dall'essere dannosa, è invece indispensabile per la vita umana, al punto che uno dei maggiori problemi ecologici attuali è legato all'immissione nell'atmosfera di sostanze (le più note sono i cosiddetti CFC) il cui effetto è quello di interagire con l'ozono stratosferico, distruggendolo e determinando un graduale assottigliamento della fascia protettiva di cui viene di conseguenza ridotto il potere filtrante. Questo fenomeno non si manifesta in modo uniforme in tutta la stratosfera, ma si presenta in modo particolare in determinate aree, soprattutto sopra la regione antartica.

Questa sostanza ha effetti tossici sugli organismi viventi. Introdotto nel tratto respiratorio può infatti danneggiare i tessuti polmonari. La quantificazione dei danni causati sugli esseri umani non è ancora ben definita, è certo comunque che bambini, soggetti asmatici e persone sottoposte a sforzi fisici intensi possono soffrire di problemi respiratori in presenza di elevate concentrazioni di tali inquinante. Effetti negativi vengono esercitati pure sulla vegetazione, questa sostanza viene infatti assorbita dalle piante a livello fogliare, esercitando una azione dannosa sul loro metabolismo: secondo alcune stime la riduzione della produzione agricola europea dovuta alla presenza di ozono

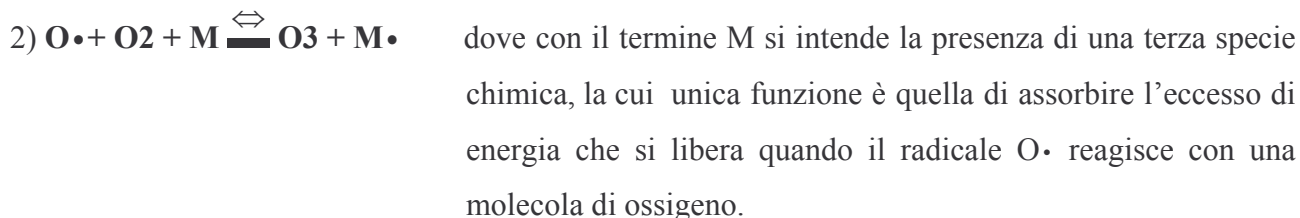


si aggira su valori prossimi al 10%. Effetti dannosi si esplicano pure su una ampia gamma di materiali, la cui durata viene sensibilmente ridotta dall'esposizione prolungata ad elevati tassi di questo inquinante.

La sua presenza nella troposfera è attribuibile a due meccanismi distinti ed indipendenti tra loro:

- a) Trasporto verso il basso di aria stratosferica ricca di ozono che si verifica in particolari situazioni meteorologiche.
- b) Produzione diretta per reazioni chimiche di altri composti, detti precursori, catalizzate generalmente dalle radiazioni solari.

Sul primo di questi fenomeni non hanno evidentemente influenza le attività umane, che influenzano invece notevolmente il secondo. La relativa produzione chimica, che già avviene per cause naturali, può essere infatti incrementata in larga misura dall'immissione in atmosfera di inquinanti antropici. Il meccanismo di produzione principale è costituito da una serie di reazioni in cui giocano un ruolo fondamentale gli ossidi di azoto. Gran parte della produzione di ozono ha infatti inizio in genere dalla fotolisi del biossido di azoto secondo il ciclo di reazioni:



Il ciclo descritto è di per sé un ciclo chiuso che tenderebbe a stabilizzarsi portando nel complesso ad una concentrazione all'equilibrio di  $\text{O}_3$  relativamente bassa, in quanto questa verrebbe limitata dalla reazione 3). Si è verificato infatti che, in assenza di sostanze interferenti col ciclo descritto, si raggiunge uno stato stazionario nel quale la concentrazione di equilibrio è determinata dal rapporto tra processi di produzione e di rimozione secondo l'equazione :

$$\underline{[\text{O}_3]} = K \times \frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}]}$$

In realtà tale equilibrio può essere alterato dalla presenza di idrocarburi o di altre specie chimiche quali ad esempio il radicale  $\text{OH}\cdot$ , in grado di interagire con il monossido di azoto, inibendone così



il ruolo di moderatore nei confronti dell'ozono.

L'inquinante prodotto nel corso di questi processi può essere rimosso, almeno parzialmente, grazie ad una serie abbastanza ampia di meccanismi che vanno da processi di deposizione al suolo, a processi di rimozione chimica, a meccanismi di trasporto verso gli strati alti dell'atmosfera. Di particolare importanza, essendo questa sostanza fortemente ossidante e quindi in grado di interagire con un gran numero di composti presenti nell'aria e nel suolo, sono i processi di rimozione chimica. A questo riguardo un ruolo notevole può essere giocato dalla vegetazione nelle aree più verdi. La vegetazione gioca infatti un duplice ruolo sul bilancio di ozono: può infatti contribuire alla sua formazione in quanto sorgente di idrocarburi (derivanti dai processi di decomposizione organica) oppure fungere da elemento limitante mediante processi di ossidazione al suolo derivanti dal contatto tra questo inquinante ed i tessuti vegetali.

L'insieme dei processi di produzione e di rimozione è quindi estremamente variegato e complesso e per di più influenzato in modo determinante dalle variabili meteorologiche quali l'irraggiamento solare, la temperatura dell'aria, la direzione e velocità del vento, le condizioni di stabilità atmosferica e l'altezza dello strato di rimescolamento. In modo particolare, l'energia necessaria per attivare i processi fotochimici è fornita dall'irraggiamento solare mentre la cinetica delle reazioni sopra descritte è strettamente correlata alla temperatura ambientale: per questi motivi l'inquinamento da ozono è un fenomeno che raggiunge i suoi apici nel periodo estivo.

I tempi di formazione dell'inquinante oscillano in un intervallo variabile da poche ore ad alcuni giorni. In questo periodo i precursori vengono trasportati dalle correnti d'aria e si rimescolano con le masse d'aria (e quindi anche con i precursori in esse contenute) circostanti. Questi fenomeni di trasporto fanno sì che i precursori originati da sorgenti diverse possano rimescolarsi anche a grandi distanze dai loro punti di emissione, provocando la formazione di ozono in aree che, al limite, potrebbero non aver nulla a che fare con la loro formazione. Questo meccanismo spiega il motivo per cui spesso i picchi in concentrazione non si verificano nei pressi delle sorgenti di precursori, ma a distanze che possono giungere a decine, se non centinaia, di chilometri. Inoltre si deve tener conto che l'ozono che si forma nelle adiacenze dei punti di emissione dei precursori è in parte abbattuto dal monossido di azoto prodotto dai processi di combustione che generalmente si accompagnano alla loro formazione. Si è verificato a questo proposito che in vicinanza di estese sorgenti di NO, quali ad esempio strade trafficate, le differenze di concentrazioni di NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> misurate sottovento e



sopravento sono all'incirca uguali come valore, ma opposte in segno, indicando che parte dell'ozono trasportato oltre la strada dal vento viene rimosso grazie alla presenza di NO a sua volta convertito ad NO<sub>2</sub>.

Questo insieme di fenomeni fa sì che spesso i relativi casi di inquinamento acuto non si verifichino in generale nelle zone produttrici di inquinanti precursori ma a distanze, anche notevoli, poste sottovento delle stesse. Tale stato di fatto rende complessa la predisposizione di piani che possano ridurre questa tipologia di inquinamento. Non è infatti sufficiente predisporre interventi su scala cittadina o provinciale, ma è necessario intervenire prendendo come riferimento aree più ampie, la cui estensione è fortemente correlata dall'orografia del territorio in esame. Una parte non irrilevante della presenza di ozono, inoltre, è sicuramente rapportabile ad una scala transfrontaliera e per incidere su di essi risultano pertanto necessari interventi coordinati tra governi diversi.

I provvedimenti più efficaci che possono essere suggeriti a livello di autorità locale devono quindi orientarsi verso la tutela sanitaria della popolazione coinvolta raccomandando l'adozione degli accorgimenti necessari per ridurre al minimo l'esposizione delle persone maggiormente a rischio, tra i quali ad esempio la permanenza in ambienti chiusi nelle ore più calde della giornata (dove la concentrazione di ozono è di norma sensibilmente più bassa di quella esterna).

### Strumentazione utilizzata

L'analizzatore rileva le concentrazioni di ozono misurando l'assorbimento di una radiazione ultravioletta a 254 nm. Ogni 10 secondi l'analizzatore effettua un ciclo analitico facendo fluire attraverso la camera di misura prima l'aria campione e successivamente aria esente da ozono (l'aria di "zero" viene ottenuta tramite l'uso di uno scrubber al biossido di manganese in grado di distruggere tutto l'ozono presente nel campione atmosferico). Un fotometro misura alternativamente l'assorbimento UV del campione atmosferico e quello dell'aria di zero, il microprocessore dell'analizzatore elabora poi i dati e, risolvendo l'equazione di Lambert-Beer, calcola il valore di concentrazione del campione. La taratura dello strumento viene effettuata normalmente utilizzando un generatore interno di ozono che fornisce un campione a concentrazione controllata.



### Analisi dei dati

Tab. 2.9 – O<sub>3</sub> parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa vigente

Parametro	Rif. normativo	* Carignano	* Viareggio – via Maroncelli	** Passaglia **	Porcari
Intervallo medie orarie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		7 – 164	5 – 140	0 – 146	0 - 186
Intervallo medie giornaliere ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		50 - 111	13 – 92	0 - 80	2 – 86
Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		-	-	-	38
N° sup. media max su 8h da non sup. più di 25gg l'anno (media di 3 anni)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	20
Protezione della vegetazione AOT40 ultimi 5 anni	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ora}$	-	-	-	10250 <sub>(1)</sub>

\*\* Stazione dismessa il 30/6/04

\*Si ricorda che non raggiungendo un'efficienza del 90% il confronto coi limiti fissati dal DM 60/02 sono da ritenersi solo a scopo indicativo (in quanto la statistica annua è insufficiente a causa dell'esiguo numero di dati raccolti).

<sup>(1)</sup> Calcolato sui dati di 3 anni (2002-2004). (D.Lgs. 183/04 Allegato 1)

In riferimento alle stazioni di Carignano, Viareggio Via Maroncelli e Passaglia, non è possibile fornire i valori relativi alle medie annuali e AOT40 protezione della vegetazione in quanto la raccolta dei dati nei vari anni non è sufficiente.

La direttiva 02/3/CE, recepita con il D.Lgs 183/04 prevede “valori bersaglio”, da conseguire entro il 2010, e “obiettivi a lungo termine” per la protezione della salute umana e per la



protezione della vegetazione, oltre a soglie di informazione (livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in casi di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione) e di allarme (livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizioni di breve durata). In particolare la soglia di allarme viene superata qualora si verifichi un superamento della media oraria di  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per tre ore consecutive. Per la valutazione del rischio a lungo termine vengono introdotti il valore bersaglio per la protezione della salute umana (superamento di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  non oltre 25 giorni all'anno del massimo giornaliero della media mobile di 8 ore) e il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, l'AOT40, espresso in  $(\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{ora})$  e definito come "la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori rilevati ogni giorno tra le 8:00 e le 20:00, ora dell'Europa centrale". Il valore obiettivo per la protezione della vegetazione da raggiungere entro il 2010 per AOT40 è di  $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per ora calcolato nel periodo da maggio a luglio e mediato sugli ultimi 5 anni.

