

ARPAT

Agenzia Regionale per la protezione ambientale della Toscana

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI FIRENZE

50144 FIRENZE Via Ponte alle Mosse 211

tel. 05532061 fax 0553206218

Sezione Regionale
Meteorologia e Modellistica

Unità Operativa
Tutela della Qualità dell'Aria
Sezione
Monitoraggio della Qualità dell'Aria

RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITA' DELL'ARIA (DATI DELL'ANNO 2001, Comuni Empoli e Montelupo)

Firenze, agosto 2002

1 Il sistema di monitoraggio.

Nel territorio dei Comuni di Empoli e di Montelupo Fiorentino è presente una rete di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà della Amministrazione Provinciale di Firenze e gestita da questo Dipartimento Provinciale ARPAT, costituita da n° 3 stazioni fisse.

Nella tabella 1 è fornita una descrizione delle postazioni della rete in termini di localizzazione e classificazione.

La composizione della rete è sintetizzata in tabella 2, ove si evidenziano gli inquinanti monitorati in ciascuna stazione.

La rete comprende anche n. 1 stazione per il rilevamento di parametri meteorologici ubicata a Empoli, in località Riottoli (c/o acquedotto).

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua, per ogni stazione ed inquinante, l'insieme dei dati raccolti viene considerato significativo quando il rendimento strumentale è almeno pari al 90%. Il rendimento strumentale è calcolato come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico.

In tabella 3 sono riportati i rendimenti annuali delle postazioni fisse, per ciascun inquinante monitorato.

Tabella 1 = Stazioni fisse di misura nel territorio di Empoli e Montelupo, anno 2001.

comune-ubicazione	Tipo stazione (DM 20/5/91) (*)	Caratteristiche del sito	distanza strada ad alto traffico (m)	quota s.l.m. (m)
Montelupo- Via Don Milani	B	Area residenziale	30	35
Montelupo - Pratelle	I	Area industriale	n.p.	31
Empoli - Ridolfi	C	Sito ad alto traffico	3	28

n.p. = non pertinente

(*) B=area residenziale; C=sito ad alto traffico; I=area industriale

Tabella 2 = Stazioni fisse e inquinanti monitorati¹.

Stazione	CO	NO _x	O ₃	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5} (1)
Montelupo- Via Don Milani		X	X		X	
Montelupo - Pratelle		X	X		X	X
Empoli - Ridolfi	X	X		X	X	

(1) misura attivata in via sperimentale, alternativamente con quella di PM10.

Tabella 3 = Rendimento % degli analizzatori delle postazioni fisse (anno 2001).

Stazione	CO	NO _x	O ₃	SO ₂	PM ₁₀
Montelupo- Via Don Milani		94	100		96(*)
Montelupo - Pratelle		98	99		85(**)
Empoli - Ridolfi	100	99		100	95

N.P. = analizzatore non presente nella stazione

N.D. = dato non disponibile

(*) compreso PM2.5

(**) nel periodo di attivazione dello strumento ovvero 1° trimestre 2001

¹ Legenda:

CO = monossido di carbonio

NO_x = ossidi di azoto totali, ovvero monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO₂)

O₃ = ozono

SO₂ = biossido di zolfo (anidride solforosa)

PM₁₀ = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron

PM_{2.5} = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 micron

L'analizzatore di PM10 della stazione Montelupo Don Milani è stato disattivato dal mese di aprile. L'analizzatore di PM10 della stazione Montelupo Pratelle è stato dotato di dispositivo accessorio per la determinazione di PM2.5 alternativamente alla misura di PM10 (circa 15 gg/mese). Con l'esclusione dei dati di PM10 di Montelupo Don Milani, non rappresentativi dell'intero anno solare, i dati complessivi possono essere ritenuti utili ai fini del calcolo degli indicatori su base annuale, in particolare di quelli definiti come media. Nel caso degli indicatori definiti come quantità di superamenti di determinate soglie (orarie, pluriorarie, giornaliere), l'incompletezza del periodo di rilevamento conduce ad una sottostima che, in taluni casi, potrebbe essere rilevante. Per meglio approssimare il valore vero dell'indicatore si è valutata l'incidenza percentuale della quantità di superamenti rispetto al numero effettivo dei dati validi.

2 Risultati.

Si considerano le serie di dati raccolti nelle stazioni della rete di monitoraggio. Per ciascun inquinante vengono mostrate le elaborazioni degli indicatori fissati e il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla recente normativa europea e recepiti con il D. M. Ambiente n. 60/02² o, per l'inquinante ozono, in corso di recepimento (Direttiva 2002/3/CE). Il rispetto dei limiti viene richiesto entro determinati termini temporali, riassunti nella tabella seguente:

<u>per la protezione della salute umana</u>		
	Biossido di zolfo	1 gennaio 2005
	Biossido di azoto	1 gennaio 2010
	Polveri PM10	1 gennaio 2005
	Monossido di carbonio	1 gennaio 2005
	Ozono	1 gennaio 2010
<u>per la protezione degli ecosistemi</u>		
	Biossido di zolfo	19 luglio 2001
<u>per la protezione della vegetazione</u>		
	Biossido di azoto	19 luglio 2001
	Ozono	1 gennaio 2010

In realtà, la normativa europea definisce per ciascun inquinante (salvo l'ozono) specifici margini di tolleranza che si riducono progressivamente fino al conseguimento del pieno rispetto della norma, entro le date sopra indicate. Tali margini di tolleranza hanno un significato meramente operativo mentre quello di tutela sanitaria/ambientale è associato unicamente ai valori fissati per le scadenze indicate.

Anche per semplicità, tuttavia, in prima istanza nella presente relazione il confronto tra le concentrazioni rilevate e i limiti di legge viene effettuato relativamente a quelli "finali", prescindendo dai margini di tolleranza. Ciò consente di individuare con maggiore immediatezza le sostanze per le quali, anche in prospettiva, si rende necessaria l'adozione di adeguate politiche di risanamento, ma anche quelle per le quali risultano già (in tutto o in parte) rispettati i limiti che entreranno pienamente in vigore solo nel 2005 o nel 2010.

In fase di discussione conclusiva viene comunque effettuato il confronto con i limiti maggiorati dei margini di tolleranza validi nel 2001 e nel 2002, scelta che consente di meglio evidenziare le priorità nelle azioni di risanamento a carico delle Amministrazioni locali.

Gli indicatori fissati come soglia di allarme o di informazione, idonei al riconoscimento di episodi acuti, risultano pienamente in vigore.

² Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Decreto 2 aprile 2002, n. 60 (S.O.G.U. n. 77/L del 13 aprile 2002).

2.1. Polveri (PM10 e PM2.5).

Tabella 4 = PM10.

	Limite di rif.	Montelupo Pratelle	Empoli Ridolfi
dati validi n°		163 (1)	351
Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	38	30
Valori giornalieri $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n°	35	32	27

(1) in alternanza con la misura di PM2.5 (15 gg/mese)

Ambedue i limiti di riferimento sono fissati "per la protezione della salute umana".

Si osservi che nella stazione Empoli Ridolfi i limiti di riferimento appaiono rispettati mentre nella stazione Montelupo Pratelle la media annuale e il numero di casi in cui si supera il valore limite per lo standard giornaliero sono prossimi al limite fissato. Considerato che il numero di dati validi è circa la metà del teorico, per la stazione Pratelle si può ragionevolmente supporre un ampio superamento dello standard annuale definito come superamento del valore giornaliero pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In ottemperanza alle indicazioni della normativa, in tale stazione è stato attivato il monitoraggio della frazione di polveri con granulometria inferiore a 2.5 micron (PM2.5), in alternanza con quella di PM10. Per questo parametro non sono stabiliti valori limite di riferimento a livello europeo mentre l'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (EPA) ha indicato il valore della media annuale pari a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabella 5 = PM2.5

	Limite di rif	Montelupo Pratelle
dati validi n°		143 (1)
Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	26

(1) in alternanza con la misura di PM10 (15 gg/mese)

Si osservi che questo inquinante supera il valore di riferimento.

2.2. Biossido di zolfo.

Tabella 6 = SO2

	Limite di rif.	Empoli Ridolfi
dati orari validi n°		8068
medie orarie $>350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n°	24	0
dati giornalieri validi n°		352
medie giornaliere $>125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n°	3	0
media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	4
media invernale (1/10/01-31/3/02) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	4

I limiti stabiliti in termini di ricorrenze di superamento di soglie su media oraria e media giornaliera sono fissati "per la protezione della salute umana". Quelli in termini di media annuale e media invernale sono fissati "per la protezione degli ecosistemi".

Si osservi che tutti i limiti di riferimento sono ampiamente rispettati.

2.3. Monossido di carbonio.

Tabella 7 = CO

	Limite di rif.	Empoli Ridolfi
dati validi n°		8736
Medie mobili di 8 h $>10 \text{mg}/\text{m}^3$ n°	0	0
Max media mobile di 8 h mg/m^3		3,5

Il limite, stabilito come valore della media mobile di 8 ore da non superare, è fissato "per la protezione della salute umana".

Si osservi che lo standard appare rispettato con ampio margine, considerato il valore massimo dell'indicatore.

2.4. Biossido di azoto e ossidi di azoto totali.

Tabella 8 = NO₂

	Limite di rif.	Montelupo Don MIlani	Montelupo Pratelle	Empoli Ridolfi
dati validi n°		8228	7795	8318
Valori orari >200 µg/m ³ n°	0	0	0	0
media annuale µg/m ³	40	28	29	59

Ambedue i limiti sono fissati "per la protezione della salute umana".

Si osservi che mentre l'indicatore "superamento soglia oraria" risulta rispettato in tutte le stazioni, la media annuale è superata nelle stazioni di Empoli Ridolfi.

