

Articolazione Funzionale
Modellistica Previsionale

Unità Operativa Complessa
Prevenzione e Controlli
Ambientali Integrati

RAPPORTO ANNUALE SULLA QUALITA'
DELL'ARIA
(DATI DELL'ANNO 2005, AREA OMOGENEA DI FIRENZE)

Firenze, maggio 2006



INDICE

1	STRUMENTI E METODI.....	3
1.1	STAZIONI FISSE E DISPONIBILITÀ DEI DATI.....	3
1.2	CAMPAGNE DI RILEVAMENTO.....	8
2	RISULTATI E COMMENTO.....	8
2.1	VALORI STANDARD DI RIFERIMENTO.....	9
2.2	POLVERI (PM ₁₀ E PM _{2,5}).....	10
2.3	BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂).....	12
2.4	MONOSSIDO DI CARBONIO (CO).....	12
2.5	BIOSSIDO DI AZOTO E OSSIDI DI AZOTO TOTALI (NO ₂ , NO _x).....	13
2.6	OZONO (O ₃).....	14
2.7	BENZENE.....	15
2.8	BENZO(A)PIRENE (BAP).....	16
2.9	EPISODI ACUTI.....	16
3	GLI ANDAMENTI TEMPORALI DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI.....	17
3.1	POLVERI (PM ₁₀).....	18
3.2	BIOSSIDO DI ZOLFO (SO ₂).....	20
3.3	BIOSSIDO DI AZOTO (NO ₂).....	20
3.4	OSSIDI DI AZOTO TOTALI (NO _x).....	22
3.5	MONOSSIDO DI CARBONIO (CO).....	23
3.6	OZONO (O ₃).....	24
3.7	BENZENE.....	27
3.8	BENZO(A)PIRENE (BAP).....	28
4	SINTESI E COMMENTO.....	29
5	LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE.....	35
5.1	ANDAMENTO METEOROLOGICO NELL'ANNO 2005.....	35
5.2	INFLUENZA SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO DELL'AREA.....	36
6	ANDAMENTO DEL VOLUME DI TRAFFICO.....	46
7	CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI.....	49



1 Strumenti e metodi.

1.1 Stazioni fisse e disponibilità dei dati.

Nel territorio dei Comuni di Firenze, Calenzano, Campi Bisenzio, Scandicci e Signa, che fanno parte dell'area omogenea definita dalla Deliberazione G.R.Toscana n. 1406 del 21.12.2001¹, è presente una rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria, di proprietà della Amministrazione Provinciale di Firenze e gestita da questo Dipartimento Provinciale ARPAT, costituita da n° 12 stazioni fisse per il rilevamento degli inquinanti e da n° 3 stazioni meteorologiche.

Nel Comune di Sesto Fiorentino, che fa parte della stessa area omogenea, sono presenti n° 2 stazioni fisse private di cui una di proprietà del Consorzio Quadrifoglio (azienda incaricata del servizio di raccolta e smaltimento RSU), ubicata in località Case Passerini nei pressi dell'impianto di selezione e compostaggio, l'altra di proprietà del Consorzio CAVET (appaltatore dei lavori per la realizzazione della tratta ferroviaria TAV), ubicata in località Quinto, nei pressi del cantiere di scavo della galleria Sesto-Vaglia.

La stazione del Consorzio Quadrifoglio è attualmente inattiva.

La stazione del Consorzio CAVET è attiva dal mese di febbraio 2001. La validazione dei dati, da intendersi come l'insieme delle operazioni di controllo dei segnali acquisiti per verificare il corretto funzionamento dei sistemi di misura nel loro complesso², è a cura del Consorzio medesimo tramite la Soc. FIAT ENGINEERING che si avvale della Soc. ORION.

Rispetto agli anni precedenti, è stata soppressa la stazione FIRENZE Viale ROSSELLI, gravemente danneggiata nel corso di un sinistro stradale avvenuto in data 9 aprile 2005. Non si è provveduto al ripristino in quanto l'intera area dovrà essere sgombrata per realizzare il cantiere di costruzione della tramvia e successivamente il sito sarà interessato dal passaggio della linea. Poiché non è stato possibile individuare un sito alternativo con le stesse caratteristiche di quello soppresso, riguardo a ubicazione rispetto alla sorgente "traffico" (due corsie per lato) e per intensità del medesimo, considerate anche che le Linee guida APAT per la strutturazione delle reti danno indicazione di privilegiare il monitoraggio in siti di fondo, più rappresentativi dell'esposizione della popolazione generale, e considerato che nella rete permangono altre stazioni di monitoraggio di tipo traffico (Gramsci e Mosse), si prevede di riutilizzare la stazione, dopo riparazione e trasferimento in altro sito della provincia.

Nel sito Rosselli è stato mantenuto il monitoraggio di benzene mediante campionatori passivi.

Nella tabella 1 è fornita una descrizione delle postazioni delle reti pubblica e private in termini di localizzazione e classificazione.

¹ L'area omogenea comprende anche i Comuni di Bagno a Ripoli, Lastra a Signa e Sesto Fiorentino nei quali, attualmente, non sono attive stazioni di rilevamento pubbliche, salvo una stazione privata a Sesto Fiorentino. La Deliberazione n. 1406 è stata abrogata con Deliberazione GRT n. 1325 del 15.12.2003 ma le caratteristiche di omogeneità del territorio degli otto comuni sono state riconfermate individuando tale territorio come sub area della "zona di risanamento" dell'area metropolitana Firenze-Prato-Pistoia.

² DM Ambiente 6 maggio 1992 "Definizione del sistema nazionale finalizzato al controllo ed assicurazione di qualità dei dati di inquinamento atmosferico ottenuti dalle reti di monitoraggio", art. 2, comma 5 (GU n° 111 del 14 maggio 1992).



La figura 1 mostra la mappa della localizzazione delle stazioni.