La tabella 2.10 riporta i superamenti della soglia di informazione e della soglia di allarme che si sono verificati nel corso del 2004:

Tab. 2.10 – O<sub>3</sub> superamenti soglia di informazione e di allarme

Stazione	N° giorni sup. soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N° giorni sup. soglia di allarme ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per tre ore consecutive)
* Carignano	0	0
*Viareggio Via Maroncelli	0	0
**Passaglia	0	0
Porcari	1	0

In tutto il 2004 abbiamo avuto solamente un superamento della soglia di informazione nella stazione di Porcari in data 03/09/2004 alle ore 15 (solare), nella stessa stazione però non vengono superati né il valore bersaglio per la salute umana né il valore bersaglio per la





# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

protezione della vegetazione. Non è possibile trarre alcuna conclusione per la stazione di Carignano, Viareggio – Maroncelli e Lucca - Passaglia, in quanto la raccolta dei dati nei vari anni è insufficiente.

## PM10

Oltre agli inquinanti gassosi propriamente detti, nell'atmosfera sono presenti anche microscopiche goccioline liquide o piccole particelle solide a cui viene dato complessivamente il nome di particolato atmosferico. Con questo termine vengono quindi indicate tutte le particelle solide o liquide disperse nell'atmosfera quali, ad esempio, polvere, ceneri e pollini. La provenienza di questi inquinanti è da attribuirsi principalmente a trasporti, centrali termoelettriche, industrie e, nei periodi invernali agli impianti termici civili. Come fonte di emissione, negli ambienti urbani assume una grossa rilevanza, sia per gli aspetti quantitativi che per quelli sanitari, il traffico veicolare.

Le dimensioni del particolato sospeso sono molto variabili e vanno dal millesimo di micron a qualche millimetro; nelle aree urbane generalmente tali dimensioni spaziano tra gli 0,01 e i 100  $\mu\text{m}$  di diametro. Ovviamente le dimensioni influenzano notevolmente i tempi di permanenza nell'atmosfera delle particelle, poiché le particelle di maggiori dimensioni tendono a ricadere al suolo più velocemente di quelle a dimensioni ridotte. I meccanismi di deposizione sono comunque molteplici e non riconducibili di norma a semplici considerazioni sulle dimensioni e su di essi influiscono in maniera rilevante una serie di parametri meteorologici, quali la natura dei venti e la piovosità.

Il corpo umano ha una serie di difese, principalmente meccaniche, per impedire che queste sostanze penetrino nell'organismo: le particelle di dimensioni superiori ai 10  $\mu\text{m}$  vengono bloccate nel naso, dal muco che riveste l'apparato respiratorio e dalle ciglia che lo ricoprono. Solo le particelle di dimensioni più ridotte riescono a giungere fino agli alveoli polmonari, in particolare le particelle di dimensioni inferiori ai 2,5  $\mu\text{m}$ . Gli effetti sulla salute umana sono fortemente legati alle caratteristiche chimico-fisiche della polvere inalata, potendo questa agire sia direttamente (per effetto delle sostanze minerali che vengono ad accumularsi nei polmoni), sia fungendo da veicolo di sostanze aerodisperse in grado di associarsi alle particelle solide con meccanismi di assorbimento e/o adsorbimento che ne consentono la concentrazione ed il successivo contatto con gli strati più profondi dell'apparato respiratorio. In particolare l'associazione tra polveri ed ossidi di zolfo può



provocare l'insorgere di fenomeni morbosi provocati da un effetto sinergico collegato all'abbinamento di queste due tipologie di sostanze.

### Strumentazione utilizzata

La valutazione delle polveri ambientali è basata sull'assorbimento di radiazioni  $\beta$ , emesse da una sorgente radioattiva costituita da una piastrina di metil-metacrilato contenente in sospensione il radioisotopo  $C^{14}$ , un emettitore puro di radiazioni  $\beta$  che attraversano la membrana su cui si raccoglie la polvere filtrata durante il campionamento (di durata 24h). La parte di radiazioni trasmessa viene letta da un rilevatore geiger a finestra sottile. La differenza tra la lettura effettuata, all'inizio di ciascun ciclo di campionamento, sulla membrana (senza ancora alcuna deposizione di particolato) e la lettura di fine ciclo è proporzionale alla quantità di polvere depositata.

La massa depositata sulla membrana viene calcolata come :

$$m = K_m \times \ln \frac{N_0}{N_1}$$

dove  $N_0$  è il numero di conteggi effettuato sul "bianco" ed  $N_1$  il numero di conteggi effettuato sul campione al termine del ciclo di monitoraggio.  $K_m$  è un valore che può essere considerato con buona approssimazione una costante essenzialmente indipendente dalla natura chimica del particolato ma funzione della superficie di deposito del campione. L'assorbimento di radiazioni  $\beta$  da parte della materia dipende infatti principalmente dal rapporto tra massa atomica e numero atomico; nella maggior parte dei casi, non si discosta molto dal valore 2.



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### Analisi dei dati

Tab. 2.11 – PM10 parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

D.Lgs 351/99 e DM 60/02

	Parametro	Rif. normativo	Micheletto	Carducci	*Passaglia	Viareggio L.go Risorgimento	Viareggio Via Maroncelli	Capannori
DM 60 al 2004	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41.6	32.4	57.1	29.7*	56.2	29.4	34.3
	N° sup media giornaliera di 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max 35 volte/anno	19	126	13	118	17	45
DM 60 al 2005	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40.0	32.4	57.1	29.7*	56.2	29.4	34.3
	N° sup media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max 35 volte/anno	30	149	16	160	30	52

\*La stazione di Passaglia è stata dismessa il 30/06/2004.

Il PM10 è l'inquinante che presenta **maggiore criticità**, soprattutto nelle stazioni di Lucca – Carducci e di Viareggio – Largo Risorgimento sia nei confronti del limite fissato per il 2004 che per l'anno 2005.



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

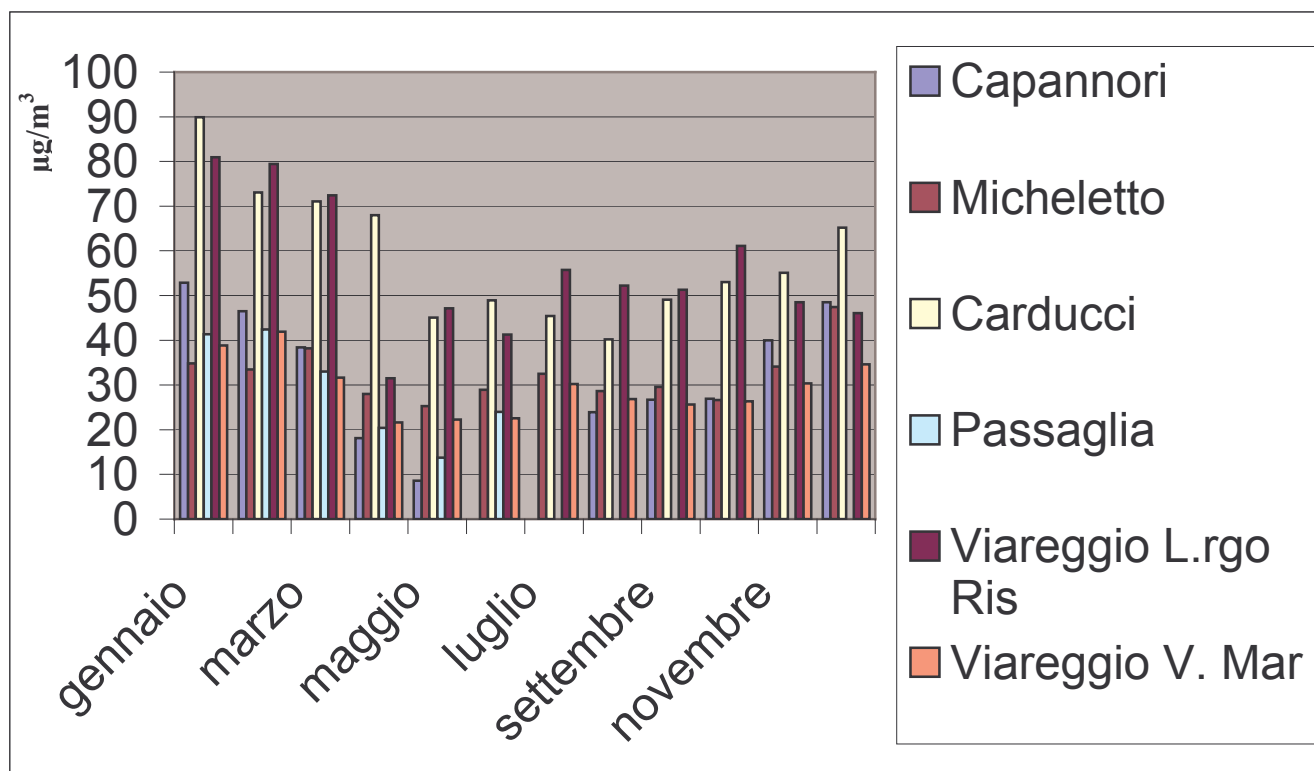
P.I. e C.F.: 04686190481

Tab. 2.12 – PM10 parametri statistici e confronto con i valori previsti dalla normativa

DPCM 28/03/83 e DPR 203/88

Stazione	n° dati	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Frequenza percentuale di superamento dei valori di riferimento				
			25	50	75	100	150
Lucca-S. Micheletto	325	32	66.2	9.2	1.2	0.0	0.0
Lucca- v.le Carducci	279	57	96.4	53.4	20.4	<b>4.3</b>	0.0
Lucca-v.le Passaglia	120	30	52.5	13.3	0.0	0.0	0.0
Capannori – via di Piaggia	277	34	57.4	18.8	4.0	0.0	0.0
Viareggio – Via Maroncelli	363	29	52.3	8.3	0.8	0.0	0.0
Viareggio – L.rgo Risorgimento	270	56	93.7	59.3	17.0	<b>2.6</b>	0.0

Di seguito si riporta grafico delle concentrazioni medie mensili di tutte le stazioni.



## Episodi acuti

La normativa sopra citata oltre ai valori standard di riferimento definisce anche delle soglie di allarme, di seguito si riportano tali valori soglia ed gli eventuali superamenti.

Inquinante	Soglia di allarme	Casi riscontrati
SO <sub>2</sub>	Conc. > 500 µg/m <sup>3</sup> per 3 h consecutive	Nessuno
NO <sub>2</sub>	Conc. > 400 µg/m <sup>3</sup> per 3 h consecutive	Nessuno
O <sub>3</sub>	Conc oraria. > 240 µg/m <sup>3</sup> per 3 h consecutive	Nessuno

## Conclusioni

Dall'analisi dei dati dell'anno 2004 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- Per il monossido di carbonio e per il biossido di zolfo tutti i valori registrati sono **molto inferiori** ai limiti imposti dalla direttiva europea per cui si può affermare che l'obiettivo per l'anno 2005 verrà sicuramente rispettato;
- Per il benzene, il valore rilevato nel 2004 rispetta già, anche se di poco, il valore limite previsto per l'anno 2010. Stante che il parametro è rilevato in una stazione da traffico, si può ritenere che tale dato sia indicativo anche per le situazioni più critiche.
- Per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) i dati registrati, significativi nella sola stazione di S.Micheletto, non evidenziano il superamento del valore limite annuale per la protezione della salute umana nemmeno per il target relativo al 2010. Tuttavia si ritiene necessario un monitoraggio in un maggior numero di stazioni per avere un quadro più ampio al fine della valutazione .



# ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

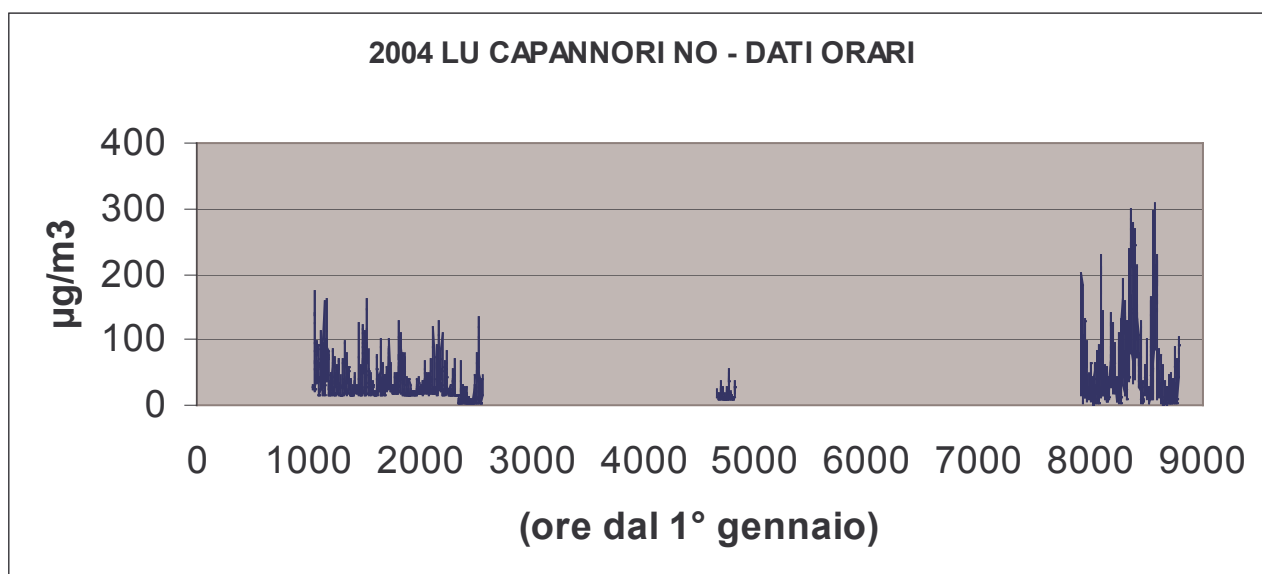
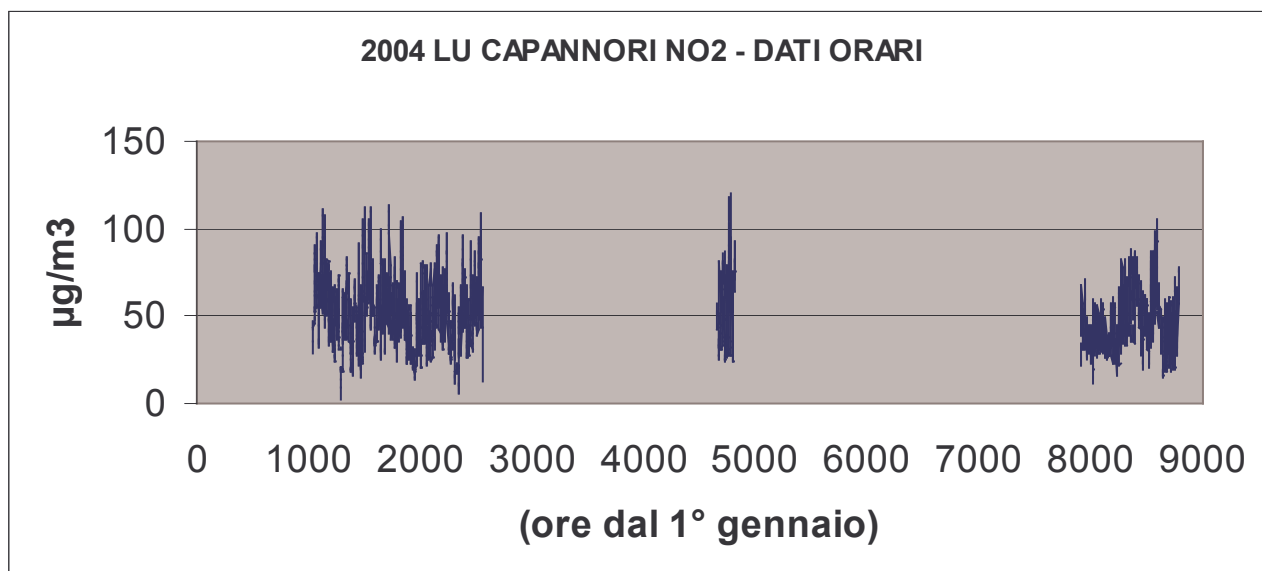
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

- Per il PM10 la situazione è critica perché i valori registrati mostrano un andamento al di sopra dei limiti europei per cui è assai probabile che non venga raggiunto l'obiettivo per il 2005 (fase 1). Ancora più critica appare la situazione se si tiene conto dell'obiettivo al 2010 (fase 2). E' pertanto necessario portare avanti drastiche politiche di riduzione dell'inquinamento.
- La rete di monitoraggio necessita, sia per estendere il monitoraggio degli inquinanti più significativi in tutte le aree, sia per conformarsi agli obiettivi di qualità fissati a livello normativo (con particolare riferimento agli obiettivi di raccolta minima dei dati), di un' incisiva azione di rinnovo del parco strumentale.
- I dati meteo vengono raccolti, di fatto, in modo completo, solo nella stazione di Porcari, sarebbe opportuno attivare almeno una stazione meteo in Versilia.



### Andamenti temporali degli inquinanti monitorati.



# ARPAT

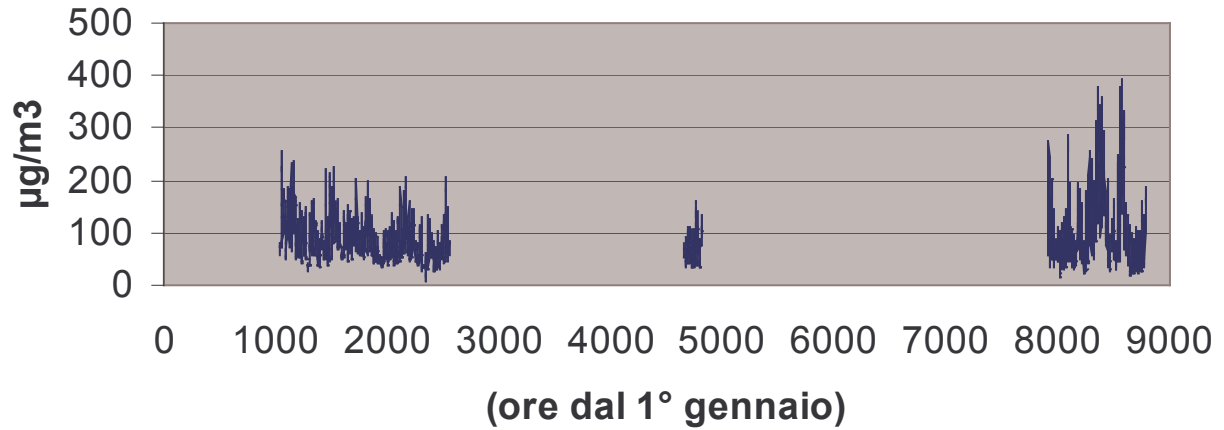
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

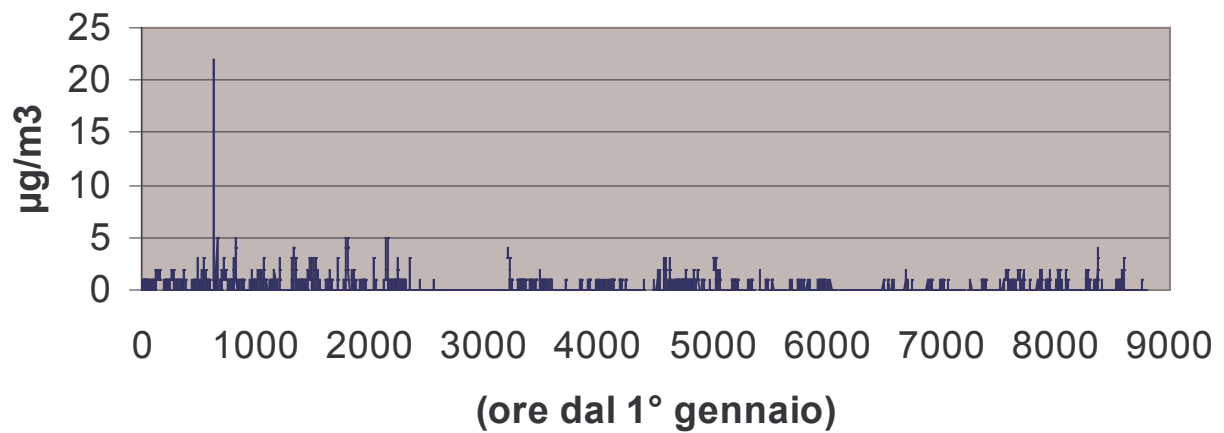
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU CAPANNORI NOX - DATI ORARI



### 2004 LU CAPANNORI SO2 - DATI ORARI





# ARPAT

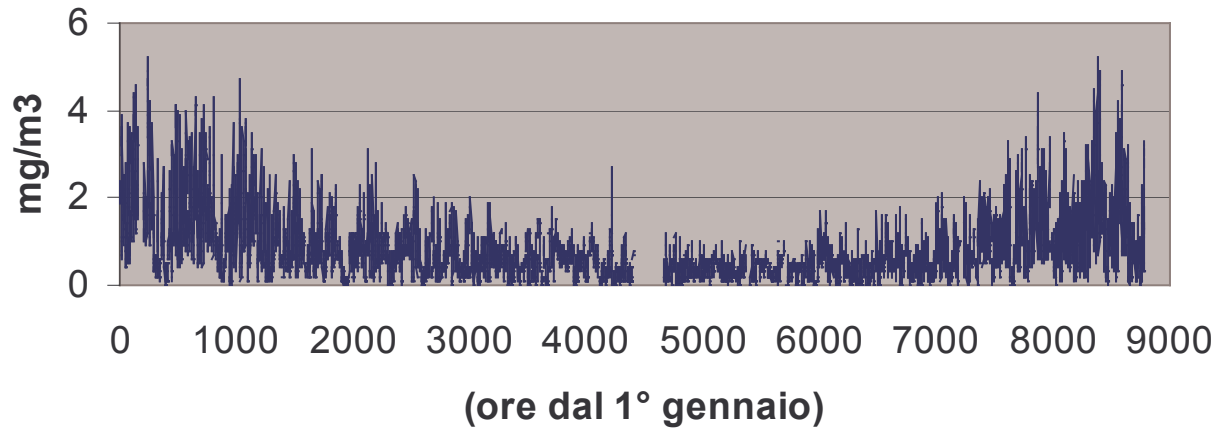
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