Tabella 9 = NO_x

	Limite di rif.	Montelupo Don MIlani	Montelupo Pratelle	Empoli Ridolfi
dati validi n°		8228	7795	8318
media annuale come NO ₂ µg/m ³	30	44	52	118

Il limite è fissato "per la protezione della vegetazione".

Si osservi che risulta ampiamente superato in tutte le stazioni.

2.5. Ozono

Tabella 10 = O₃

	Limite di rif.	Montelupo Don MIlani	Montelupo Pratelle
Dati validi n°		8617	8072
giorni con media mobile 8 h >120 µg/m ³ n°	25	24	40
AOT40 dati validi n°		1075	1045
AOT40 µg/m ³ *h	18000	15248	27243

I limiti sono definiti come "valore bersaglio" dalla Direttiva 2002/3/C. Il limite espresso come quantità di giorni in cui si supera la soglia della media mobile di 8 ore pari a 120 µg/m³, è fissato "per la protezione della salute umana". Quello in termini di AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m³, ovvero 40 ppb, calcolata nel periodo 1 maggio-31 luglio nella fascia oraria 8-20), è fissato "per la protezione della vegetazione".

Si osservi che ambedue i limiti sono superati o sono prossimi alla soglia in ambedue le stazioni di rilevamento.

2.6. Episodi acuti

La nuova normativa più volte citata, oltre ai valori standard di riferimento già indicati, fissa dei limiti di concentrazione definiti come "soglia di allarme" per gli inquinanti in grado di determinare effetti acuti sulla popolazione.

Nella tabella 11 si riassumono i valori soglia e si indicano le ricorrenze di superamento riscontrate.

Tabella 11 = Soglie di allarme e casi rilevati (DM 2.4.2002 e Direttiva 2002/3/CE).

inquinante	Indicatore di soglia di ALLARME	Casi rilevati
SO ₂	Concentrazione oraria > 500 µg/m ³ per 3 h consecutive.	Nessuno
NO ₂	Concentrazione oraria > 400 µg/m ³ per 3 h consecutive.	Nessuno
O ₃	Concentrazione oraria >240 µg/m ³	Nessuno

Per l'ozono è stata fissata anche una soglia "di informazione" al valore della media oraria pari a 180 µg/m³. Il dettaglio dei superamenti riscontrati è mostrato in tabella 12.

Tabella 12 = Ozono: superamenti della soglia di informazione pari a 180 µg/m³ (Direttiva 2002/3/CE).

	Montelupo Don Milani	Montelupo Pratelle
n° val orari > 180 µg/m ³	0	15

In base alle norme tecniche ex D.M. Ambiente 25.11.1994, i giorni in cui è stato riscontrato lo stato di ATTENZIONE (superamento della soglia oraria pari a 180 µg/m³) sono indicati nella tabella 13.

Tabella 13 = O₃: stati di ATTENZIONE (DM 25.11.1994).

N° giorni	data	stazione	Valore orario max µg/m ³	N° ore >180 µg/m ³
5	24 giugno	Montelupo Pratelle	184	2
	25 giugno	Montelupo Pratelle	202	4
	26 giugno	Montelupo Pratelle	205	2
	1 agosto	Montelupo Pratelle	205	4
	2 agosto	Montelupo Pratelle	205	3

Non si sono verificati stati di ALLARME.

La Regione Toscana ha recentemente emanato la Deliberazione GR 116/02 che introduce gli stati di attenzione/allarme anche per PM₁₀. Nel 2001 tale norma non era in vigore. Tuttavia abbiamo elaborato i dati del 2001 per verificare quando si sarebbero riconosciuti gli stati significativi³ in base ai criteri e ai parametri di tale norma. E' risultato che, durante il mese di ottobre, nella stazione Montelupo Pratelle si sono registrati valori pari o superiori alla soglia di attenzione per 17 giorni consecutivi, dal 3 al 19 (range 50-63 µg/m³) mentre nella stazione Empoli Ridolfi la serie di valori elevati si è verificata per 4 giorni consecutivi, dal 16 al 19 (range 56-65 µg/m³). In base ai criteri tecnici applicati all'area in oggetto, sarebbero stati dichiarati n. 12 giorni consecutivi di stato di attenzione (dal 8 al 19 ottobre).

³ Lo stato di attenzione/allarme per PM₁₀ viene riconosciuto dopo 5 giorni di raggiungimento della rispettiva soglia (50 µg/m³ quella di attenzione, 75 µg/m³ quella di allarme) in almeno il 50% delle stazioni di rilevamento dell'area.

3. Gli andamenti temporali degli inquinanti atmosferici.

Nel presente paragrafo si sintetizza l'andamento degli inquinanti atmosferici sull'intera area e si confrontano i livelli attuali con quelli storici rilevati mediante la rete di monitoraggio. Si tenga conto che non si dispone degli indicatori su base annuale per tutti gli inquinanti e per tutte le stazioni per motivi che possono essere riconducibili a:

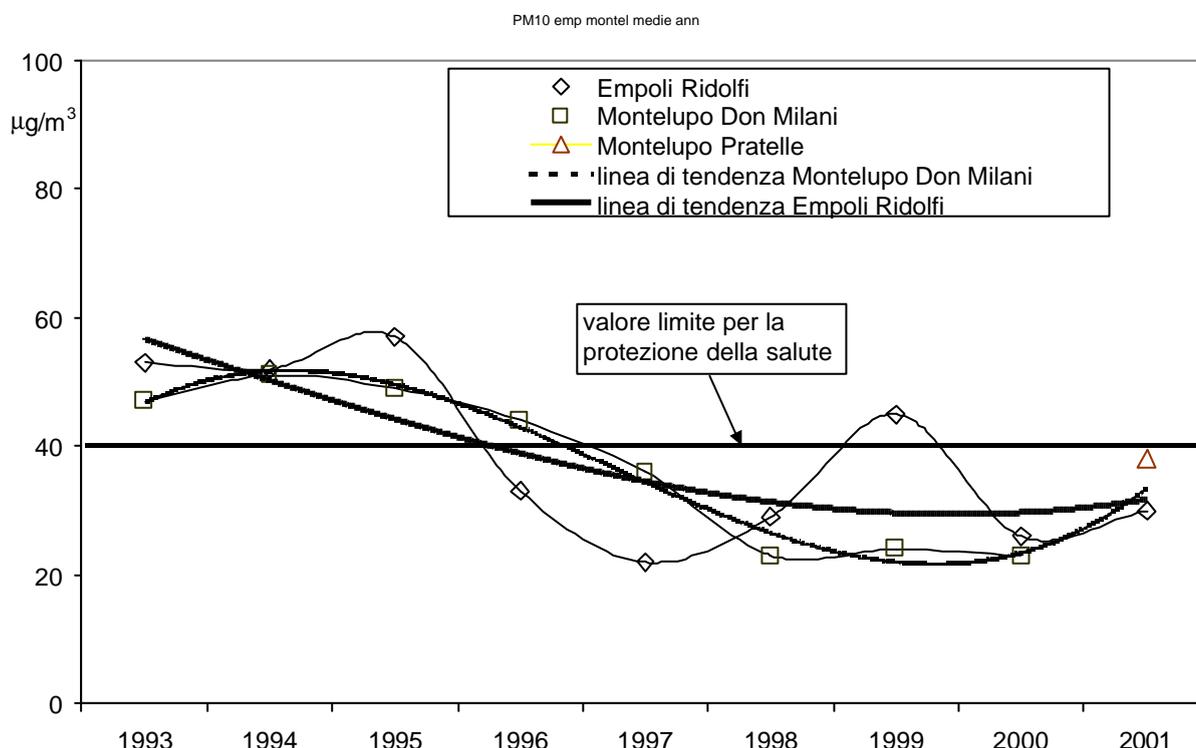
- inopportunità di rilevamento di uno specifico inquinante in tipologie di sito non idonee (è il caso tipico dell'ozono di cui non è congruo il monitoraggio in siti a relativa distanza dalle sorgenti quali il traffico)
- progressiva attivazione di stazioni e di analizzatori nel corso degli anni
- mancanza di dati per fuori servizio delle stazioni o di analizzatori a causa di guasti o spostamenti o incidenti.

In ogni caso, l'indicatore annuale definito come concentrazione media viene mostrato solo se valido secondo i criteri definiti dalla normativa, l'indicatore definito come quantità di superamento soglia viene mostrato in termini di incidenza percentuale sui numero di dati disponibili.

3.1. Polveri (PM10).

Nella figura 1 si mostrano le concentrazioni medie annuali di PM10 rilevate dal 1993 e le tracce delle linee di tendenza.