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

La rete pubblica, nell'area omogenea, comprende anche n° 3 stazioni per il rilevamento di parametri meteorologici ubicate a:

1. Firenze, P.za S. Lorenzo (c/o Osservatorio Ximeniano)
2. Sesto F.no, Monte Morello c/o Casa della Resistenza
3. Calenzano, c/o miniera Cementeria UNICEM

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria su base annua, per ogni stazione ed inquinante, l'insieme dei dati raccolti viene considerato conforme al DM 60/02³ (allegato X) quando il rendimento strumentale è almeno pari al 90%; il rendimento è calcolato come percentuale di dati generati e validati rispetto al totale teorico (al netto delle ore dedicate alla calibrazione automatica degli analizzatori, nei casi in cui è richiesta).

Nei casi in cui non sia rispettata la raccolta di dati minima prevista, l'insieme dei valori misurati può essere utilizzato come misurazione indicativa, per la quale è richiesta la disponibilità di almeno il 15% di dati validi (distribuiti nell'arco dell'anno in modo da rappresentare le diverse condizioni sinottiche stagionali).

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

Tabella 1=Stazioni fisse di misura nel territorio dell'Area Omogenea Fiorentina (anno 2005)

comune-ubicazione	Rete (1)	N° (2)	Tipo zona	Tipo stazione	distanza strada (m)	distanza semaforo (m)	quota s.l.m. (m)
Firenze-Boboli	PUB	1	Urbana	fondo	>100	n.p.	75
Firenze-V.le U. Bassi	PUB	2	Urbana	fondo	20	n.p.	61
Firenze- V. di Scandicci	PUB	3	Urbana	fondo	10	n.p.	44
Firenze-V. di Novoli	PUB	4	Urbana	fondo	40	n.p.	42
Firenze-V.le Gramsci	PUB	5	Urbana	traffico	6	10	49
Firenze- V. Ponte alle Mosse	PUB	7	Urbana	traffico	6	20	41
Firenze-V. Desiderio da Settignano	PUB	8	Rurale	fondo	n.p.	n.p.	195
Scandicci- V. Buozzi	PUB	11	Urbana	fondo	10	n.p.	45
Calenzano- V. Giovanni XXIII	PUB	9	Urbana	fondo	10	n.p.	40
Calenzano- V. Boccaccio	PUB	10	Rurale	industriale	30	n.p.	40
Signa – V. Roma	PUB	14	Urbana	fondo	10	n.p.	35
Campi B. –Via Orly	PUB	15	Urbana	fondo	30	n.p.	40
Sesto-V. Gramsci	PRIV	13	Suburbana	fondo	10	10	40
Sesto- loc. Case Passerini	PRIV	12	Rurale	industriale	15	n.p.	40

n.p. = non pertinente

(1) PUB = pubblica; PRIV = privata

(2) Riferimento figura 1

³ 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).



Figura 1 = Localizzazione delle stazioni fisse di misura.

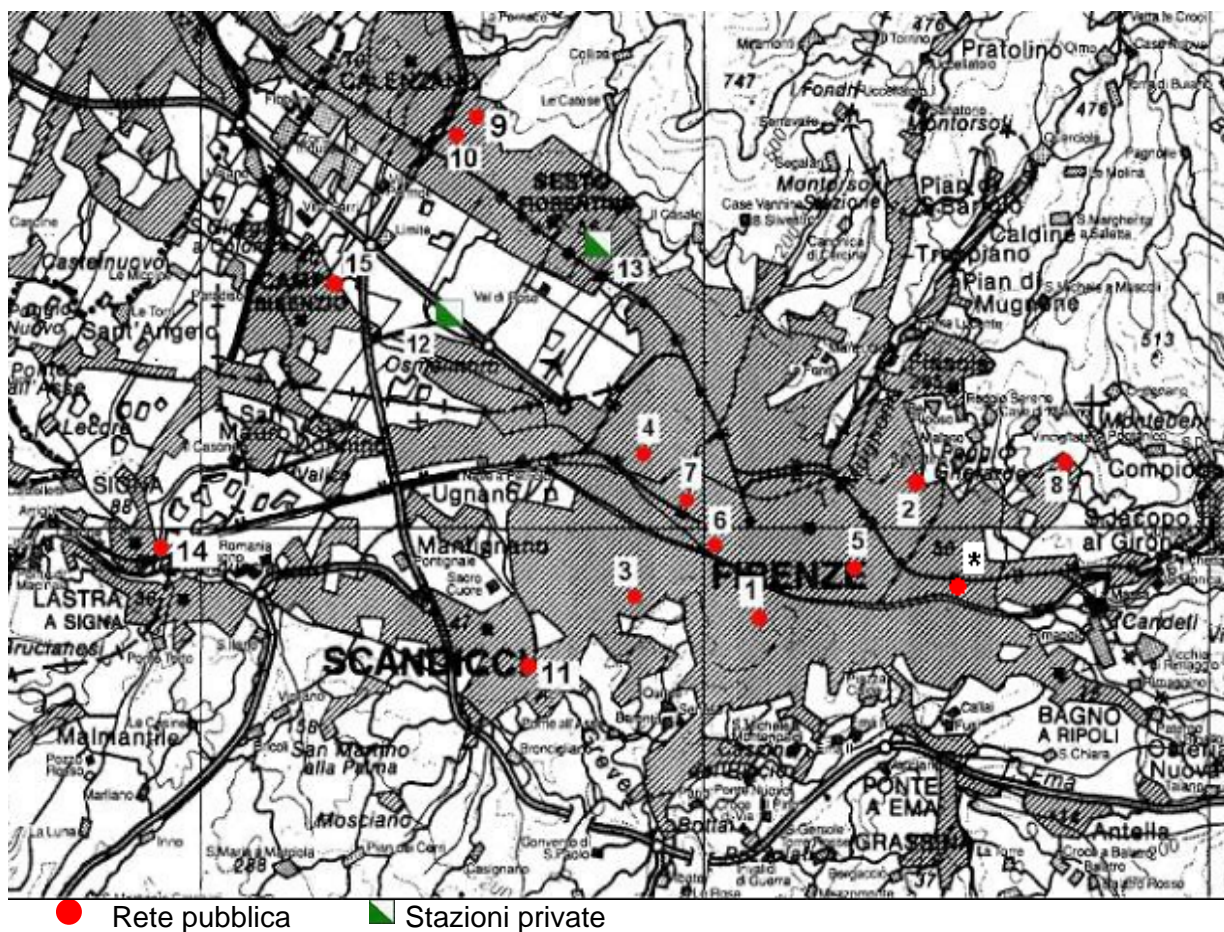


Tabella 2 = Stazioni fisse attive e inquinanti monitorati.