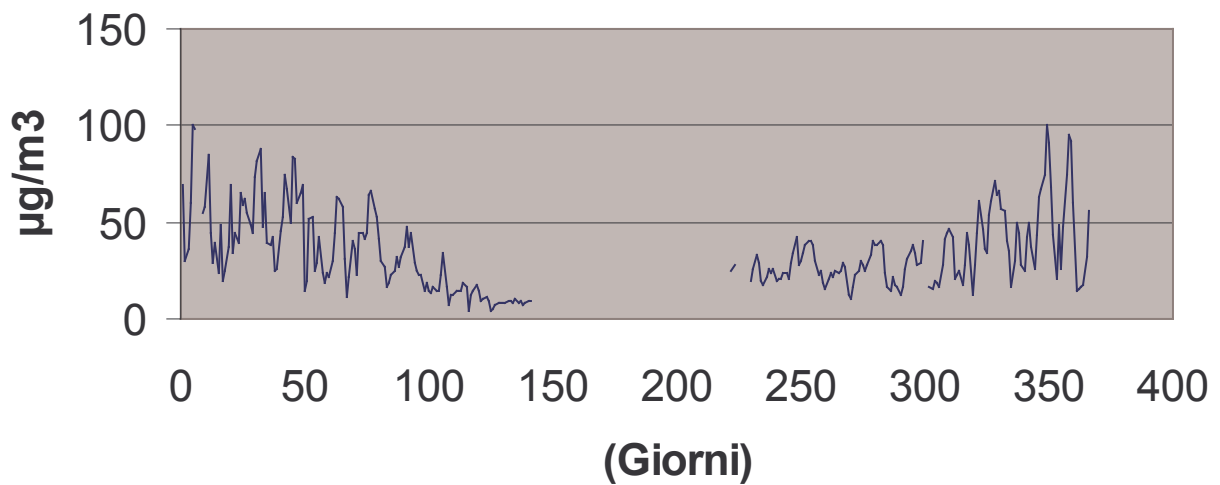
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU CAPANNORI CO - DATI ORARI



### 2004 LU CAPANNORI PM10 - DATI GIORNALIERI



# ARPAT

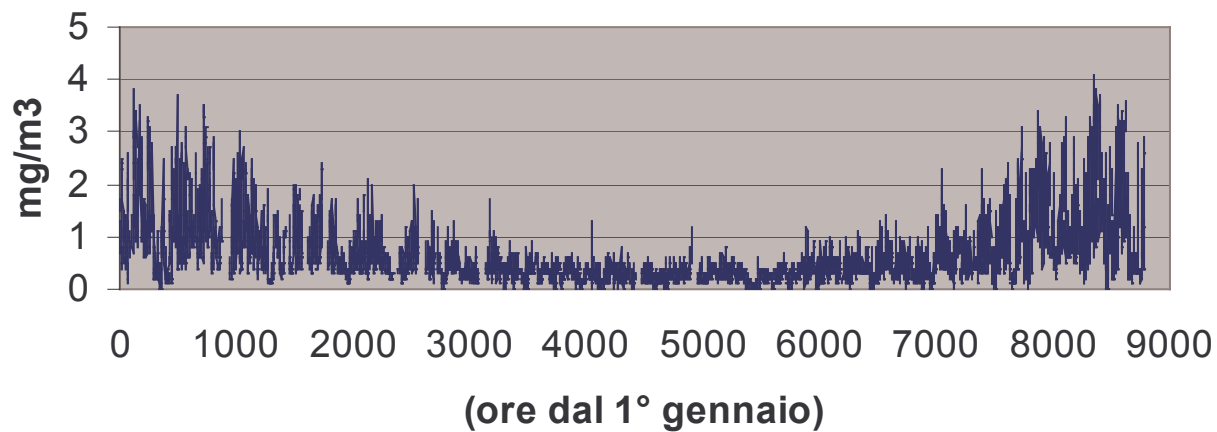
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

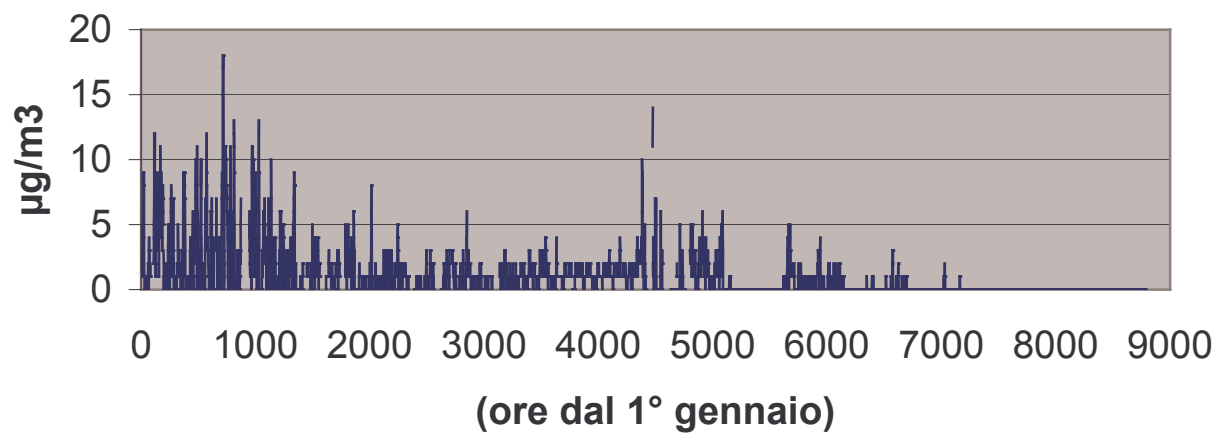
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU PORCARI CO - DATI ORARI



### 2004 LU PORCARI SO2 - DATI ORARI



# ARPAT

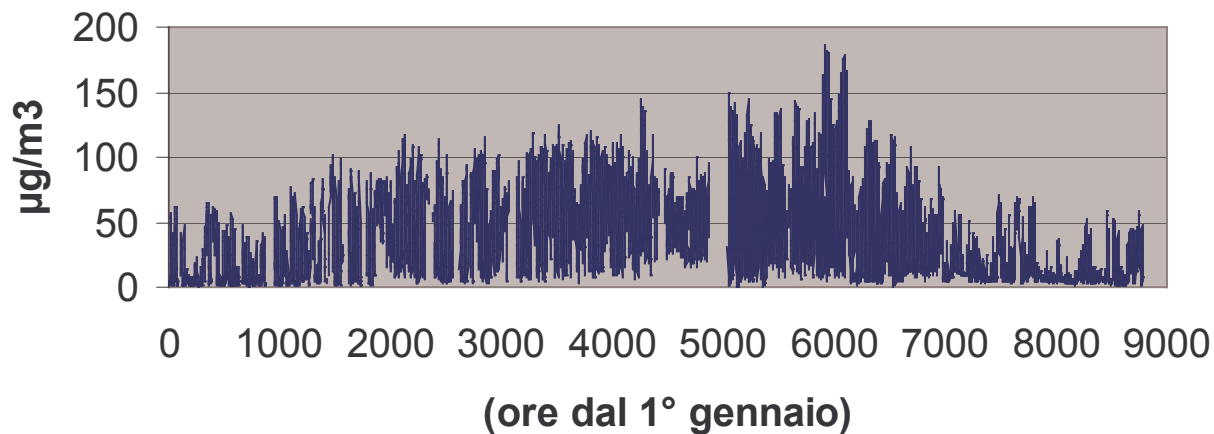
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

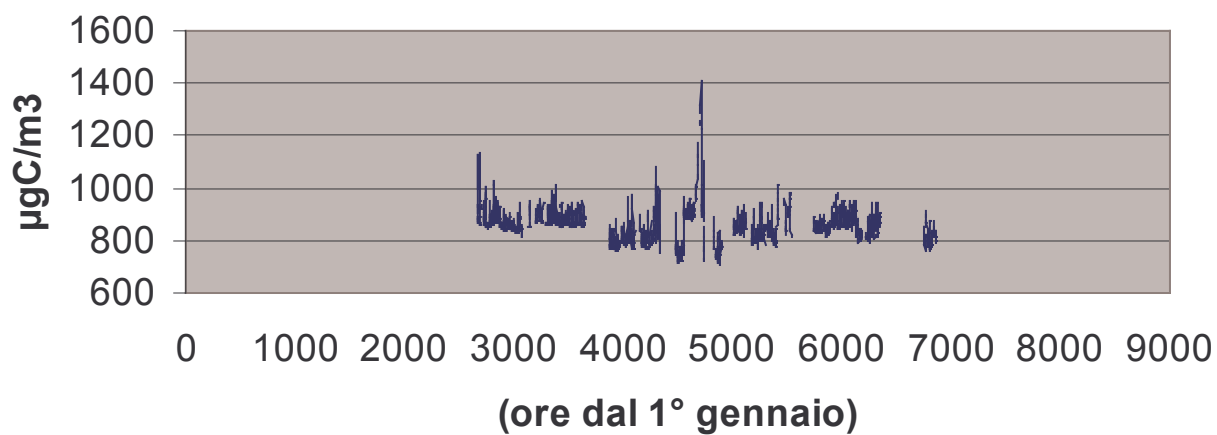
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU PORCARI O3 - DATI ORARI



### 2004 LU PORCARI CH4 - DATI ORARI



# ARPAT

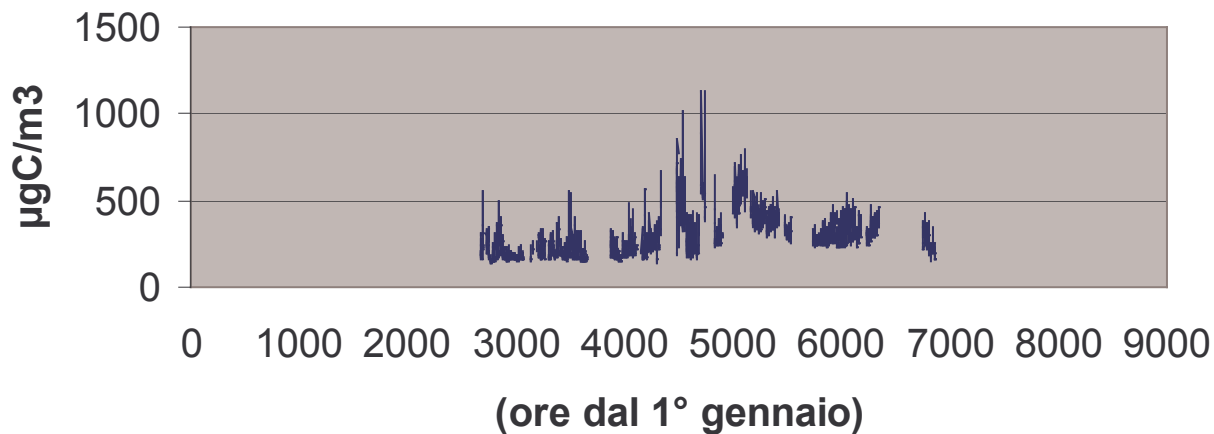
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

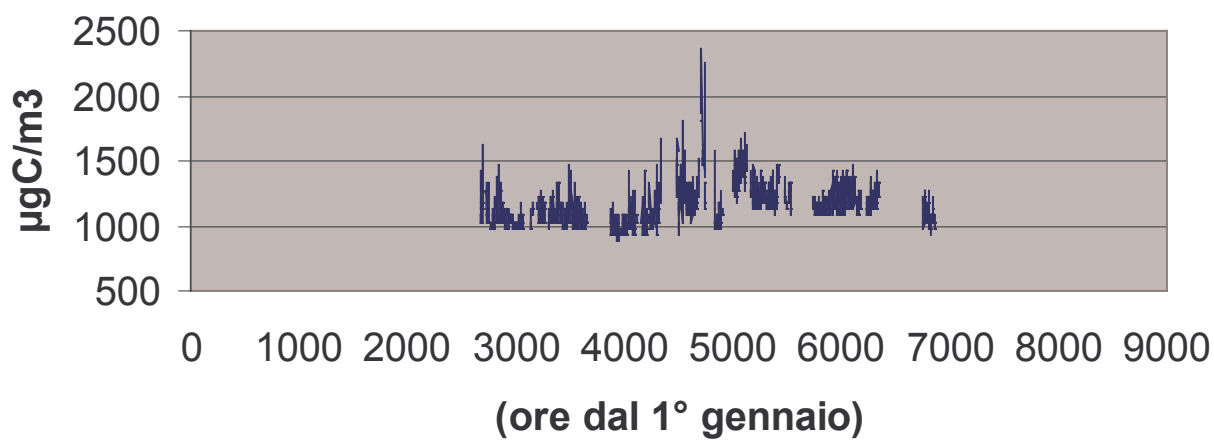
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU PORCARI NMHC - DATI ORARI