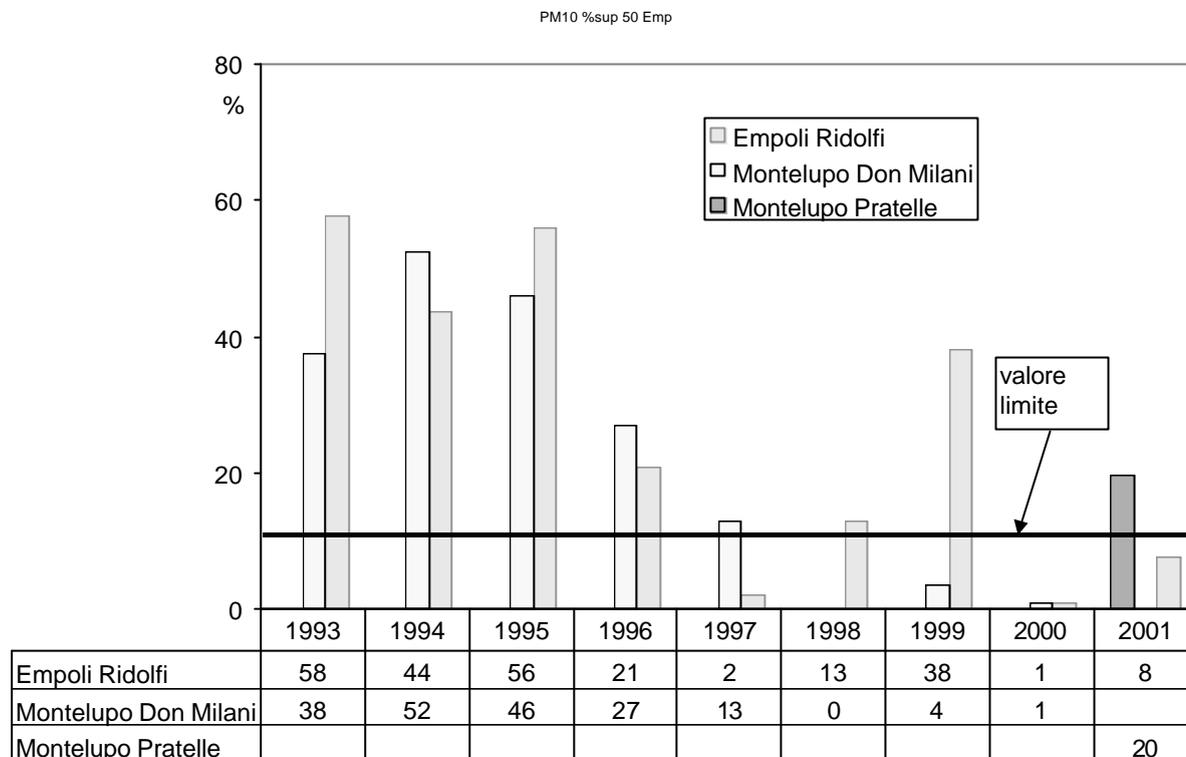
Figura 1 = trend delle concentrazioni medie annuali di PM10.



Si osserva la progressiva diminuzione registrata fino agli anni 1998-1999 a cui ha fatto seguito la tendenza all'incremento. Nel 2001 è entrata in attività la nuova stazione di Montelupo Pratelle (zona industriale) che ha presentato un valore medio annuale prossimo alla soglia fissata dalla normativa.

Nella figura 2 si mostra l'incidenza percentuale dei giorni con valore medio superiore $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il cui limite di riferimento è pari a 10% (35 superamenti ammessi su 365 giorni). L'andamento storico mostra una sostanziale analogia con quello delle medie annuali. Nella stazione Montelupo Pratelle si riscontra un eccesso di ricorrenze di giorni con concentrazione superiore alla soglia fissata dalla norma.

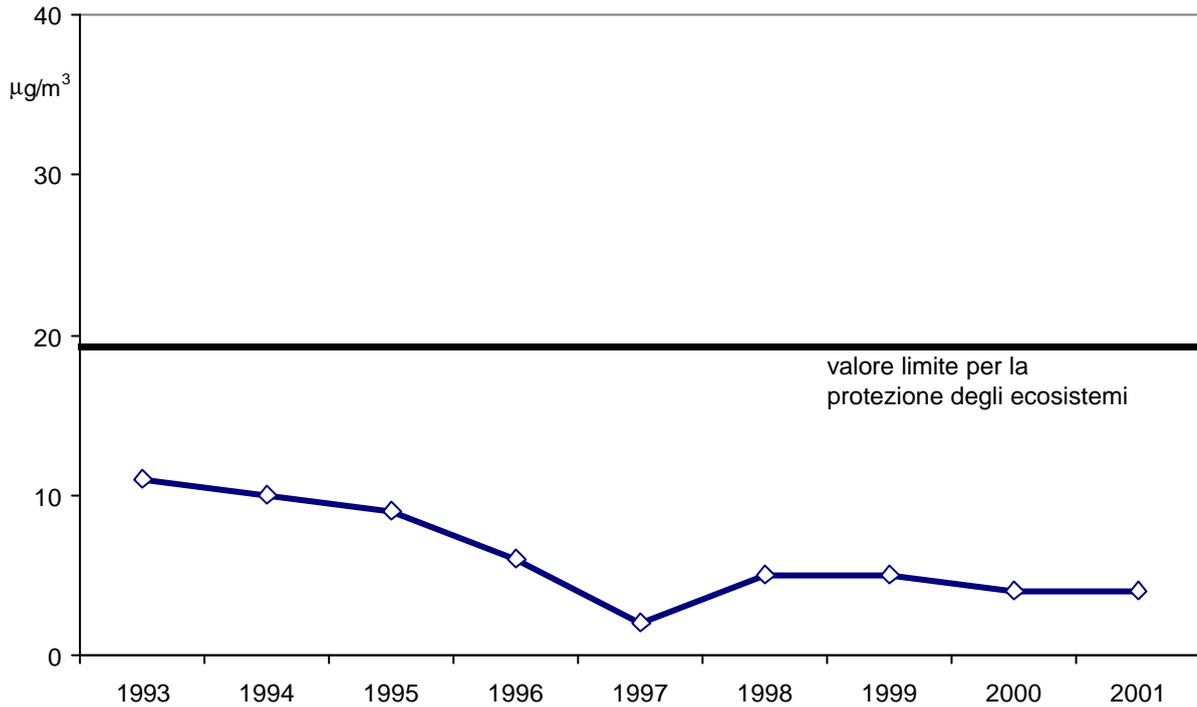
Figura 2 = trend della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di PM10 superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



3.2. Biossido di zolfo.

Nella figura 3 si mostrano le concentrazioni medie annuali di SO₂ rilevate dal 1993.

Figura 3 = trend delle concentrazioni medie annuali di SO₂ (stazione Empoli Ridolfi).

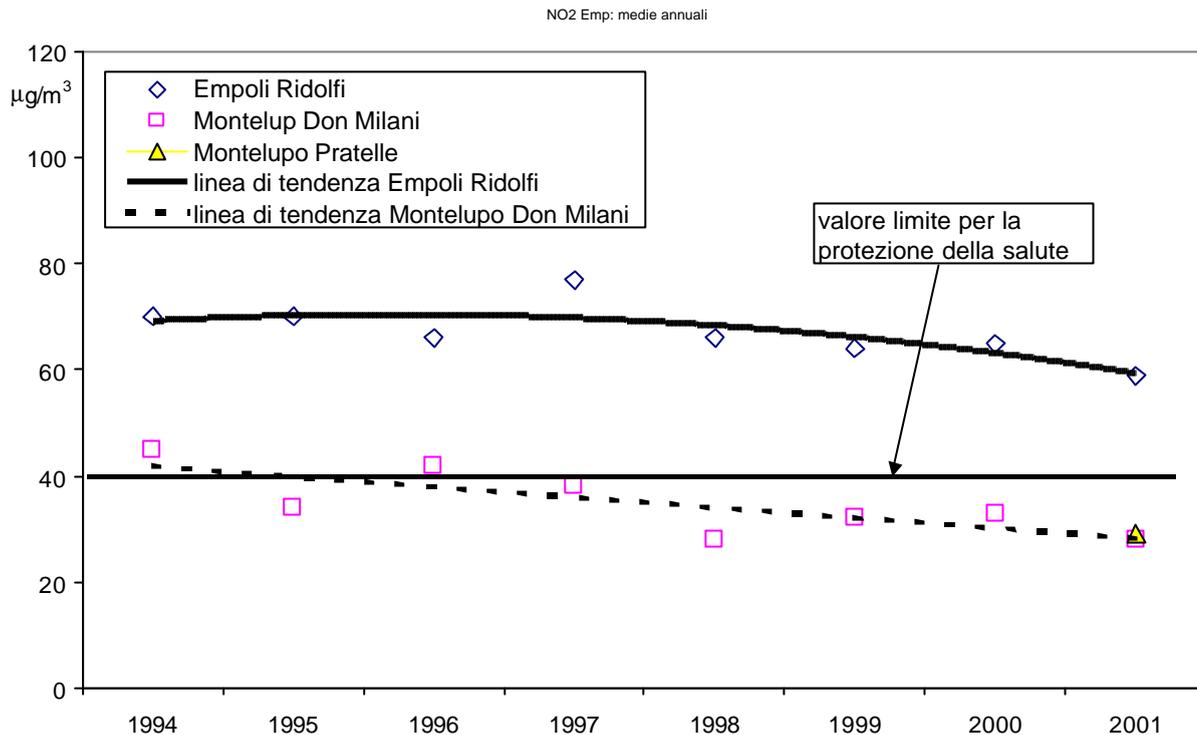


Si osserva la progressiva diminuzione registrata dal 1993 e la sostanziale stabilizzazione dal 1998. Il raffronto viene fatto con il limite più restrittivo previsto dalla norma (protezione degli ecosistemi) che appare sempre rispettato. Per tale motivo non si mostrano gli andamenti degli indicatori meno restrittivi (per la protezione della salute) che, a maggior ragione, risultano ampiamente rispettati.