Stazione	CO (1)	NO _x (2)	O ₃ (3)	SO ₂ (4)	PM ₁₀ (5)	PM _{2,5} (6)
Firenze-Boboli	X	X	X	X	X	X
Firenze-V.le U. Bassi	X	X		X	X	
Firenze-V. di Scandicci	X	X		X		
Firenze-V. di Novoli	X	X	X			
Firenze-V.le Gramsci	X	X			X	X
Firenze-V. Ponte alle Mosse	X	X		X	X	X
Firenze-V. Desiderio da Settignano		X	X			
Calenzano-V. Giovanni XXIII		X	X			
Calenzano- V. Boccaccio			X		X	
Scandicci- V. Buozzi	X	X	X	X	X	
Signa – V. Roma		X			X	
Campi Bisenzio – Via Orly		X			X	
Sesto-V. Gramsci	X	X		X	X	

(1) CO = monossido di carbonio

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

(3) O₃ = ozono

(4) SO₂ = biossido di zolfo (anidride solforosa)

(5) PM₁₀ = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 10 micron

(6) PM_{2,5} = polveri con diametro aerodinamico inferiore a 2,5 micron (misura attivata in via sperimentale, alternativamente con quella di PM₁₀).



Tabella 3 = Rendimento % degli analizzatori delle postazioni fisse secondo DM 60/02 (anno 2005).

Stazione	CO	NO _x	O ₃	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
Firenze-Boboli	100	99	100	100	52	47
Firenze-V.le U. Bassi	95	94	N.P.	100	97	N.P.
Firenze-V. di Scandicci	100	23	N.P.	100	N.P.	N.P.
Firenze-V. di Novoli	100	93	100	N.P.	N.P.	N.P.
Firenze-V.le Gramsci	97	90	N.P.	N.P.	43	50
Firenze-V. Ponte alle Mosse	100	97	N.P.	99	52	48
Firenze-V. Desiderio da Settignano	N.P.	83	91	N.P.	N.P.	N.P.
Scandicci- V. Buoizzi	98	88	100	97	91	N.P.
Calenzano-V. Giovanni XXIII	N.P.	90	90	N.P.	N.P.	N.P.
Calenzano- V. Boccaccio	N.P.	N.P.	98	N.P.	100	N.P.
Signa – V. Roma	N.P.	99,5	N.P.	N.P.	92	N.P.
Campi Bisenzio – V. Orly	N.P.	48(**)	N.P.	N.P.	65(***)	N.P.
Sesto-V. Gramsci	98	98	N.P.	91	99	N.P.

N.P. = analizzatore non presente nella stazione

N.D. = dato non disponibile

(*) compreso PM_{2.5}

(**) Misura attiva nella stazione a partire dal 17/05/2005, la resa percentuale rispetto al periodo di attività è del 73%

(***) Misura attiva nella stazione a partire dal 17/05/2005, la resa percentuale rispetto al periodo di attività è del 98%

Per le serie di valori in cui l'insieme dei dati validi non raggiunge la quota fissata dal DM 60/02 e, per O₃, dal Dlgs 163/04, si distinguono due casi. Nel primo ricadono le serie di dati validi costituite da almeno il 15% di valori in ciascun trimestre. Lo stesso DM 60 dispone di ritenere accettabili a titolo indicativo le elaborazioni condotte con tale quantità e distribuzione di valori. In questo caso, si è stimata la media annuale mediante un procedimento statistico basato sulla tecnica cosiddetta di "bootstrap"⁴

Nel caso, invece, in cui la disponibilità di dati in un trimestre è risultata inferiore al 15% (ovvero a 14 giorni), pur essendo possibile impiegare la stessa tecnica, non si è ritenuto soddisfatto il criterio di base di buona rappresentatività del campione e conseguentemente non sono state effettuate stime mediante la tecnica descritta.

La stima del numero di superamenti del valore medio di 24 ore di PM₁₀ è stata effettuata attraverso l'accertata correlazione con l'indicatore "media annuale" (evidenziata in figura 2)⁵.

Tali metodologie di stima della media annuale e del numero di superamenti, ove richiesto, sono state applicate alle seguenti misure:

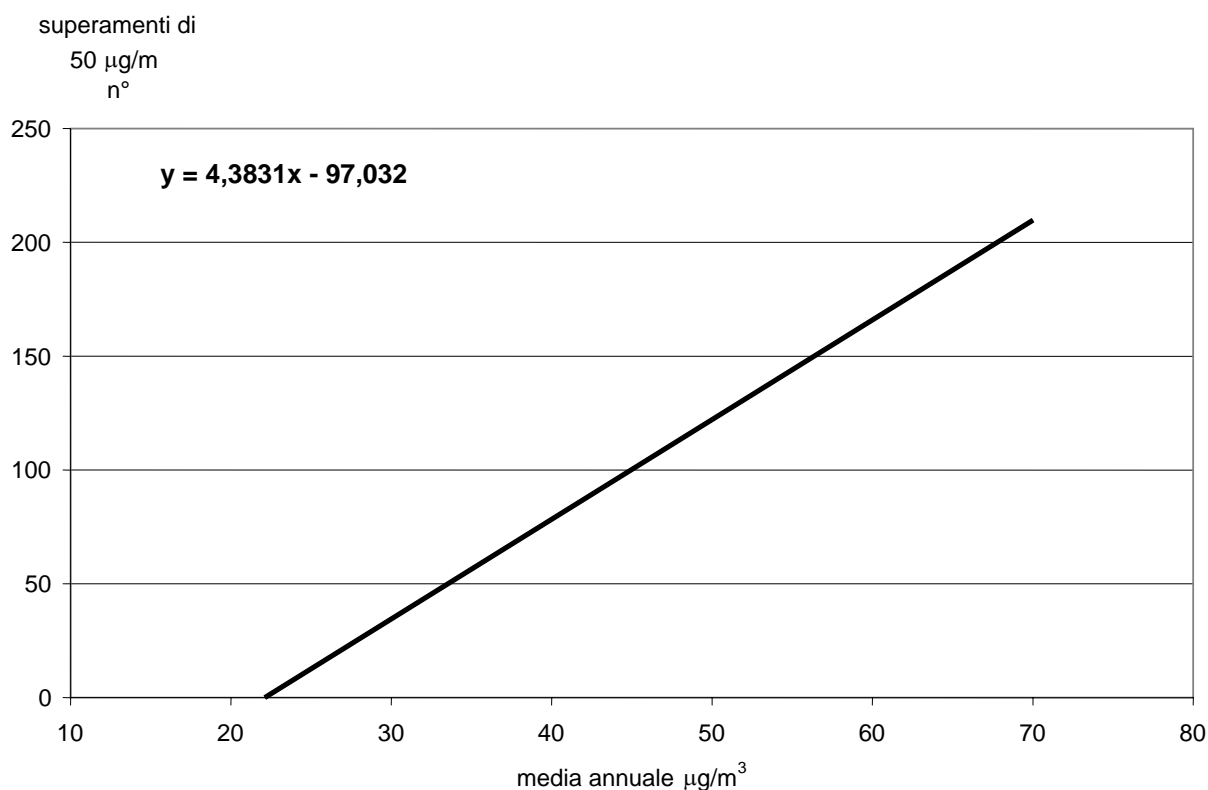
- NO_x (NO e NO₂) delle stazioni: Firenze - Settignano, Scandicci – Buoizzi;
- PM₁₀ delle stazioni Firenze - Boboli, Firenze – Gramsci e Firenze – Mosse;
- PM_{2.5} delle stazioni Firenze - Boboli, Firenze - Gramsci e Firenze – Mosse.