### 2004 LU PORCARI THC - DATI ORARI



# ARPAT

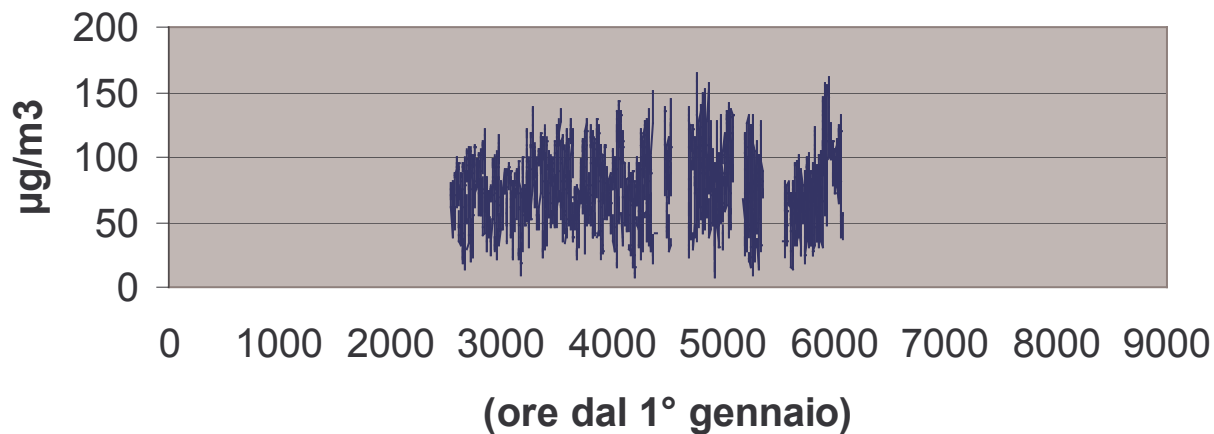
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

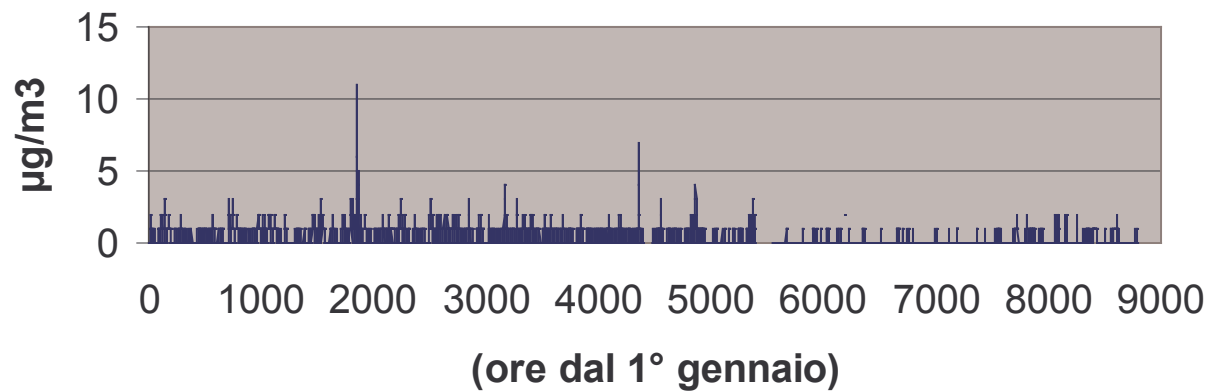
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU CARIGNANO O3 - DATI ORARI



### 2004 LU CARIGNANO SO2 - DATI ORARI



# ARPAT

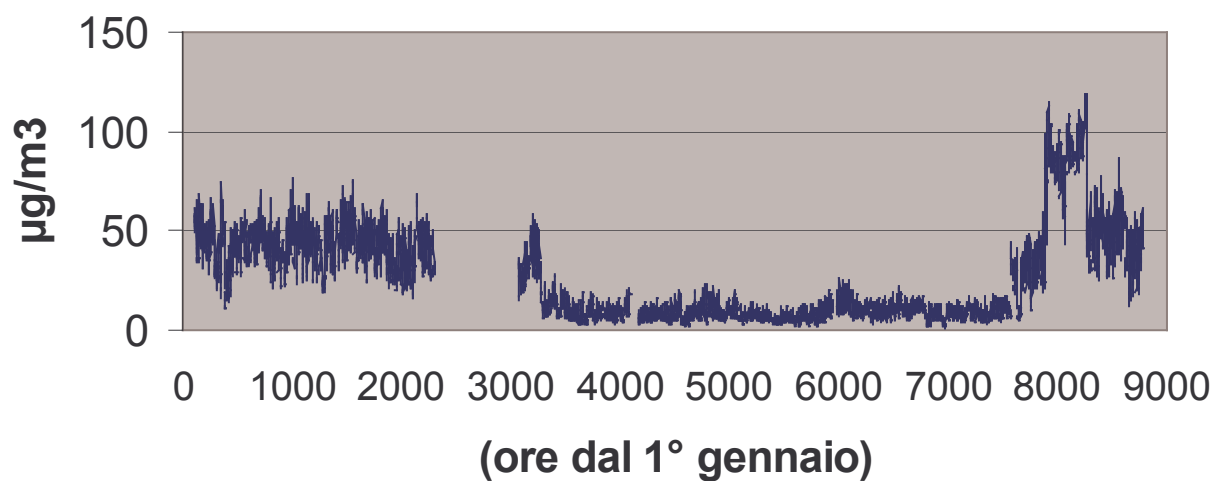
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

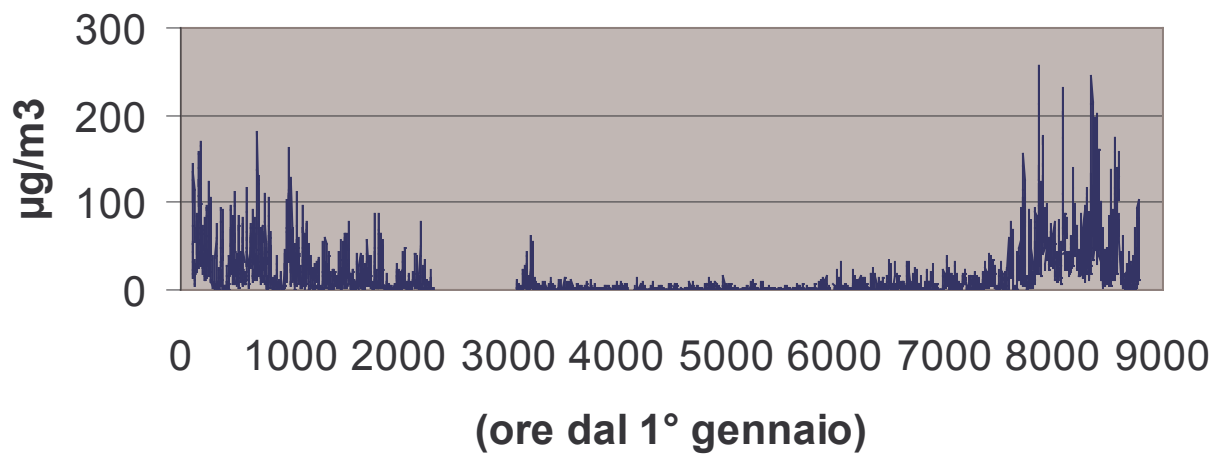
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU S.MICHELETTO N02 - DATI ORARI



### 2004 LU S.MICHELETTO N0 - DATI ORARI



# ARPAT

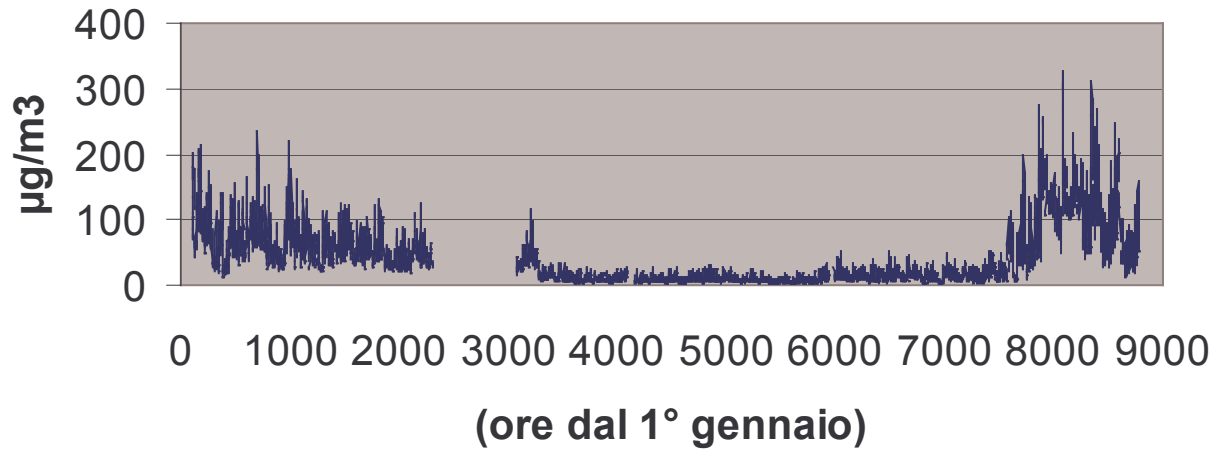
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

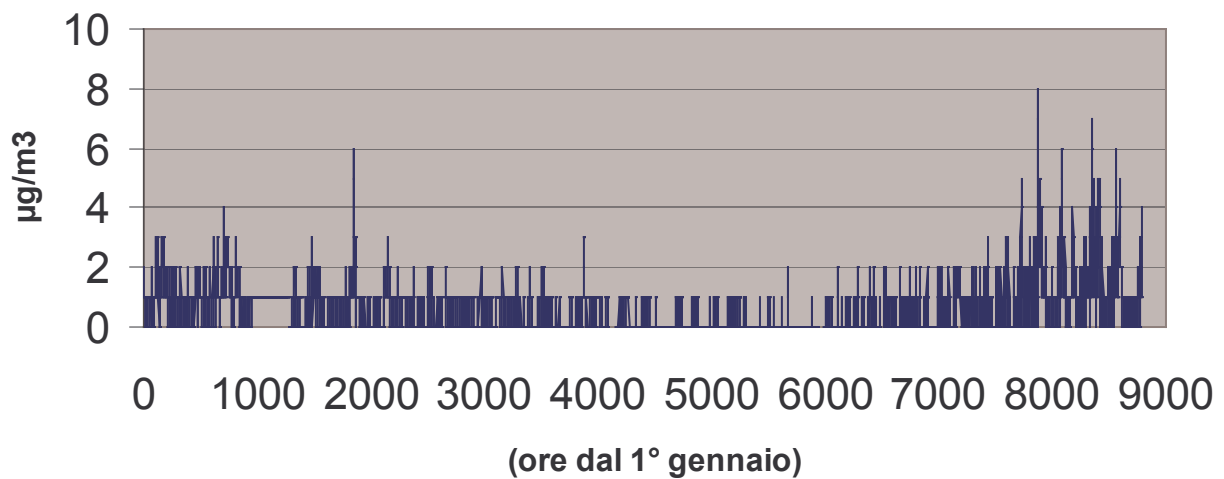
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU S.MICHELETTO NOX - DATI ORARI