3.3. Biossido di azoto.

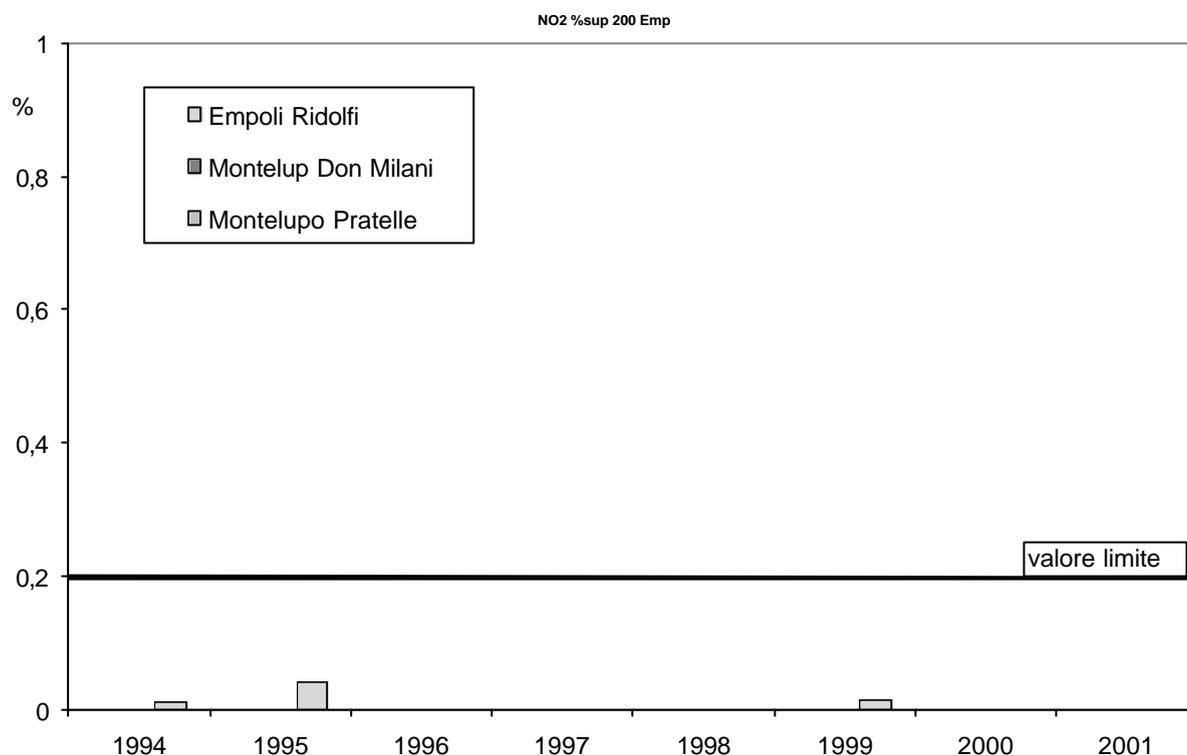
Nella figura 4 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO₂ rilevate dal 1994.

Figura 4 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO₂.



A livello di linea di tendenza, l'andamento del valore medio nella stazione Montelupo Don Milani mostra una diminuzione piuttosto modesta nel corso degli anni ma regolare che ha portato al rispettare il limite di riferimento fin dal 1997. Per l'anno 2001 è disponibile anche il dato della stazione Montelupo Pratelle che appare analogo a quello della stazione Don Milani. Anche nella stazione Empoli Ridolfi sembra consolidata la progressiva riduzione dal 1997, ma con valori assoluti circa doppi rispetto a quelli rilevati a Montelupo, e quindi ampiamente superiori al limite di riferimento. Si tenga conto che la stazione di Empoli è collocata in prossimità di consistenti flussi veicolari (stazione tipo C). Nella figura 5 si mostra l'incidenza percentuale delle ore dell'anno con valore medio superiore 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ il cui limite di riferimento è pari a 0,2% (18 superamenti orari ammessi su 8760 ore). Nella stazione Empoli Ridolfi il superamento del valore medio orario mostra un trend in diminuzione e tali ricorrenze da alcuni anni non si verificano o risultano estremamente sporadiche. Nelle stazioni di Montelupo non si sono riscontrati superamenti.

Figura 5 = trend della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di NO₂ superiore a 200 µg/m³.

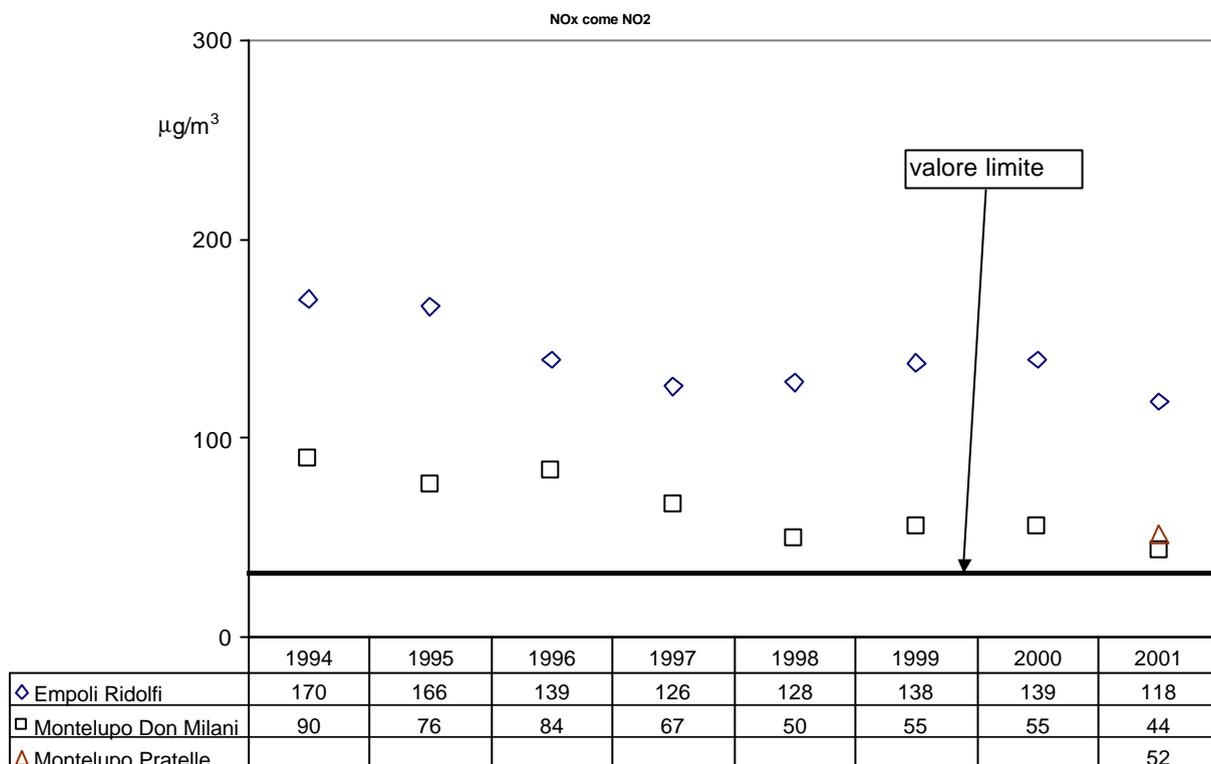


3.4. Ossidi di azoto totali.

Nella figura 6 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO_x rilevate dal 1994 e si confrontano con il valore limite di riferimento fissato per la protezione della vegetazione (più restrittivo rispetto a quello per la protezione della salute di cui al punto 3.3.).

Si osservi che, nonostante il trend di diminuzione, il valore limite permane superato già nei siti di misura a distanza dalla sorgente traffico (Montelupo Don Milani e Pratelle). Nel sito esposto alle emissioni veicolari (Empoli Ridolfi) l'entità del superamento rispetto allo standard è dell'ordine di 4-5 volte.

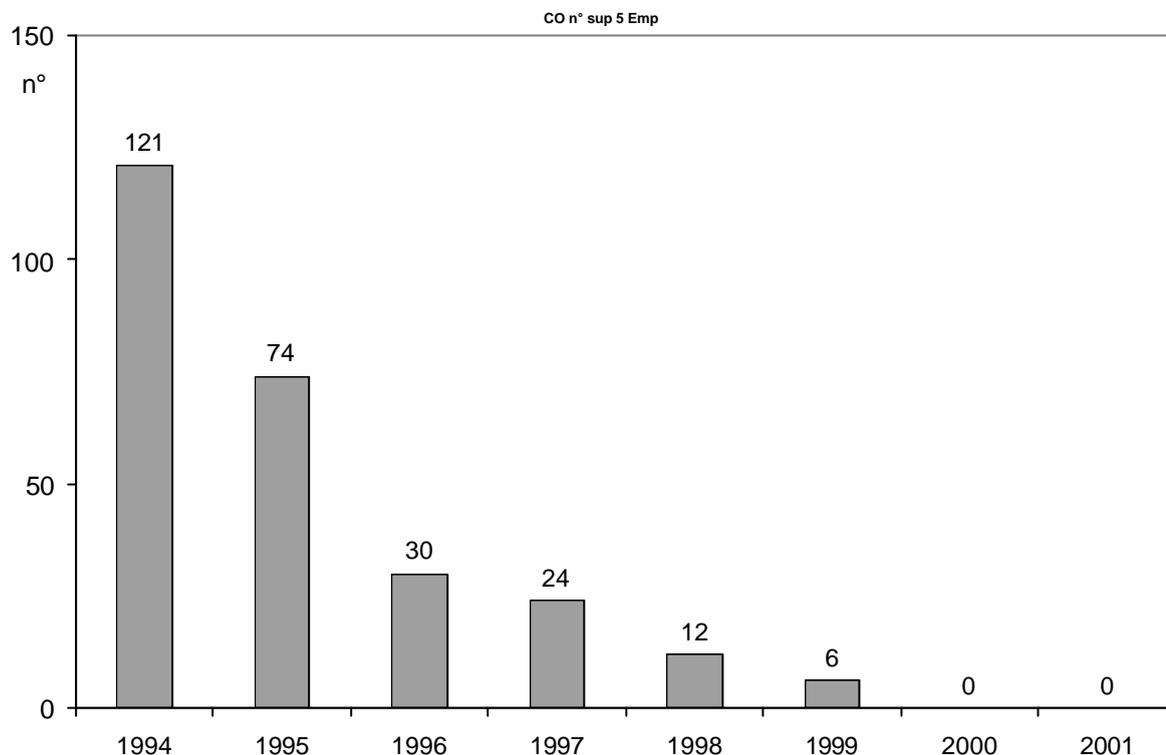
Figura 6 = trend delle concentrazioni media annuali di NO_x (valori espressi come NO₂).