⁴ Viene calcolata la media e la deviazione standard della distribuzione dei valori di N° 5000 medie annuali ottenute attraverso la combinazione casuale delle medie di N valori per ciascun trimestre con valore max. di N pari a 35 (con tale numero di dati si ha la stabilità della media stimata). Le distribuzioni dei valori delle medie annue così ottenute appaiono sostanzialmente normali per cui l'intervallo di confidenza al 95% può essere calcolato considerando un fattore di copertura 2 per la deviazione standard.

⁵ Ministero Ambiente, CNEIA, RAPPORTO FINALE GdL 1 coordinato da APAT (2006).



Figura 2 = PM10: correlazione fra media annuale e numero di giorni con valore medio superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



L'insieme dei dati validi relativi all'inquinante NO_x della stazione Fi-Via di Scandicci è insufficiente per il calcolo della media annuale e, nel caso di NO_2 , anche della quantità di superamenti del valore orario pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Allo stesso tempo, non è possibile applicare criteri statistici come misure indicative in quanto sono assenti quasi completamente le misure relative ai trimestri II e III e IV.

Riguardo alle misure relative alla stazione Campi Via Orly, attivata nel mese di maggio 2005, a causa dell'assenza di dati relativi al primo quadrimestre del 2005, la stima della media annuale di polveri non può essere effettuata col metodo del "bootstrap". Il valore stimato per la media annuale è stato calcolato a partire dalla media relativa al secondo semestre del 2005. Si sono determinati i rapporti fra le medie del primo e del secondo semestre 2005 in tutte le stazioni dell'area omogenea fiorentina. Si è riscontrato che la media di tali rapporti è $1,22 \pm 0,15$ e da ciò si deduce che la media relativa al primo semestre per ogni stazione è, mediamente, del 22% superiore a quella relativa al secondo. Di conseguenza, la media annuale è mediamente superiore dell'11% rispetto alla media del secondo semestre. Con questa relazione, si è stimata la media annua relativa alla stazione di Campi Bisenzio a partire dalla media del secondo semestre (disponibile). Il numero di superamenti di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato stimato con la procedura descritta in precedenza.

Nella stessa stazione Campi Bisenzio, a causa di mancanza di valori rilevati in periodo estivo, non è stato possibile stimare la media annuale di NO_x (NO e NO_2).



1.2 Campagne di rilevamento.

Nel corso dell'anno 2005 sono state effettuate le seguenti campagne di monitoraggio:

1. in n° 3 siti dell'area urbana di Firenze (di cui uno presso la stazione, dimessa in nel corso dell'anno, Viale Rosselli, uno presso la stazione Bassi e l'altro nel parco di S. Salvi), per la determinazione di benzene mediante campionatori passivi e successiva analisi gas cromatografica con detector a ionizzazione di fiamma (GC-FID);
2. in n° 3 siti dell'area urbana di Firenze (di cui uno presso la stazione Viale Bassi, uno presso la stazione Via Ponte alle Mosse e uno nel parco di San Salvi), per la determinazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (benzo(a)pirene ed altri IPA cancerogeni) mediante campionamento di polveri totali, successiva estrazione con cicloesano e analisi per cromatografia liquida ad alte prestazioni con detector a fluorescenza (HPLC-FA);
3. nella stazione di Campi Bisenzio – Via Orly, per la determinazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (benzo(a)pirene ed altri IPA cancerogeni) mediante campionamento di PM10 e successiva analisi come indicato al punto precedente, e per metalli mediante campionamento di PM10, successivo attacco acido (disgregatore a microonde) e analisi per via spettrofotometrica di assorbimento atomico a fornello (FAA).

Nella tabella 4 si indicano nel dettaglio i siti e i periodi di rilevamento, gli inquinanti monitorati e i sistemi di misura, relativamente alle campagne periodiche condotte con strumentazione mobile.

Tabella 4 = Campagne per benzene, per benzo(a)pirene (e altri IPA) e per metalli effettuate nell'area omogenea.

Parametro	Supporto di campionamento	Strumento di campionamento (Marca/modello)	Periodo	Siti di campionamento	Note
benzene	Fiala carbone	Campionatore passivo (radiello®)	anno	Fi - S. Salvi Fi - Bassi Fi - Rosselli	10 giorni al mese
IPA	Filtro lana di vetro	Tecora SKYPOST	anno	Fi - S. Salvi Fi - Bassi Fi - Mosse	1 settimana al mese
IPA e Metalli	Filtro lana di vetro Filtro teflon	Tecora SKYPOST	Il semestre	Campi - Orly	16 giorni/mese per IPA 16 giorni/mese per metalli

2 Risultati e commento.

Si considerano le serie di dati raccolti mediante le stazioni fisse della rete di monitoraggio e mediante le campagne con rappresentatività annuale o assimilabile ad essa.