### 2004 LU S.MICHELETTO SO2 - DATI ORARI



# ARPAT

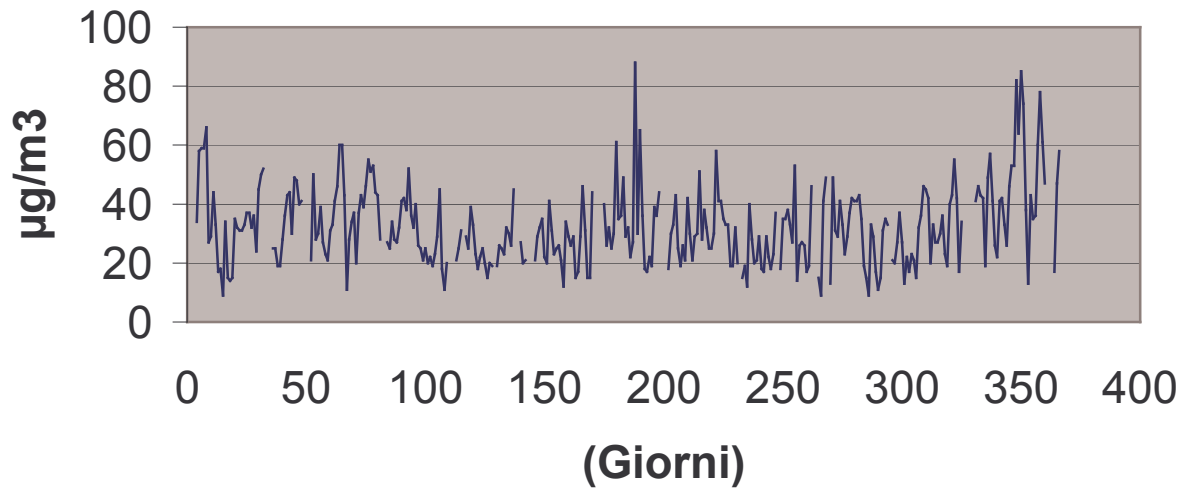
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

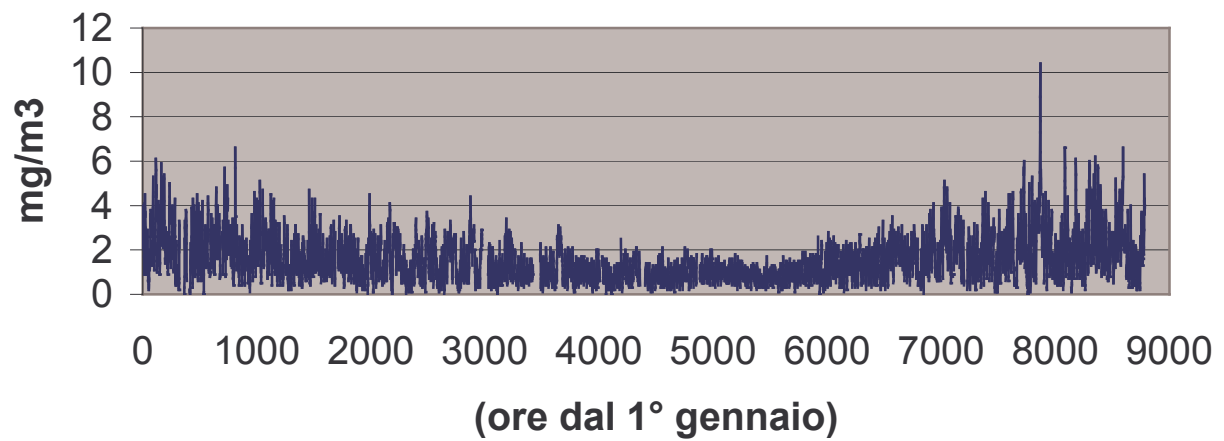
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU S.MICHELETTO PM10 - DATI GIORNALIERI



### 2004 LU VIALE CARDUCCI CO - DATI ORARI





# ARPAT

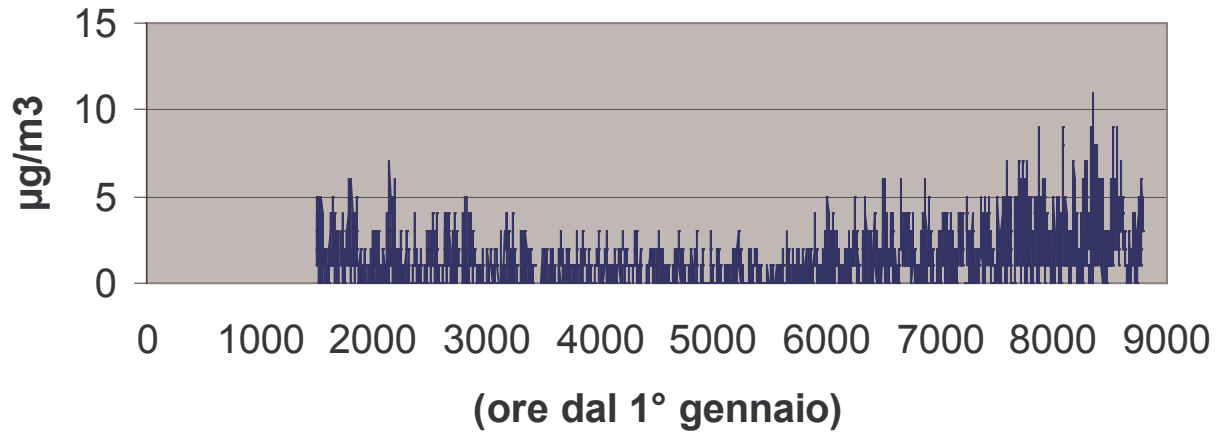
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

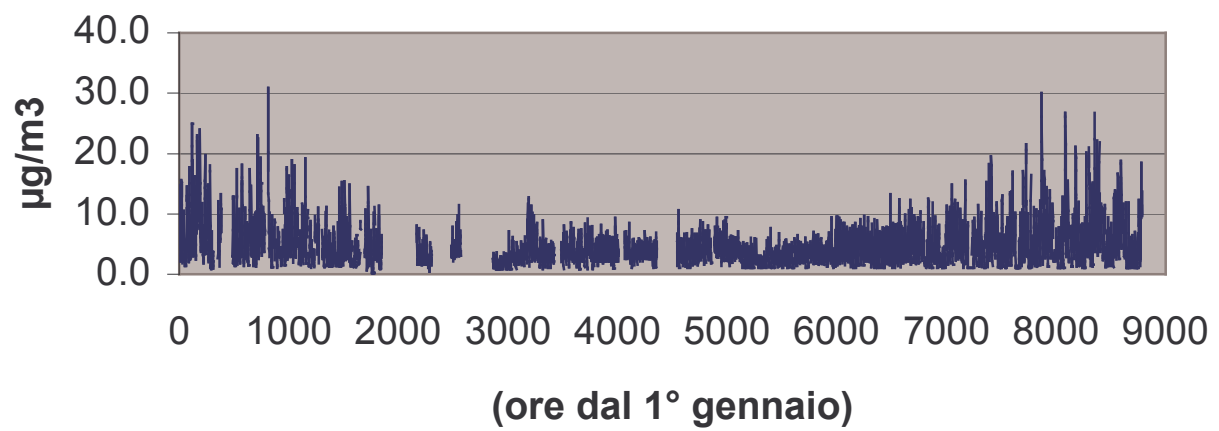
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU VIALE CARDUCCI SO2 - DATI ORARI



### 2004 LU VIALE CARDUCCI BENZENE - DATI ORARI



# ARPAT

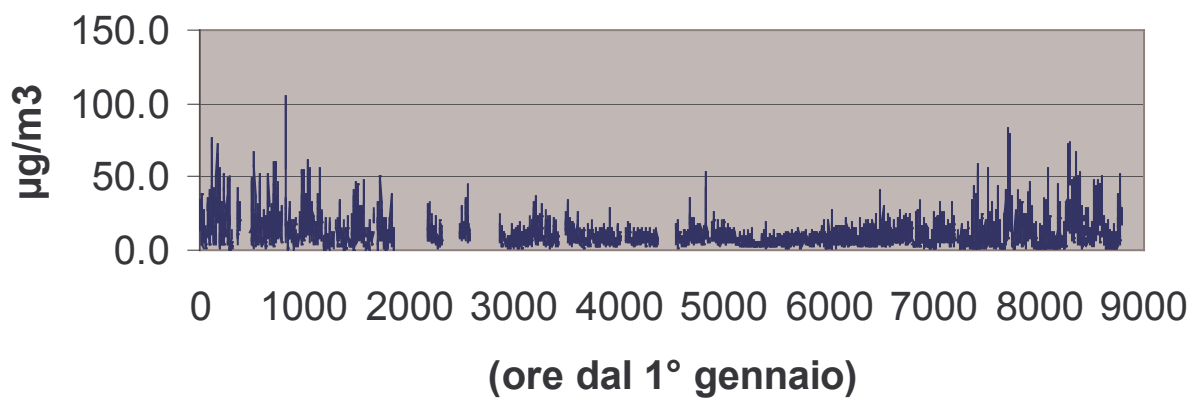
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

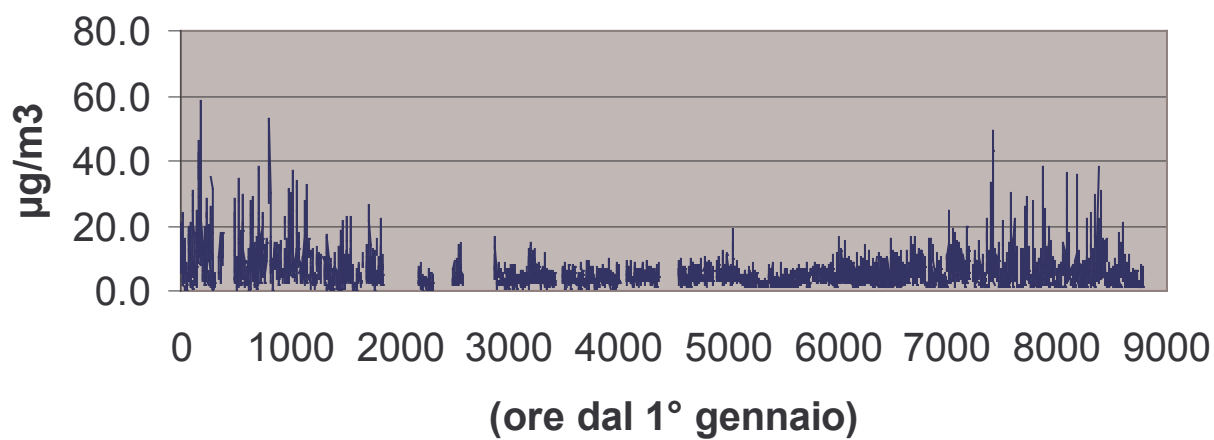
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU VIALE CARDUCCI TOLUENE - DATI ORARI