3.5. Monossido di carbonio.

Nella figura 7 si mostra l'andamento della quantità di superamenti per la media di 8 ore consecutive. Poiché il limite di concentrazione previsto dalla normativa (pari a 10 mg/m³) non è mai stato superato, al fine di evidenziare il trend si è fatto riferimento al 50% di tale valore (pari a 5 mg/m³). L'elaborazione viene presentata solo per la stazione di tipo C (Empoli Ridolfi), in quanto questo inquinante è prodotto quasi esclusivamente dalle emissioni allo scarico dei veicoli a motore ed è caratterizzato da un forte gradiente spaziale. Di conseguenza, nelle stazioni a distanza dai flussi veicolari le concentrazioni di CO risultano ampiamente inferiori rispetto a quelle misurabili a pochi metri dai flussi di traffico.

Figura 7 = trend del numero di medie mobili di 8 ore superiori a 5 mg/m^3 (pari al 50% del limite), rilevate in ciascun anno (stazione Empoli Ridolfi).



L'andamento storico mostra la consistente e progressiva riduzione dei livelli ambientali di questo inquinante.

3.6. Ozono.

Nella figura 8 si mostra la quantità accadimenti del superamento dei limiti fissati per la media oraria ($180 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, definita soglia "di informazione", e $240 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, definita soglia "di allarme").

Si osservi che non è possibile riconoscere un trend univoco e consolidato anche se, negli ultimi 2-3 anni, nella stazione Montelupo Don Milani il numero di superamenti della soglia di informazione ("di attenzione", secondo la definizione contenuta nel D.M. Ambiente 25.11.1994) appare consistentemente ridotto e non si sono verificati superamenti della soglia di allarme. Nella stazione Montelupo Pratelle, attivata dall'anno 2001, i superamenti appaiono più numerosi.

Nella figura 9 si mostra il numero di giorni in cui si è verificato il superamento del limite fissato per la media di 8 ore consecutive, pari a $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, il cui valore è da confrontare con il valore di riferimento pari a 25 giorni all'anno. L'andamento storico mostra una sostanziale analogia con quello relativo al superamento dalla soglia di informazione e salvo, casi particolari, si osserva il superamento o quantomeno il raggiungimento del valore di riferimento in ambedue le stazioni di misura.

Nella figura 10 si mostra l'andamento del parametro AOT40, definito valore bersaglio per la protezione della vegetazione, che è calcolato sommando le eccedenze orarie di $80 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ rilevate nella fascia oraria 8-20 del periodo dal 1 maggio al 31 luglio. Anche per questo indicatore si riscontra una situazione superiore al limite nella maggior parte degli anni.

Figura 8 = O₃: trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di informazione, pari a 180 µg/m³, e alla soglia di allarme, pari a 240 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

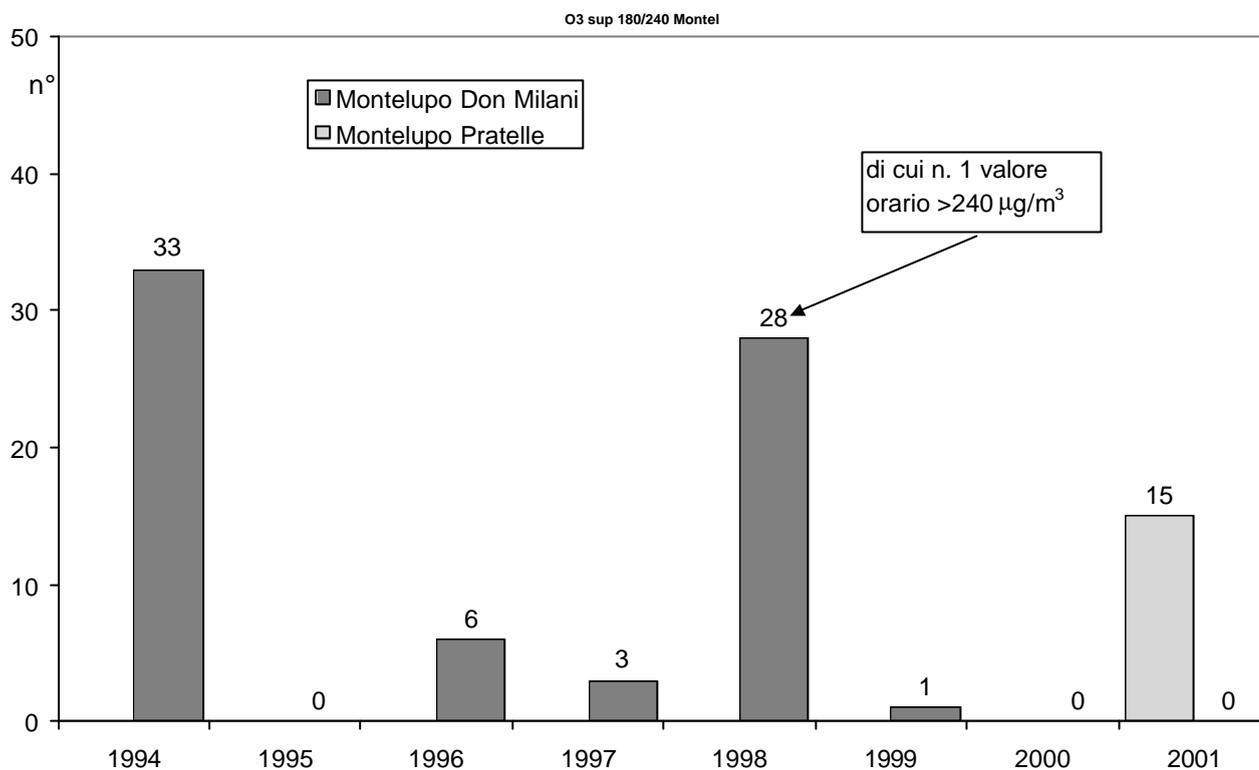


Figura 9 = O₃: trend del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

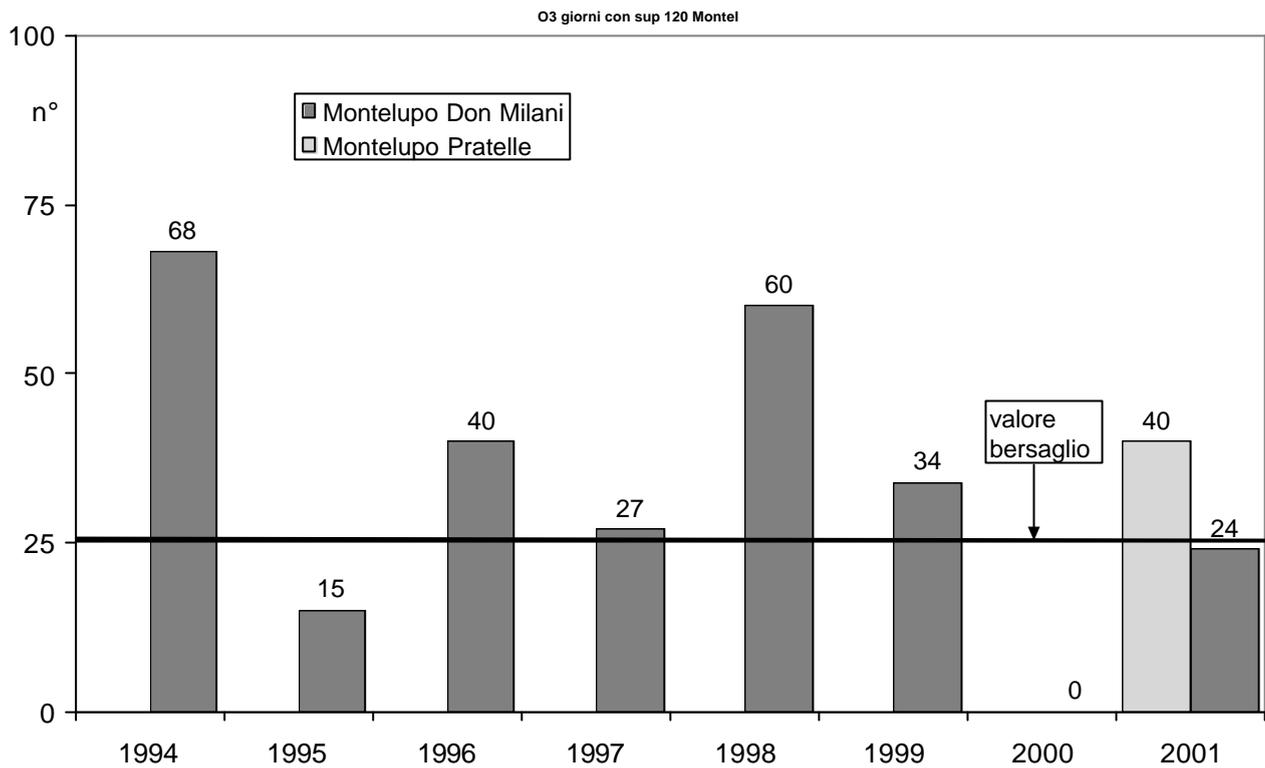
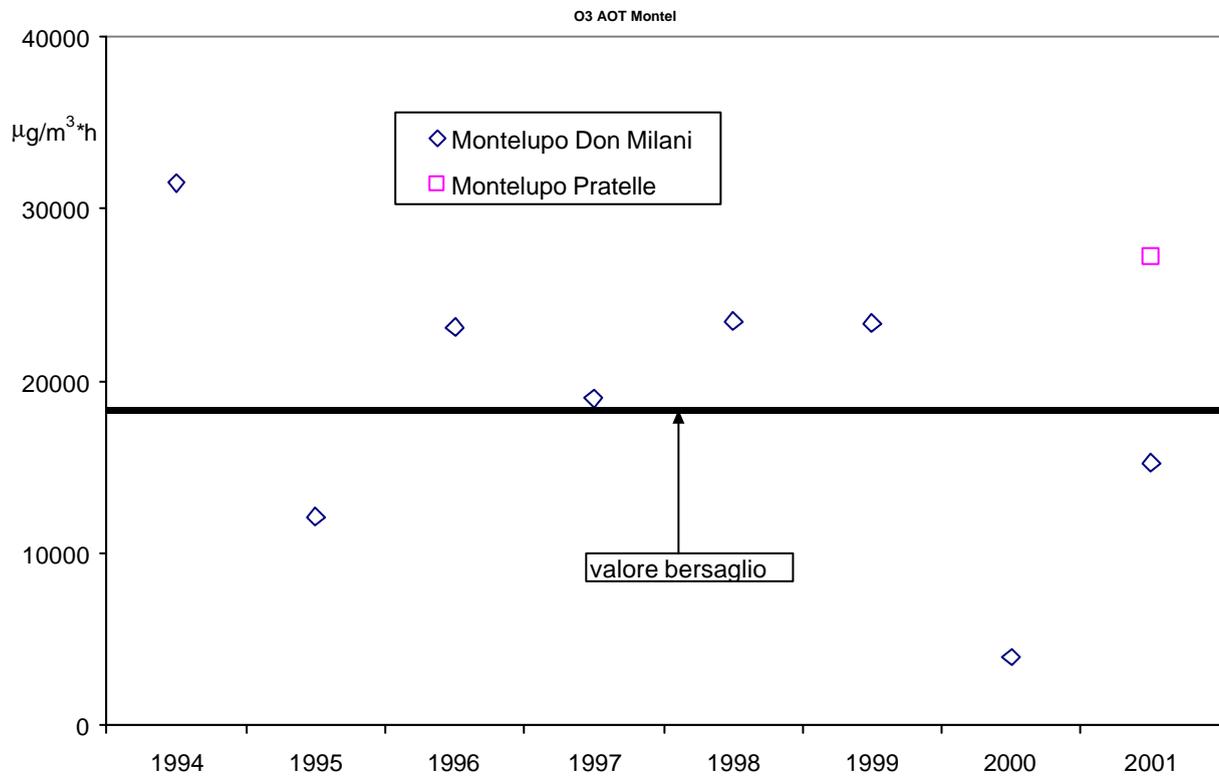