Tutti i valori di concentrazione sono espressi in unità di massa (ng, µg, mg) per metro cubo (m³) di aria e sono riferiti a 20°C (alla temperatura ambiente per PM).



2.1 Valori standard di riferimento.

Per ciascun inquinante vengono effettuate le elaborazioni degli indicatori fissati ed il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa europea e recepiti con il citato D. M. Ambiente n° 60/02 o, per l'inquinante ozono, con il Dlgs 183/04⁶. Il rispetto dei limiti viene richiesto entro determinati termini temporali, riassunti nella tabella seguente.

Tabella 5 = scadenze temporali per l'applicazione dei limiti di cui al DM 60/02 e al Dlgs 183/04 per la protezione della salute umana

Biossido di zolfo	1 gennaio 2005
Biossido di azoto	1 gennaio 2010
Polveri PM ₁₀	1 gennaio 2005 (fase 1) 1 gennaio 2010 (fase 2)
Benzene	1 gennaio 2010
Monossido di carbonio	1 gennaio 2005
Ozono	1 gennaio 2010

per la protezione degli ecosistemi	
Biossido di zolfo	19 luglio 2001

per la protezione della vegetazione	
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 entro le date sopra indicate, fino al conseguimento del pieno rispetto della norma. 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. Peraltro, la progressiva riduzione dei margini di tolleranza riflette la riduzione attesa e generalizzata dei livelli di inquinamento, conseguente ai provvedimenti di vasta scala già in corso, sulla base di Direttive riguardanti, ad esempio, il miglioramento della qualità dei combustibili e dei carburanti, la riduzione dei limiti di omologazione per veicoli a motore e il contenimento delle emissioni industriali.

Nella presente relazione, in prima istanza, 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 (in tutto o in parte) rispettati i limiti che sono entrati pienamente in vigore solo nel 2005 o entreranno in vigore nel 2010.

In fase di discussione conclusiva viene effettuato il confronto comparato con i limiti relativi all'anno 2010, maggiorati dei margini di tolleranza previsti dal DM/60 per il 2006, scelta che consente di meglio evidenziare le priorità nelle azioni di risanamento a carico delle Amministrazioni locali, da adottare come integrazione ai provvedimenti di vasta scala ove questi non si rivelassero sufficienti a conseguire i risultati attesi.

⁶ Decreto legislativo 21 maggio 2004, n. 183 (S.O.G.U. 171/L del 23 luglio 2004).



Per l'inquinante benzo(a)pirene e per i metalli piombo (Pb), arsenico (As), cadmio (Cd) e nichel (Ni), la specifica Direttiva 2004/107/CE non è ancora recepita a livello nazionale⁷, tuttavia l'elaborazione dei dati e il confronto vengono svolti in base ai limiti e ai valori di riferimento da essa indicati.

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

2.2 Polveri (PM₁₀ e PM_{2.5}).

Tabella 6a = PM₁₀: indicatori calcolati per analizzatori con efficienza >90%.

	Limite di rif (anno)	Scandicci Buozzi	Calenzano Boccaccio	Firenze Bassi	Signa Roma	Sesto F.no Viale Gramsci ⁽¹⁾
dati validi n°		314	357	336	319	360
Media annuale µg/m ³	40 (2005) 20 (2010)	38	36	29	50	32
Valori giornalieri >50 µg/m ³ n°	35 (2005) 7 (2010)	55	60	28	124	44

⁽¹⁾ stazione privata

Tabella 6b = PM₁₀: indicatori calcolati per analizzatori con efficienza compresa fra 15% e 90%.

	Limite di rif (anno)	Firenze Boboli	Firenze Gramsci	Firenze Mosse	Campi B. Orly
dati validi n°		182 ⁽¹⁾	149 ⁽¹⁾	185 ⁽¹⁾	224 ⁽²⁾
Media annuale calcolata µg/m ³	40 (2005)	29	40	35	30
Media annuale stimata (dev. st.) µg/m ³	20 (2010)	29 (±1)	40 (±1)	35 (±1)	34 ⁽³⁾
Valori giornalieri >50 µg/m ³ effettivi n°	35 (2005)	9	32	27	17
Valori giornalieri >50 µg/m ³ stimati n°	7 (2010)	18	78	53	52

⁽¹⁾ in alternanza con la misura di PM_{2.5} (15 gg/mese)

⁽²⁾ misura attiva a partire dal 17/05/2005

⁽³⁾ calcolata con i dati rilevati nel II semestre 2005, incrementata dell'11% (v. punto 1.1.)

I limiti di riferimento (media annuale e numero di superamenti giornalieri) sono fissati "per la protezione della salute umana".

⁷ Direttiva 2004/107/CE del 15 dicembre 2004 (G.U.C.E. L 23/3 del 26.1.2005)



In tabella 6a si riportano i valori di ambedue gli indicatori calcolati per le stazioni in cui l'efficienza dell'analizzatore è risultata superiore al 90%.

In tabella 6b si riportano i valori della media annuale e fra parentesi la relativa deviazione standard nonché dei superamenti, stimati con il procedimento statistico di cui al punto 1.1.

Si osservi che il valore limite dello standard, riferito all'anno 2005, espresso come media annuale viene uguagliato nella stazione "traffico" Firenze-Gramsci, e viene superato nella stazione "fondo" Signa-Roma. La ricorrenza di eccedenze rispetto allo standard giornaliero supera il limite consentito, sempre relativo al 2005, in tutte le stazioni con l'eccezione di Firenze-Boboli e Firenze Bassi. In tutte le stazioni risultano superati i valori standard fissati dalla normativa attualmente vigente per l'anno 2010.

In ottemperanza alle indicazioni della normativa (DM 60/02), nelle stazioni di Firenze-Boboli, Firenze-Gramsci e Firenze-Mosse si è attivato il monitoraggio della frazione di polveri con granulometria inferiore a 2.5 micron ($PM_{2.5}$), in alternanza con quella di PM_{10} . Per questo parametro l'Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US-EPA) ha indicato il valore di riferimento per la media annuale pari a $15 \mu g/m^3$ mentre a livello europeo esiste una proposta di Direttiva (2005/0183 del 21.9.2005) in cui è previsto un limite di $PM_{2.5}$ pari a $25 \mu g/m^3$, da raggiungere entro l'anno 2010, in luogo del limite di PM_{10} attualmente previsto dalla normativa.