### 2004 LU VIALE CARDUCCI M-XILENE - DATI ORARI



# ARPAT

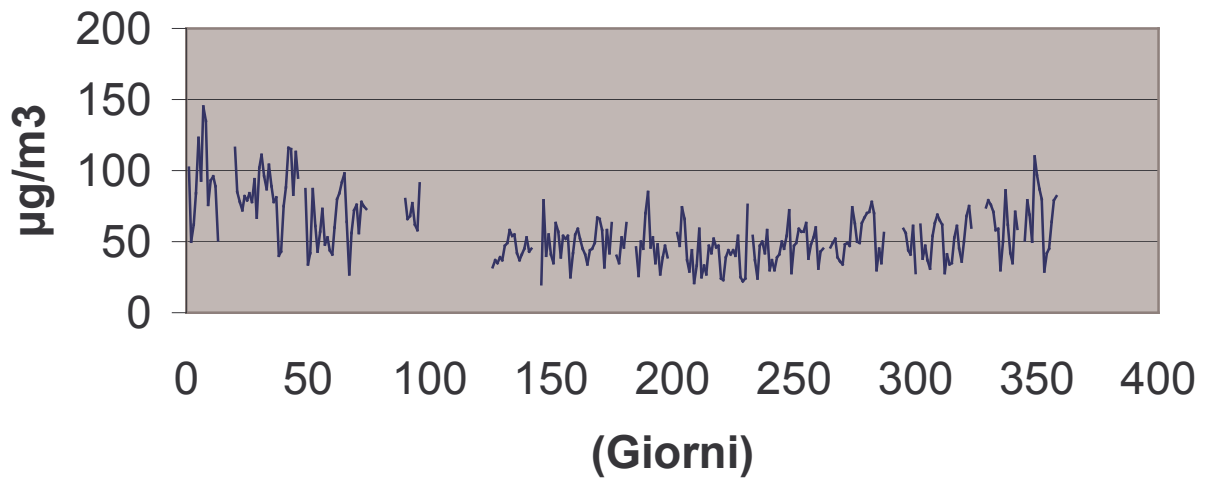
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

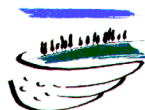
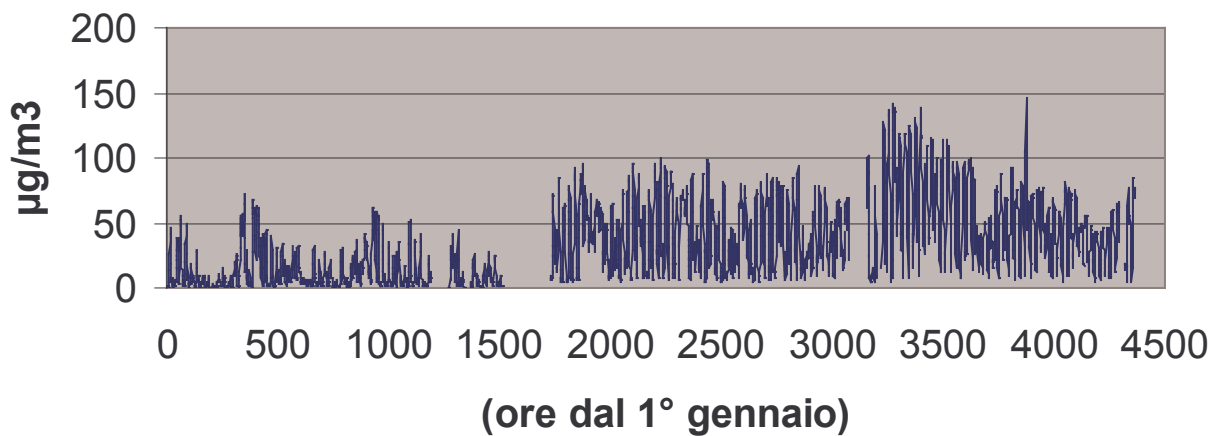
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU VIALE CARDUCCI PM10 - DATI GIORNALIERI



### 1° SEMESTRE 2004 LU PASSAGLIA O3 - DATI ORARI



# ARPAT

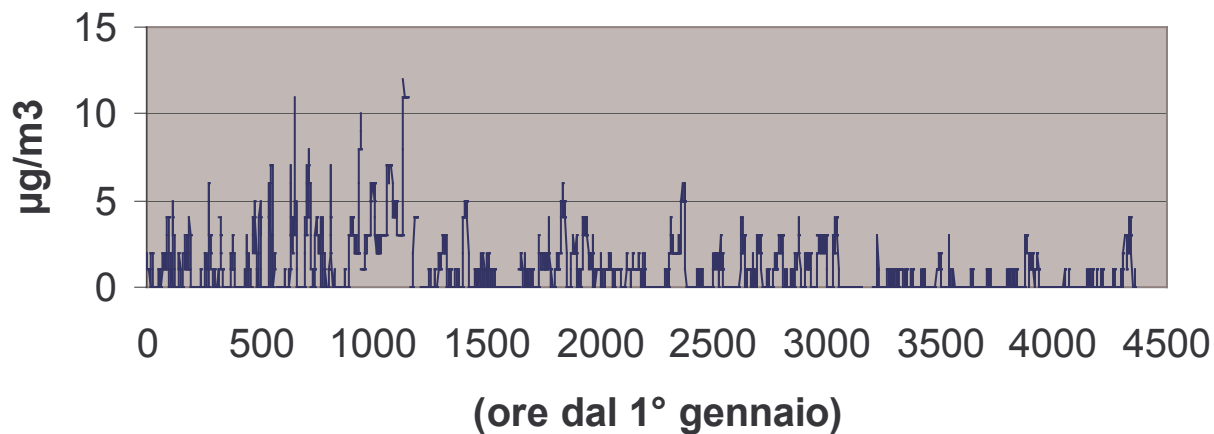
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

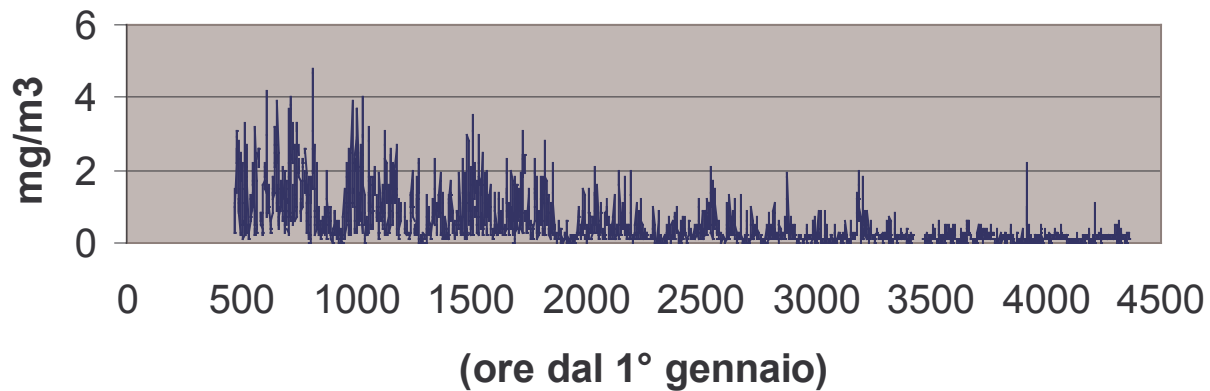
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 1° SEMESTRE 2004 LU PASSAGLIA SO<sub>2</sub> - DATI ORARI



### 1° SEMESTRE 2004 LU PASSAGLIA CO - DATI ORARI



# ARPAT

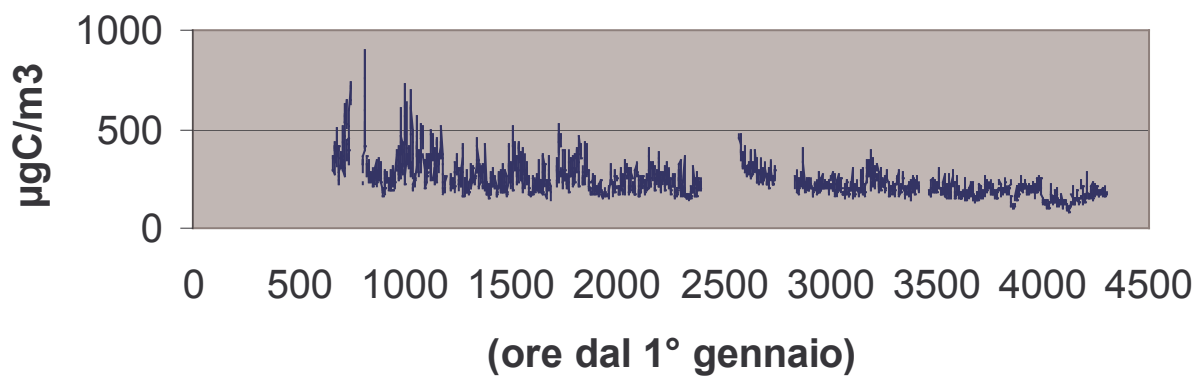
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

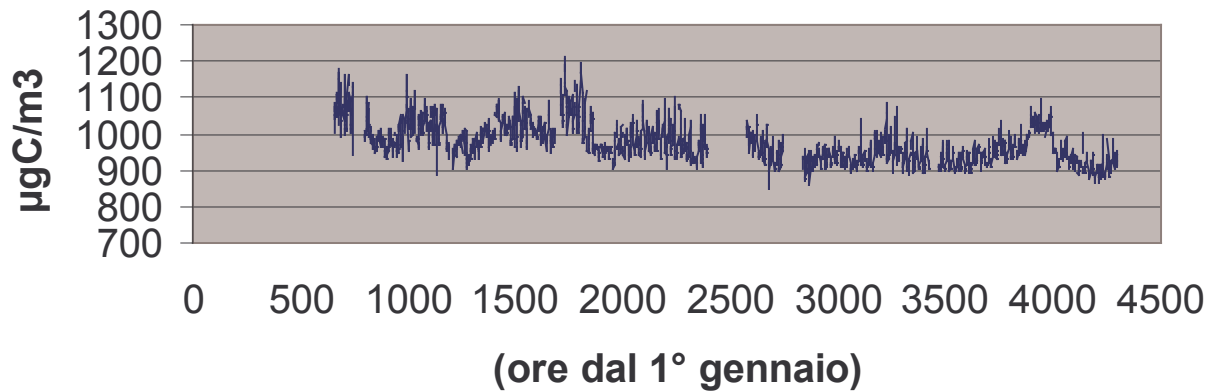
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 1° SEMESTRE 2004 LU PASSAGLIA NMHC - DATI ORARI



### 1° SEMESTRE 2004 LU PASSAGLIA CH4 - DATI ORARI



# ARPAT

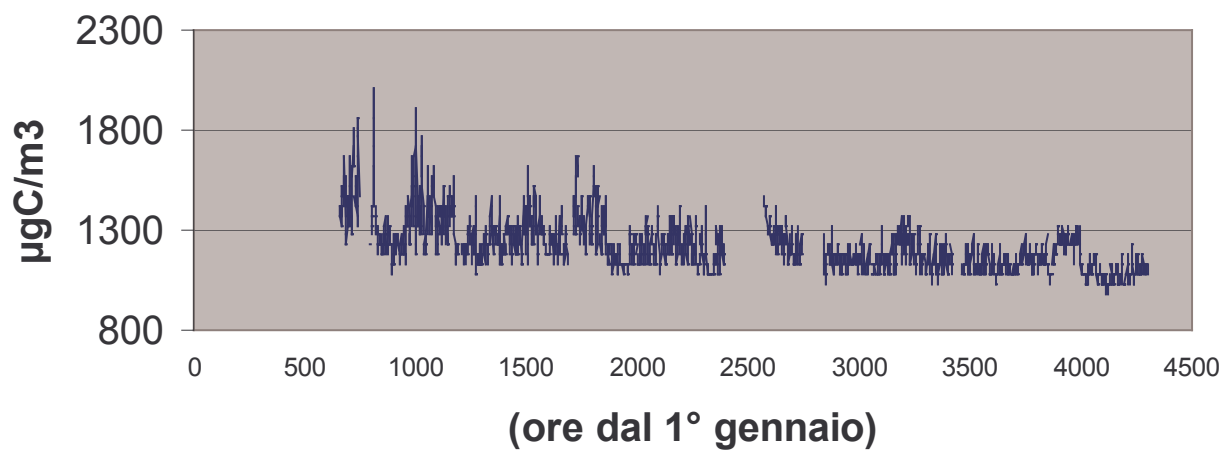
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