Figura 10 = O₃: trend del parametro AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m³), rilevate in ciascun anno.



4. Sintesi e commento

Considerati i dati rilevati nell'anno 2001, il trend storico e l'origine degli inquinanti, in tabella 14 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria riscontrato nelle tre stazioni dell'area Empoli-Montelupo, che rappresentano distinte tipologie di sito, rispetto agli indicatori fissati per la protezione della salute umana, di cui sono riportati i valori "finali" e l'anno da cui questi decorrono (prescindendo quindi dal margine di tolleranza consentito dalle Direttive comunitarie). Nella medesima tabella si sintetizzano le principali sorgenti antropiche di ciascun inquinante (o dei precursori, nel caso degli inquinanti totalmente o parzialmente di origine secondaria). E' opportuno ricordare che per alcuni inquinanti non è trascurabile l'origine naturale (PM10, O3), ancorché di incerta quantificazione, soprattutto per PM10.

I valori riportati in neretto si riferiscono agli inquinanti di cui è stato riscontrato il superamento o il raggiungimento del valore limite "finale". E' evidente che negli altri casi i limiti risultano rispettati con largo anticipo rispetto alle date di vigenza indicate nelle Direttive comunitarie.

Non destano preoccupazione il biossido di zolfo e il monossido di carbonio. Considerata la stretta correlazione esistente con quest'ultimo inquinante, anche il livello di benzene può esser considerato entro la norma.

Più critica appare la situazione per PM10 che, nonostante il favorevole andamento meteorologico riscontrato nel 2001 (v. cap. 5), evidenzia superamenti di eccedenze giornaliere nell'area di Montelupo Pratelle. E' possibile che questa evidenza sia da correlare a risollevarimento di polveri da superfici non asfaltate e per verificare questa ipotesi saranno condotti appropriati studi di composizione del materiale particolato in collaborazione con l'Università di Firenze.

Anche NO2 evidenzia una situazione relativamente critica nel contesto urbano di Empoli, almeno a livello di media annuale.

Per quanto riguarda O3, tipico inquinante di area vasta, si rilevano eccedenze nella ricorrenza di giorni con superamento delle soglie.

Tabella 14 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2001 nelle diverse tipologie di sito e principali sorgenti. Raffronto con indicatori per la protezione della salute umana.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Stazione	Tipo sito	Media o valore	Stati di Attenzione	Stati di Allarme	Sorgenti antropiche principali
PM10 (mg/m ³)	40 come media annuale	Empoli Ridolfi	C	30	12 (**)	0	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), traffico, emissioni industriali, attività antropica generica (quota aggiuntiva di origine secondaria, precursori NOx e SO2)
		Montelupo Don Milani	B	n.d.			
		Montelupo Pratelle	I	38			
	50 come media 24 ore (max 35 gg)	Empoli Ridolfi	C	27 sup			
		Montelupo Don Milani	B	n.d.			
Montelupo Pratelle	I	32 sup (*)					
SO ₂ (µg/m ³)	350 come media oraria (max 24 ore)	Empoli Ridolfi	C	0 sup	0	0	Impianti termici industriali e domestici alimentati con combustibili solidi e liquidi (carbone, olio e gasolio), emissioni industriali specifiche.
	125 come media 24 ore (max 3 gg)	Empoli Ridolfi	C	0 sup			
CO (mg/m ³)	10 come media di 8 ore da non superare	Empoli Ridolfi	C	0 sup	0	0	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina e gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 e 4 tempi).
NO₂ (mg/m ³)	200 come media oraria (max 18 ore)	Empoli Ridolfi	C	0 sup	0 (***)	0 (***)	Veicoli diesel (medi e pesanti), auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina e gas non catalizzate), impianti termici industriali e domestici (prevalente origine secondaria, precursore NO)
		Montelupo Don Milani	B	0 sup			
		Montelupo Pratelle	I	0 sup			
	40 come media annuale	Empoli Ridolfi	C	59			
		Montelupo Don Milani	B	28			
Montelupo Pratelle	I	29					
O₃ (mg/m ³)	120 come media di 8 ore (max 25 gg)	Montelupo Don Milani	B	24 sup	5 (****)	0 (****)	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina e gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), veicoli diesel, lavorazioni industriali e artigianali (origine secondaria, precursori NOx, HC, altre sostanze organiche)
		Montelupo Pratelle	I	40 sup			

n.d. = dato non disponibile

(1) DM 60/02 per PM10, SO₂, CO, e NO₂; Direttiva 2002/3/CE per O₃.

(*) su 163 giorni

(**) valutazione a posteriori secondo i criteri e i limiti di cui alla Deliberazione GR 116/02 applicati all'area Empoli-Montelupo

(***) secondo i criteri e i limiti di cui al DM 25.11.1994.

(****) secondo i criteri e i limiti di cui al DM 25.11.1994 e alla Direttiva 2002/3/CE (dove la soglia di attenzione equivale alla soglia di informazione, la soglia di allarme è fissata a 240 µg/m³ in luogo di 360 µg/m³).

Nella tabella 15 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria rispetto agli indicatori fissati per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione.

I valori riportati in neretto si riferiscono agli inquinanti di cui è stato riscontrato il superamento o il raggiungimento del valore limite.

In buona sostanza, si conferma la situazione illustrata per la tutela della salute con difformità relative ai livelli di NO_x e di O₃.

Tabella 15 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2001 nelle diverse tipologie di sito urbano. Raffronto con indicatori per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	stazione	Tipo sito	Media o valore
SO ₂ (µg/m ³)	20 come media annuale e invernale [dal 2001]	Empoli Ridolfi	C	4
NO_x (mg/m³ di NO₂)	30 come media annuale [dal 2001]	Empoli Ridolfi	C	118
		Montelupo Don Milani	B	44
		Montelupo Pratelle	I	52
O₃ (mg/m³*h)	18.000 come AOT40 [dal 2010]	Montelupo Don Milani	B	15000
		Montelupo Pratelle	I	27000

(1) DM 60/02 per SO₂ e NO_x; Direttiva 2002/3/CE per O₃.

5. Le condizioni meteorologiche.

Le figure 11, 12 e 13 presentano l'andamento nel corso dell'anno dei principali parametri meteorologici misurati nella stazione meteo Empoli - Riottoli:

- pressione media e precipitazioni totali giornaliere (fig. 11);
- temperatura minima, media e massima giornaliera (fig. 12);
- velocità del vento media e massima giornaliera (fig. 13).

L'esame dei grafici (figura 11) e dei dati raccolti presso la stazione meteorologica di Empoli (tabella 16) e presso le altre stazioni meteorologiche della rete di monitoraggio della Provincia di Firenze, indica che l'anno 2001 è stato caratterizzato da precipitazioni complessive all'interno dei valori di oscillazione del periodo 1994-2000, distribuite sull'intero arco dell'anno se si eccettua il mese di agosto, nel dettaglio comunque piuttosto scarse negli ultimi mesi (novembre e dicembre).

A queste hanno fatto riscontro temperature mediamente elevate nei primi mesi (in particolare risultano elevate le medie dei valori minimi di gennaio e soprattutto quelle del mese di marzo) e invece temperature molto basse nel mese di dicembre (con numerosi giorni al di sotto degli 0°C). Particolare l'andamento meteorologico del mese di settembre con frequenti anche se deboli precipitazioni e temperature piuttosto basse.

Nel complesso, l'anno 2001 è stato caratterizzato da alcune notevoli discontinuità rispetto agli andamenti tipici stagionali (marzo più caldo di aprile, settembre più freddo di ottobre), dai primi mesi invernali caldi, da un inizio di estate invece piuttosto temperato (giugno e luglio), con un mese di agosto tipicamente estivo (temperature alte e precipitazioni ridotte), un inizio inverno freddo.