In tabella 7 si riporta il valore della media annuale di $PM_{2.5}$ calcolato con i dati giornalieri disponibili e stimato (con relativa deviazione standard) mediante il procedimento statistico di cui al punto 1.1.

Tabella 7 = $PM_{2.5}$

	Limite di rif (US-EPA)	Limite di rif (proposta di Direttiva CE)	Firenze Boboli	Firenze Gramsci	Firenze Mosse
dati validi n°			165 ⁽¹⁾	176 ⁽¹⁾	170 ⁽¹⁾
Media annuale calcolata $\mu g/m^3$	15	25	20	27	20
Media annuale (dev. st) stimata $\mu g/m^3$			20 (± 1)	27 (± 1)	20 (± 1)

⁽¹⁾ in alternanza con la misura di PM_{10} (15 gg/mese)

Si osservi che questo inquinante supera il valore di riferimento indicato da US-EPA in tutte le stazioni mentre soltanto la stazione di Firenze-Gramsci supera il limite stabilito nella proposta di Direttiva europea.



2.3 Biossido di zolfo (SO₂).

Tabella 8 = SO₂

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V. Scandicci	Firenze Mosse	Scandicci Buoizzi	Sesto F.no Gramsci (1)
dati orari validi n°		8288	8363	8300	8198	8093	7648
medie orarie >350 µg/m ³ n°	24	0	0	0	0	0	0
dati giornalieri validi n°		358	363	359	354	348	318
medie giornaliere >125 µg/m ³ n°	3	0	0	0	0	0	0
media annuale µg/m ³	20	2	3	2	4	2	6
media invernale (1/10/04-31/3/05) µg/m ³	20	3	4	2	4	3	7

⁽¹⁾ stazione privata

I limiti stabiliti in termini di numero di superamenti 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.

2.4 Monossido di carbonio (CO).

Tabella 9 = CO

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze V. Scandicci	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Mosse	Scandicci Buoizzi	Sesto F.No Gramsci (1)
dati orari validi n°		8448	7929	8498	8456	8078	8410	8122	8236
Media annuale mg/m ³		0,5	0,6	0,6	0,6	1,3	1,0	0,5	0,5
Medie mobili di 8 h >10mg/m ³ n.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max media mobile di 8 h mg/m ³		2,4	3,1	2,7	3,2	4,0	3,7	2,7	3,0

⁽¹⁾ stazione privata

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 in tutte le stazioni.

Per evidenziare le differenze dei livelli di inquinamento nei vari siti, si sono esplicitati i valori massimi raggiunti dalla media di 8 ore che risultano inferiori al limite con ampio margine.



2.5 Biossido di azoto e ossidi di azoto totali (NO₂, NO_x).

Tabella 10a =NO₂ : indicatori calcolati per analizzatori con efficienza >90%.

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Mosse	Signa Roma	Calenzano Giovanni XXIII	Sesto F.no Gramsci (1)
dati orari validi n°		8232	7824	7731	7516	8058	8278	7502	8222
Val.orari >200 µg/m ³ n°	18	0	0	3	1	42	0	1	0
media annuale µg/m ³	40	30	40	54	74	74	40	34	47

(1) stazione privata

Tabella 10b = NO₂ : indicatori calcolati per analizzatori compresa fra 15% e 90%.

	Limite di rif.	Firenze Settignano	Scandicci Buozzi
dati orari validi n°		6879	7357
media annuale misurata µg/m ³	40	14	45
media annuale stimata (dev.st) µg/m ³	40	14 (±1)	47 (±2)
Val.orari >200 µg/m ³ effettivi n°	18	0	2
Val.orari >200 µg/m ³ stimati n°	18	0	2

I limiti riferiti a NO₂ sono fissati "per la protezione della salute umana".

In tabella 10a si riportano i valori di ambedue gli indicatori calcolati per le stazioni in cui l'efficienza dell'analizzatore è risultata superiore al 90%.

In tabella 10b si riportano, per le altre stazioni, i valori della media annuale e fra parentesi la relativa deviazione standard, stimate con il procedimento statistico di cui al punto 1.1., nonché il numero effettivo di ore in cui è stato superato il valore di riferimento e il numero stimato.

Quest'ultima stima è stata effettuata sulla base della proporzione dei giorni di effettivo campionamento che è comunque cautelativa, considerato che la maggior parte dei dati mancanti è relativa al periodo estivo (generalmente caratterizzato da livelli inferiori).

Si osservi che l'indicatore "media annuale" è uguagliato nelle stazioni Firenze Bassi e Signa – Via Roma e superato nella maggior parte delle stazioni di Firenze (Novoli, Gramsci, Mosse), nella stazione Scandicci-Buozzi e in quella di Sesto F.no-Gramsci.



Si osservi che l'indicatore "n° superamenti soglia oraria" risulta superato solo nella stazione Firenze- Mosse. Tuttavia, questa evidenza è conseguente al fatto che i valori di concentrazione sono risultati molto elevati unicamente nel 1° trimestre dell'anno per motivi non facilmente identificabili.

Tabella 11a = NO_x : indicatori calcolati per analizzatori con efficienza >90%

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Bassi	Firenze Novoli	Firenze Gramsci	Firenze Mosse	Signa Roma	Calenzano Giovanni XXIII	Sesto F.no Gramsci (1)
dati orari validi n°		8232	7824	7731	7516	8058	8278	7502	8222
media annuale µg/m ³ (come NO ₂)	30	47	72	104	184	160	85	84	92

(1) stazione privata

Tabella 11b = NO_x : indicatori calcolati per analizzatori compresa fra 15% e 90%.

	Limite di rif.	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi
dati orari validi n°		6879	7357
media annuale misurata µg/m ³ (come NO ₂)	30	19	95
media annuale (dev. st) stimata µg/m ³ (come NO ₂)	30	19 (±2)	95 (±4)

Il limite riferito a NO_x è fissato "per la protezione della vegetazione".