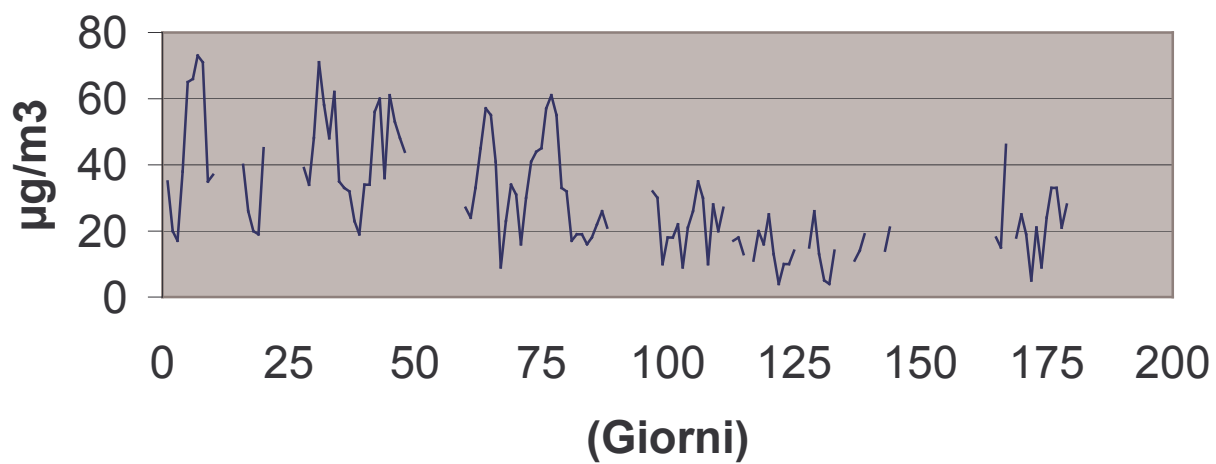
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 1° SEMESTRE 2004 LU PASSAGLIA THC - DATI ORARI



### 1° SEMESTRE 2004 LU VIA PASSAGLIA PM10 - DATI GIORNALIERI



# ARPAT

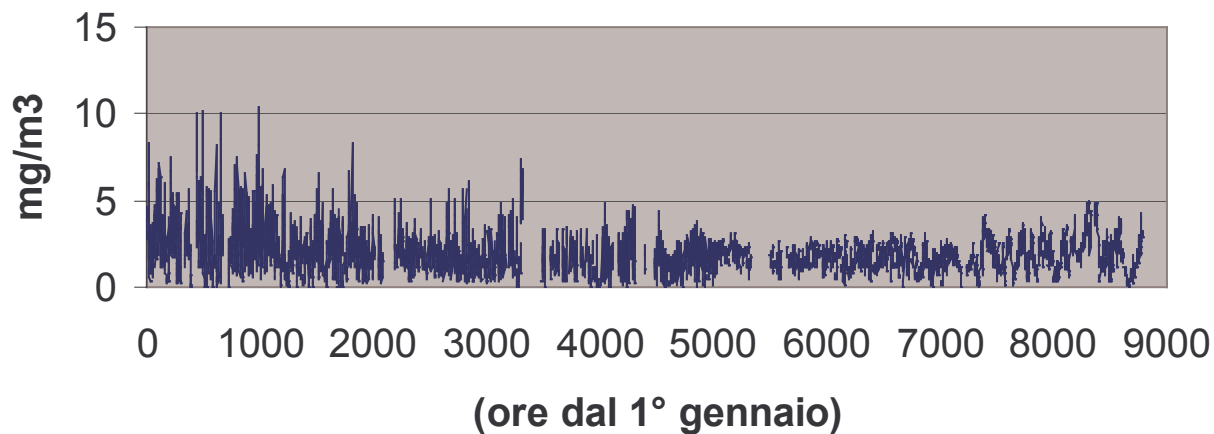
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

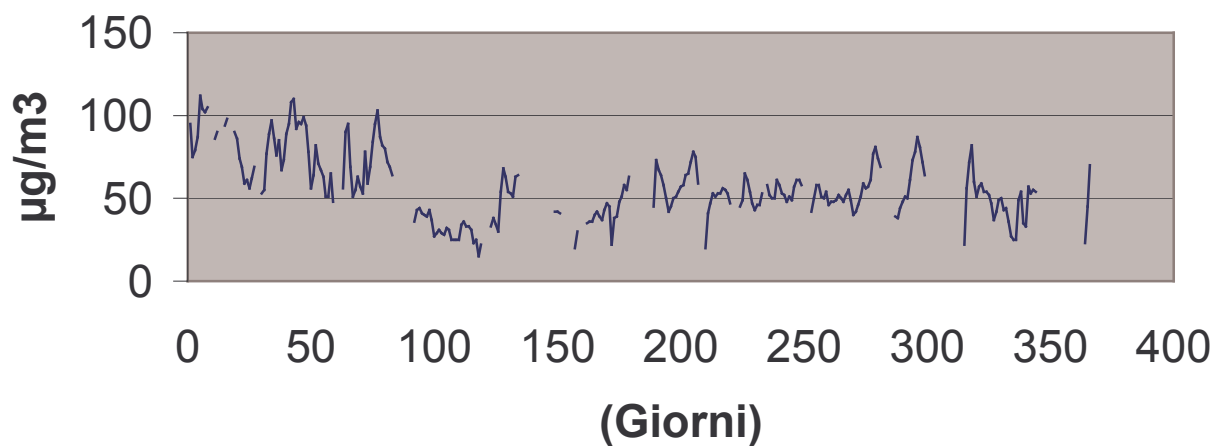
P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU VIAREGGIO L.GO RISORGIMENTO CO - DATI ORARI



### 2004 LU VIAREGGIO L.GO RISORGIMENTO PM10

#### DATI GIORNALIERI



# ARPAT

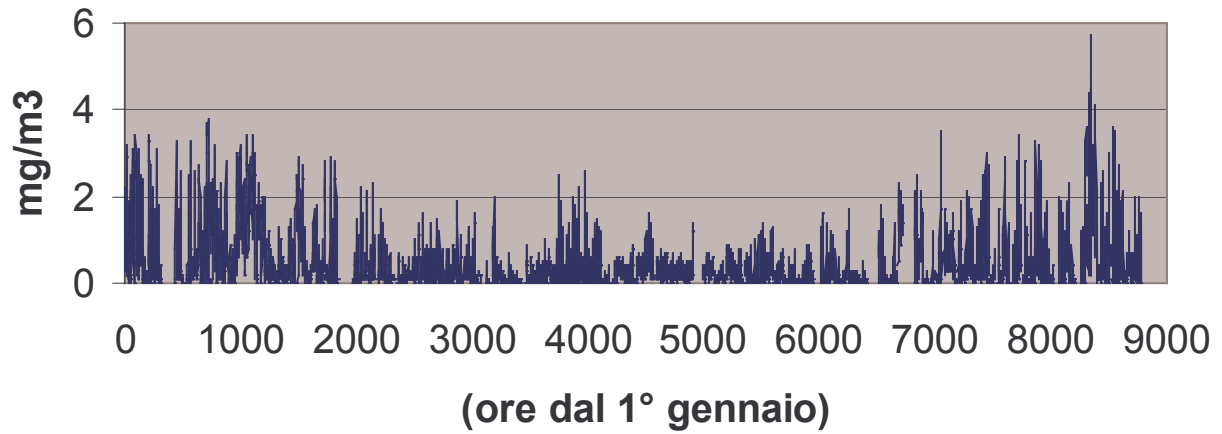
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

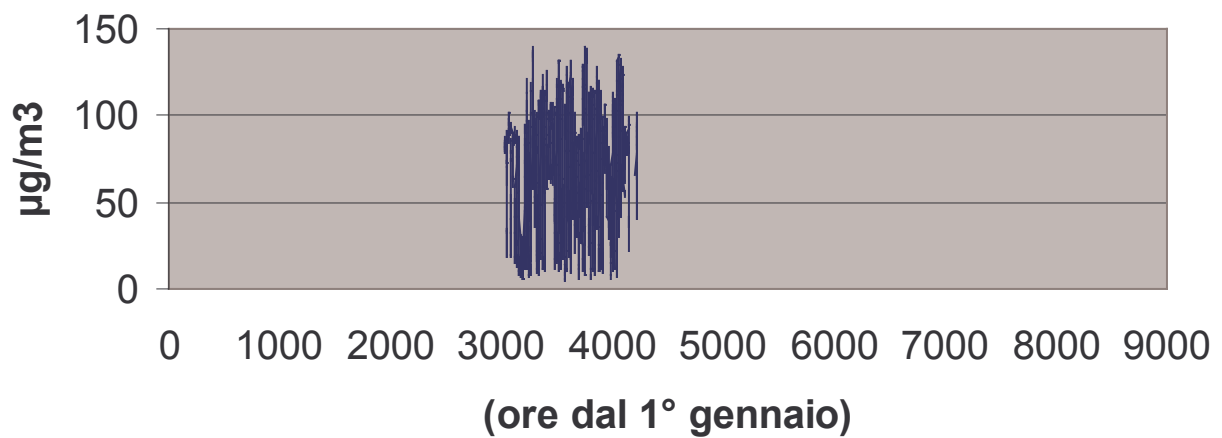
55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU VIAREGGIO VIA MARONCELLI CO - DATI ORARI



### 2004 LU VIAREGGIO VIA MARONCELLI O3 - DATI ORARI





# ARPAT

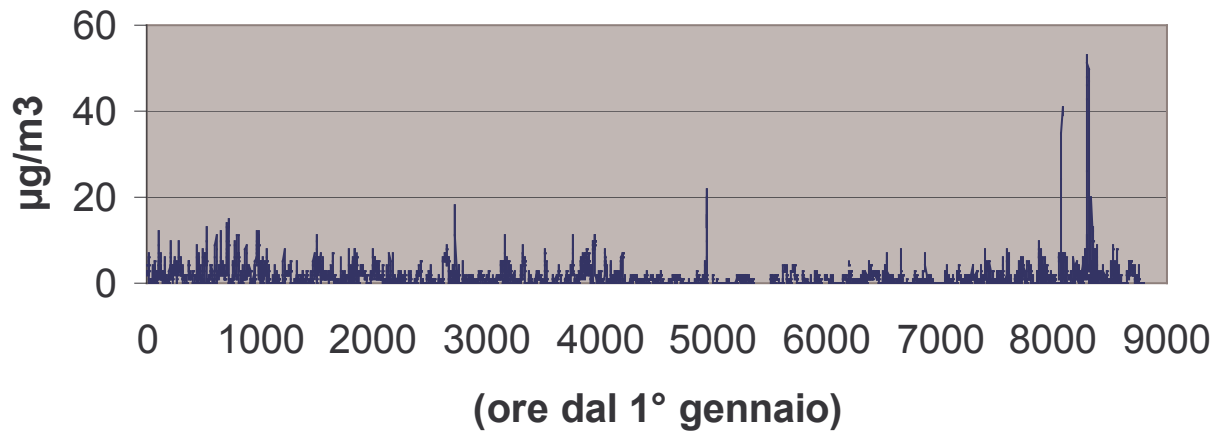
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

## DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI LUCCA

55100 LUCCA Via A. Vallisneri, 6 - Tel. 0583 958711 Fax 0583 958720

P.I. e C.F.: 04686190481

### 2004 LU VIAREGGIO VIA MARONCELLI SO2 - DATI ORARI



### 2004 LU VIAREGGIO VIA MARONCELLI PM10 - DATI GIORNALIERI