Tabella 16 = precipitazioni cumulate mensili ed annue presso la stazione di Empoli-Riottoli.

mese/anno	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Gennaio	34	44.2	80	91.4	41.6	79	0*	111.6
Febbraio	12.8	105.8	100.4	39.4	49.2	45.4*	0*	20.8
Marzo	0.6	66.6	5.4	22.4	43.8	38.6*	75.8	129
Aprile	130.2	47.6	95	57.2	111.2	78	77.4	40.2
Maggio	61.4	88.4	64.2	1*	74.6	96.4	13.2	67.2
Giugno	48.8	40.8	18	26.4	22.8	85	53.8	50.2
Luglio	18.2	4.2	17	31.8	33.4	19.2	66.6	31.4
Agosto	7.4	50	62.8	16	3	35.8	47.2	2.6
Settembre	179.6	59	154.6	59.6	143	29.8	61.2	101.8
Ottobre	65	7.6	93	32.2	118.8	105.6	106.4	117
Novembre	111	50.4	177.6	127.2	53.4	149.8	296	86.6
Dicembre	28.2	100.6	93.4	88.2	48.4	136.4	118	61.4
Totale annuo	697.2	665.2	961.4	592.8	743.2	899	915.6	819.8

* mesi nei quali i dati sono da considerarsi parziali in quanto la strumentazione della stazione non è risultata in regolare funzionamento per oltre il 40% del tempo.

Figura 11 = Pressione atmosferica media e precipitazioni totali giornaliere.

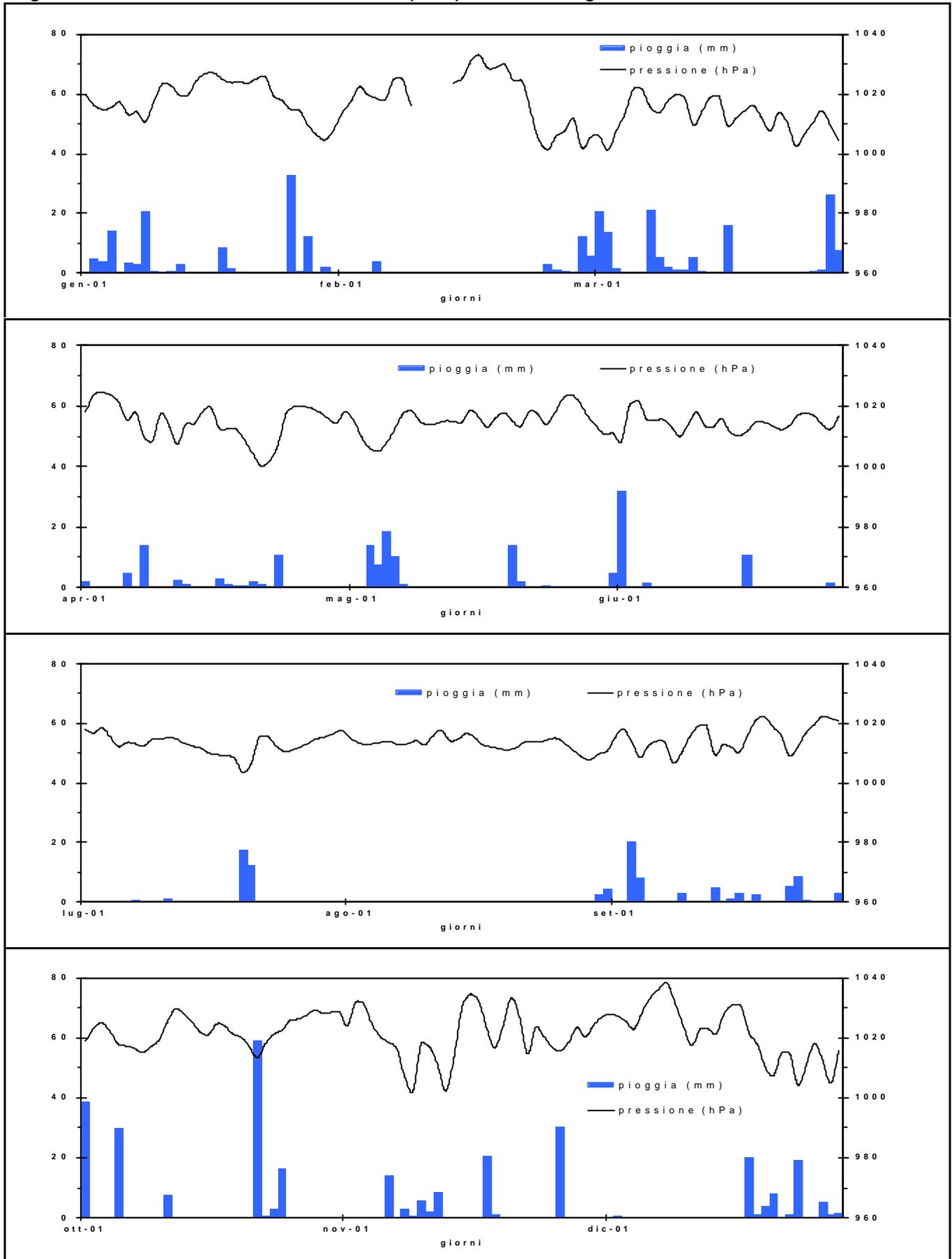


Figura 12 = Temperature medie, minime e massime giornaliere.

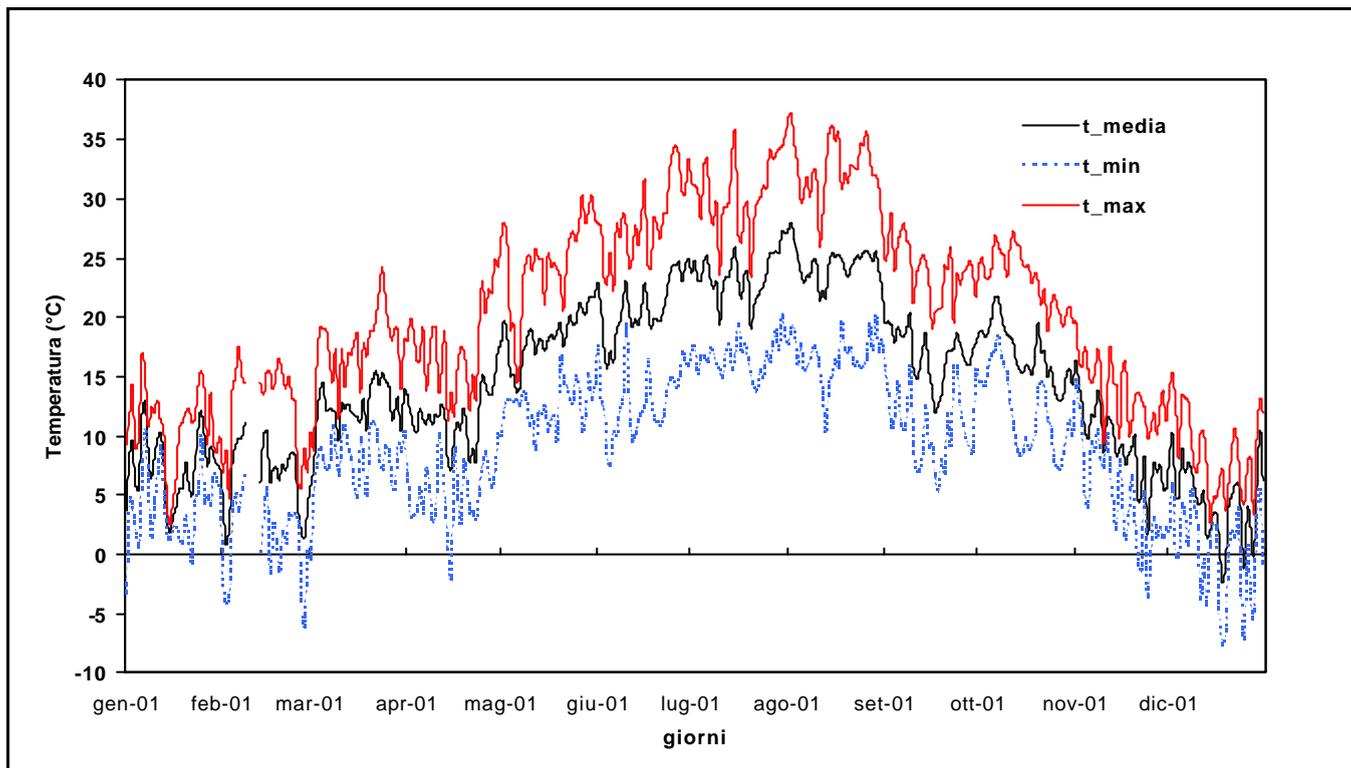
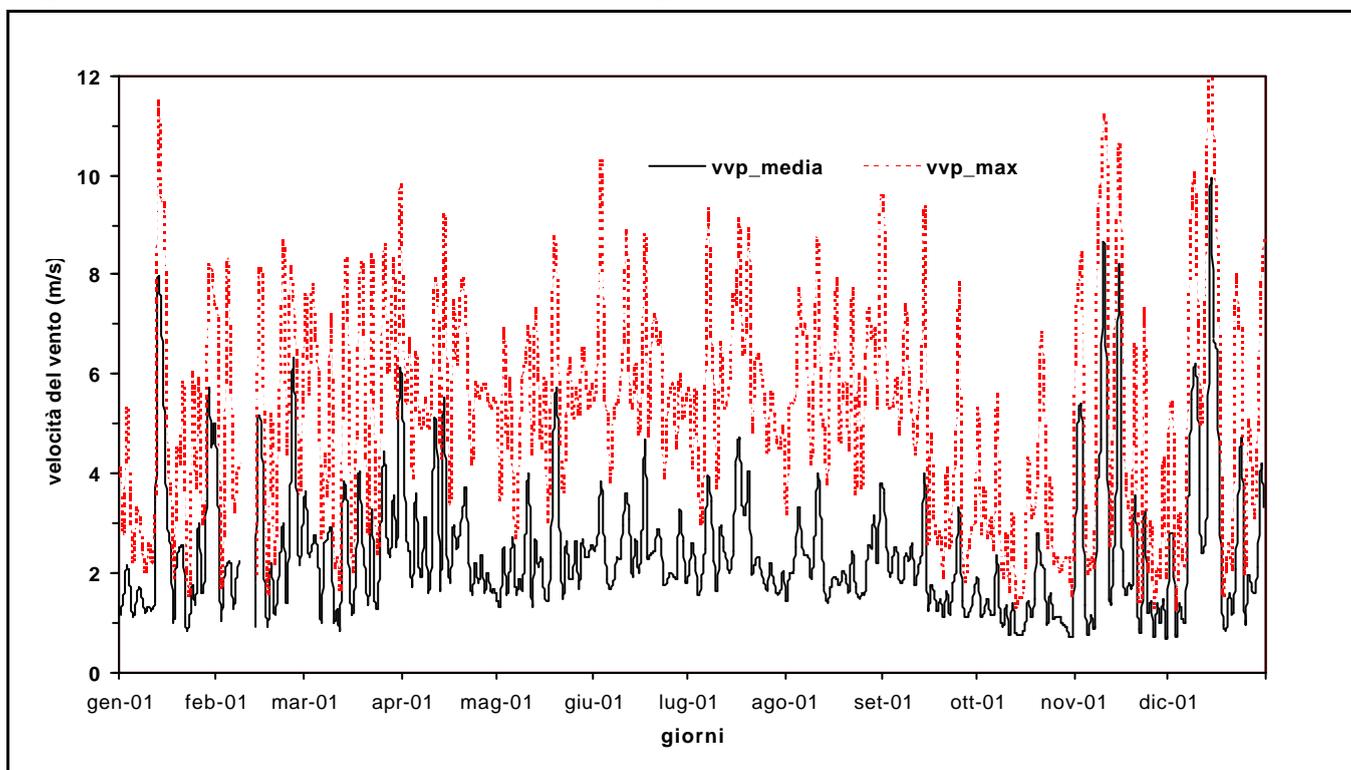