Si osservi che risulta ampiamente superato in tutte le stazioni con l'eccezione di Firenze-Settignano.

2.6 Ozono (O₃).

Tabella 12 = O₃

	Limite di rif.	Firenze Boboli	Firenze Novoli	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi	Calenzano Boccaccio	Calenzano Giovanni XXIII
dati orari validi n°		8720	8504	7548	8510	8193	7515
giorni con media mobile 8 h >120 µg/m ³ n°	25	60	0	44 ⁽¹⁾	27 ⁽¹⁾	40	17 ⁽²⁾
AOT40: dati orari validi n°		1090	986	819	1006	1084	955
AOT40 (µg/m ³)*h	18000	34343	4563	37520	22802	27497	18069

⁽¹⁾ dato sottostimato ma comunque superiore al limite

⁽²⁾ dato sottostimato e non significativo in quanto inferiore al limite



I limiti sono definiti come "valore bersaglio" dal DLgs 183/04. Il limite espresso come quantità di giorni in cui si supera la soglia della media mobile di 8 ore pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è fissato "per la protezione della salute umana". Quello in termini di AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 in tutte le stazioni di rilevamento, con l'esclusione di Calenzano Giovanni XXIII e Firenze Novoli per quanto riguarda i superamenti delle medie mobili, e Firenze Novoli per quanto riguarda l'AOT40.

Per quanto riguarda le stazioni di Firenze-Settignano, Scandicci – Buoizzi e Calenzano-Giovanni XXIII, il dato relativo al numero di superamenti della soglia delle medie mobili di 8 ore è da considerarsi sottostimato perché non risultano coperti per almeno il 90% dei giorni almeno cinque mesi su sei nel periodo aprile-settembre (come previsto dal DLgs 183/04).

Nel caso di Firenze-Settignano e Scandicci-Buoizzi, tuttavia, essendo il dato sottostimato già di per se superiore al limite previsto, si può considerare il superamento come avvenuto indipendentemente dalla completezza del periodo di monitoraggio. Invece, nel caso della stazione Calenzano-Giovanni XXIII, non risultando superato il limite, il dato appare poco significativo.

2.7 Benzene.

Tabella 13 = BENZENE

Stazioni	Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Limite di riferimento (2005 / 2010)	10,0 / 5,0
Firenze-S.Salvi	2,0
Firenze-Boboli	2,5 (*)
Firenze-V.le U. Bassi	3,0
Firenze-V. di Scandicci	3,0 (*)
Firenze-V. di Novoli	3,0 (*)
Firenze-V.le Gramsci	7,5 (*)
Firenze-V.le Rosselli	9,0
Firenze-V. Ponte alle Mosse	5,0 (*)
Scandicci- V. Buoizzi	2,5 (*)

(*) stimato per correlazione con CO secondo l'equazione $C_{\text{benz}} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = F * C_{\text{co}} (\text{mg}/\text{m}^3)$ dove $F = 5$

I valori delle stazioni Firenze S. Salvi, Firenze Bassi e Firenze Rosselli sono stati acquisiti mediante effettiva determinazione analitica. I valori attribuiti alle altre stazioni sono stimati in base alla correlazione con CO.

Il limite è fissato "per la protezione della salute umana".

Si osservi che in nessun sito sono riscontrati superamenti della soglia di riferimento per l'anno 2005.

La soglia fissata per l'anno 2010 risulta rispettata nei siti residenziali mentre è uguagliata o superata nei siti traffico.



2.8 Benzo(a)pirene (BaP).

Il D.M. Ambiente n° 60/02 non ha modificato la normativa precedente riguardo a questo inquinante. Pertanto rimane in vigore il limite di riferimento, definito come "obiettivo di qualità", stabilito dal D.M. Ambiente 25.11.1994. Detto limite è riconfermato dalla Direttiva 2004/107/CE in corso di recepimento.

Tabella 14 = BENZO(a)PIRENE.

Stazioni	BaP ng/m ³
Limite di riferimento (DM 24.11.1994 e Direttiva 2004/107/CE)	1,00
Firenze-S.Salvi	0,19
Firenze-V.le U. Bassi	0,24
Firenze-V. Ponte alle Mosse	0,64

Si osservi che il limite appare rispettato in tutti i siti di rilevamento.

2.9 Episodi acuti

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

Nella tabella 15 si riassumono i valori soglia e si indicano le ricorrenze di superamento riscontrate.

Tabella 15 = Soglie di allarme e casi rilevati (DM 60/02 e Dlgs 183/04).

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	1(*)

(*) valore orario di 259 µg/m³ registrato il 29 luglio 2005 nella stazione di Firenze-Settignano

Il superamento della soglia di allarme per una sola ora non comporta il riconoscimento dello "stato di allarme", in quanto tale stato si verifica se il superamento della soglia oraria si verifica per almeno tre ore consecutive..

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 16.

Tabella 16 = Ozono: superamenti della soglia di informazione pari a 180 µg/m³ (Dlgs 183/04)

	Firenze Boboli	Firenze Novoli	Firenze Settignano	Scandicci Buoizzi	Calenzano Boccaccio	Calenzano Giovanni XXIII
val orari > 180 µg/m ³ n°	19	0	28	4	11	2



Nella tabella 17 si evidenziano i giorni in cui si sono verificati gli stati di INFORMAZIONE (equivalente allo stato di ATTENZIONE secondo la definizione di cui al D.M. Ambiente 25.11.1994 ora abrogato) per O₃.

Tabella 17 = O₃, stati di ATTENZIONE (DM 25.11.1994) o di INFORMAZIONE (Dlgs 183/04).

inquinante	Giorni N°	Data	stazione	Valore orario max µg/m ³	ore >180 µg/m ³ N°
O ₃	9	28 maggio	Firenze Boboli	194	4
			Firenze Settignano	184	2
			Calenzano Boccaccio	185	4
		21 giugno	Firenze Settignano	188	3
			Calenzano Boccaccio	181	1
		22 giugno	Firenze Boboli	193	4
			Firenze Settignano	203	4
			Calenzano Boccaccio	204	4
		23 giugno	Firenze Settignano	184	1
		20 luglio	Firenze Settignano	183	2
		27 luglio	Firenze Boboli	187	1
			Firenze Settignano	206	3
		28 luglio	Firenze Boboli	195	4
			Firenze Settignano	202	4
		29 luglio	Firenze Boboli	238	6
			Firenze Settignano	259	7
			Scandicci - Buozzi	224	4
			Calenzano Giovanni XXIII	189	2
		02 agosto	Calenzano Boccaccio	209	2
			Firenze Settignano	183	2

Non si sono rilevati stati di ALLARME.