Figura 13 = Velocità del vento medie e massime giornaliere



6. Considerazioni finali

L'anno 2001 è stato caratterizzato dalla sostanziale stabilità dei livelli medi di inquinamento rispetto all'anno precedente.

Gli inquinanti che mostrano livelli critici rispetto alle indicazioni normative, pur nella proiezione temporale prevista per il rispetto dei limiti, sono soprattutto le polveri fini (PM10), il biossido di azoto (NO2) e l'ozono (O3).

Per valutare le priorità d'intervento nell'ambito delle azioni di risanamento è senz'altro utile e necessario rivisitare i dati presentati in tabella 14, confrontati e proiettati rispetto ai valori limite "finali" ed a quelli maggiorati dei rispettivi margini di tolleranza previsti per l'anno 2001 e 2002. Per questi, e per i soli inquinanti i cui valori risultano superiori ai valori limite "finali", il raffronto è riportato nelle tabelle successive.

PM10 medie giornaliere, valori limite per la protezione della salute umana.

Stazione (tipo)	Valore limite (2005)	Valore limite + margine di tolleranza (2001)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	N° superamenti ammessi	Valori rilevati		
					N° giorni > valore limite	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2001)	N° giorni > valore limite + margine di tolleranza (2002)
Empoli Ridolfi (C)	50	70	65	35	27	5	7
Montelupo Pratelle (I)					32(*)	2(*)	10(*)

(*) valori sottostimati per incompletezza della serie di dati annuali disponibili (v. punto 2.1).

PM10 medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana.

Stazione (tipo)	Valore limite (2005)	Valore limite + margine di tolleranza (2001)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	Valori medi rilevati
Empoli Ridolfi (C)	40	46.4	44.8	30
Montelupo Pratelle (I)				38

NO2 medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana.

Stazione (tipo)	Valore limite (2010)	Valore limite + margine di tolleranza (2001)	Valore limite + margine di tolleranza (2002)	Valori medi rilevati
Empoli Ridolfi (C)	40	58	56	59
Montelupo Don Milani (B)				28

Montelupo Pratelle (I)				29
------------------------------	--	--	--	----

Si osserva in dettaglio come, almeno per l'anno 2001, per l'inquinante PM10 i limiti vigenti risultino rispettati, anche considerata la stima di incidenza percentuale per quanto riguarda la frequenza delle medie giornaliere. In prospettiva, però, è probabile che non si rientri nel limite fissato all'anno 2005, almeno in talune zone.

Per l'inquinante NO₂, nei siti ad alto traffico veicolare già adesso risulta ampiamente superato il limite relativo alla media annua (in tutte le aree quello degli ossidi di azoto totali), mentre non lo è il limite corrispondente alla frequenza di superamento per il valore orario.

Senz'altro più gravosa appare invece, anche in prospettiva futura, la situazione per l'inquinante O₃ per il quale: 1) risultano presentarsi episodi con concentrazioni superiori alla soglia d'informazione/attenzione, 2) la normativa europea di prossimo recepimento abbassa di fatto il livello di allarme dai 360 µg/m³ ai 240 µg/m³, e 3) introduce (con scadenza 2010) valori bersaglio (analoghi ai valori limite) che riferiti ai dati del 2001 risultano superati, nonostante che nel corso di questo anno anche per tale inquinante le condizioni meteorologiche non si siano dimostrate favorevoli alla sua formazione.

Le attuali conoscenze riguardo alla ripartizione delle quote di inquinamento prodotte dalle varie sorgenti non sono esaurienti, in particolare per gli inquinati di natura secondaria o prevalentemente secondaria come NO₂ e O₃. Anche PM10 sembra presentare un consistente contributo di natura secondaria nonché di origine naturale.

Tuttavia, le sorgenti della quota attribuibile all'attività antropica sono sufficientemente definite.

Pertanto, gli spazi di intervento per il contenimento delle emissioni finalizzato al rispetto dei limiti fissati dalla normativa a scadenza 2005 o 2010 riguardano, in primo luogo, il traffico ovviamente dove l'intensità dello stesso e la densità del tessuto urbanistico raggiungono livelli elevati. Nell'ambito della sorgente traffico, particolare rilevanza avrebbe la riduzione di emissione da veicoli diesel (forti emettitori di polveri fini, di IPA, fra i quali benzo(a)pirene, e di ossidi di azoto) e da veicoli con motore a 2 tempi (forti emettitori di idrocarburi, benzene e polveri).

Importante sarebbe anche il contributo dato dalla riduzione delle emissioni industriali, in particolare di NO_x e sostanze organiche volatili (SOV), precursori della formazione di O₃, e delle emissioni da riscaldamento civile anche se metanizzato, al fine di ridurre gli NO_x mediante tecnologie più avanzate (bruciatori ceramici, recupero energetico, sorgenti alternative). Per quanto riguarda le SOV si tenga conto che, secondo l'inventario regionale delle emissioni (aggiornato al 1995), nella provincia di Firenze ne vengono emesse annualmente circa 35300 t (il 21.9% del totale regionale), di cui circa 17000 t dal traffico stradale e circa 9000 t dalle lavorazioni artigianali e industriali che fanno uso di solventi.

Per queste ragioni appare opportuno che le Amministrazioni locali agiscano soprattutto sui comparti sopra indicati, sia attuando o adottando gli strumenti di pianificazione già previsti dalle normative di settore (quale il Piano Urbano del Traffico), che dando concreta attuazione o rilanciando alcuni interventi già individuati dalla normativa regionale, quali il controllo delle emissioni veicolari o l'uso di prodotti a basso o nullo contenuto di solventi (Legge Regionale 13 agosto 1998, n. 63, articolo 3).

Qualora gli studi sulla composizione delle polveri PM10 che saranno condotti sui campioni prelevati nella stazione Montelupo Pratelle mostrino un rilevante contributo della sorgente industriale, dovrà essere effettuata un'attenta ricognizione sulle emissioni presenti per individuare le possibili azioni di contenimento.

Infine, si tenga conto di due ulteriori importanti elementi che conducono a rafforzare la necessità di interventi, anche a livello locale, per la riduzione delle emissioni inquinanti. Già nel 2002, per il verificarsi di andamenti meteorologici meno favorevoli, si potrebbero riscontrare incrementi dei livelli di

inquinamento rispetto al 2001, soprattutto per PM10. Inoltre, la normativa europea recepita recentemente introduce un concetto estremamente impegnativo stabilendo l'obbligo di non provocare il peggioramento della qualità dell'aria laddove siano già soddisfatti i requisiti minimi. Ciò è particolarmente importante per le aree nelle quali si prevede un consistente sviluppo infrastrutturale, edilizio e di attività produttive.

Alla redazione del presente rapporto hanno contribuito:

- *Dott. Franco Giovannini*
- *Ing. Andrea Lupi*
- *Dott.ssa Elisabetta Marini*

L'attività di monitoraggio è svolta dai tecnici:

- *Vincenzo D'Aleo*
- *Marco Degl'Innocenti*
- *Vittoriana Di Vaio*
- *Felice Menichetti*
- *Giampaolo Poggiali*

Il Responsabile della Sezione Regionale di
Modellistica, Climatologia e Meteorologia
(*Dott. Antongiulio Barbaro*)

Il Responsabile della Sezione
Monitoraggio della Qualità dell'Aria
(*Dott. Daniele Grechi*)