Riguardo a NO₂, per il quale il DM Ambiente 25.11.1994 stabiliva una soglia di ATTENZIONE al valore della media oraria pari a 200 µg/m³, si segnala che è stata adottata dal sindaco di Firenze l'Ordinanza n° 10211 del 15 gennaio 2003 che introduce uno stato di PREAVVISO, da identificare mediante i medesimi criteri di valutazione e valori soglia. Nel corso dell'anno 2005 non si sono verificati casi di tale tipo né, a maggior ragione, superamenti della soglia di allarme.

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 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 prossimi alle sorgenti quali il traffico);
- progressiva attivazione 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, o comunque affidabile in quanto determinato mediante procedure statistiche applicate a misure quantitativamente consistenti e omogeneamente distribuite nell'arco dell'anno solare. L'indicatore definito come quantità di superamenti di soglia, viene mostrato in termini di incidenza percentuale sul numero di dati disponibili e tale dato è confermato in base all'applicazione di procedure statistiche.

3.1 Polveri (PM₁₀).

Nella figura 3 si mostrano le concentrazioni medie annuali di PM₁₀ rilevate dal 1993 nelle stazioni della rete. Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione relativamente omogenea, salvo casi particolari, indipendentemente dalla localizzazione rispetto alle sorgenti e alla tipologia di sito, si mostra anche il valore medio delle medie annuali di ciascun anno.

Si osserva la progressiva diminuzione registrata fra il 1993 e il 1996 a cui ha fatto seguito un incremento che, nell'anno 2000, ha riportato i livelli medi di PM₁₀ ai valori degli anni 1993-1994 anche se con sostanziale riduzione delle differenze fra siti. Nel 2001 si è verificata una riduzione generalizzata dei livelli di PM₁₀ in parte spiegabile con l'andamento meteorologico, come illustrato nella relazione relativa a quell'anno.

Nel 2002 e nel 2003, in presenza di un quadro meteorologico più vicino alle medie storiche, i valori di PM₁₀ sono tornati mediamente intorno alla soglia fissata dalla normativa.

Dal 2003 si osserva la generale riduzione del livello medio di PM₁₀, indipendentemente dalle variazioni rilevate nei singoli siti che possono dipendere da condizioni contingenti di quadro emissivo locale (cantieri, limitazioni e deviazioni di traffico, etc...).

In linea di massima, con l'eccezione della stazione Signa Via Roma nella quale si conferma il netto superamento dello standard, la situazione generale appare consolidarsi entro il valore di riferimento fissato per la media annuale (all'anno 2005).

Nella figura 4 si mostra l'incidenza percentuale dei giorni con valore medio superiore 50 µg/m³ 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.

Indipendentemente da variazioni occasionali, negli ultimi 3-4 anni la situazione appare pressoché stazionaria con percentuali di superi più elevate, talvolta notevolmente, rispetto alle indicazioni della norma.



Figura 3 = trend delle concentrazioni medie annuali di PM₁₀.

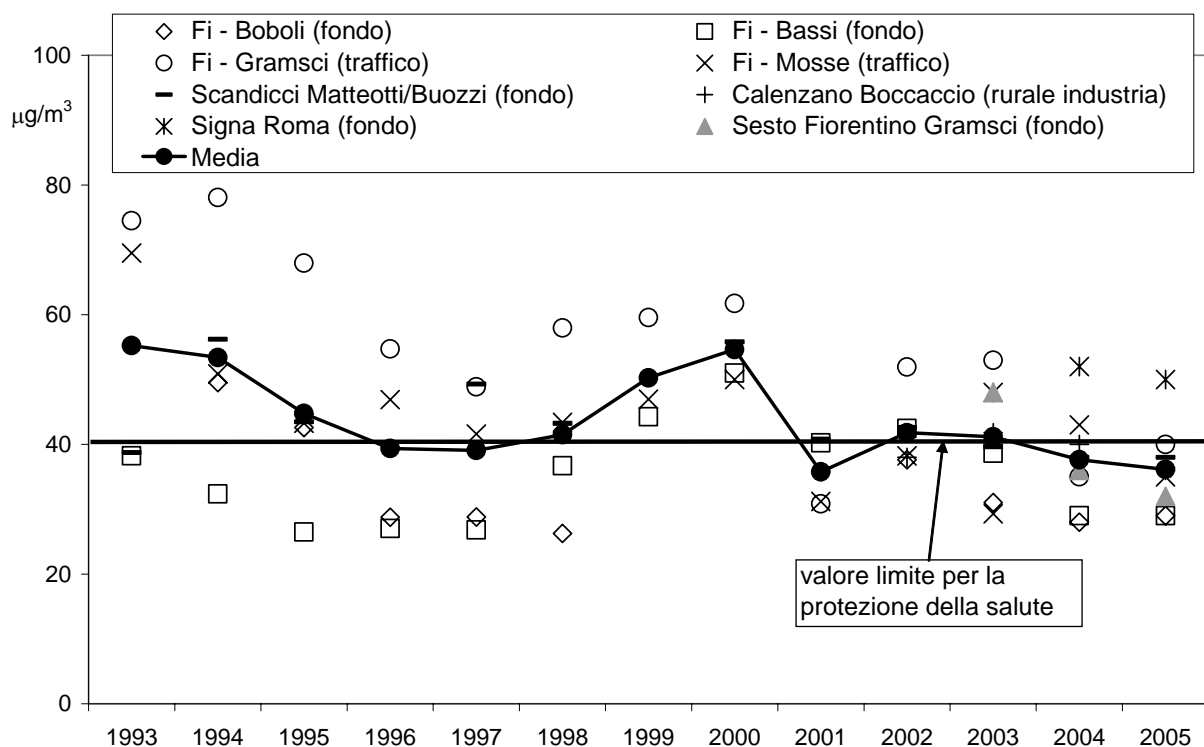
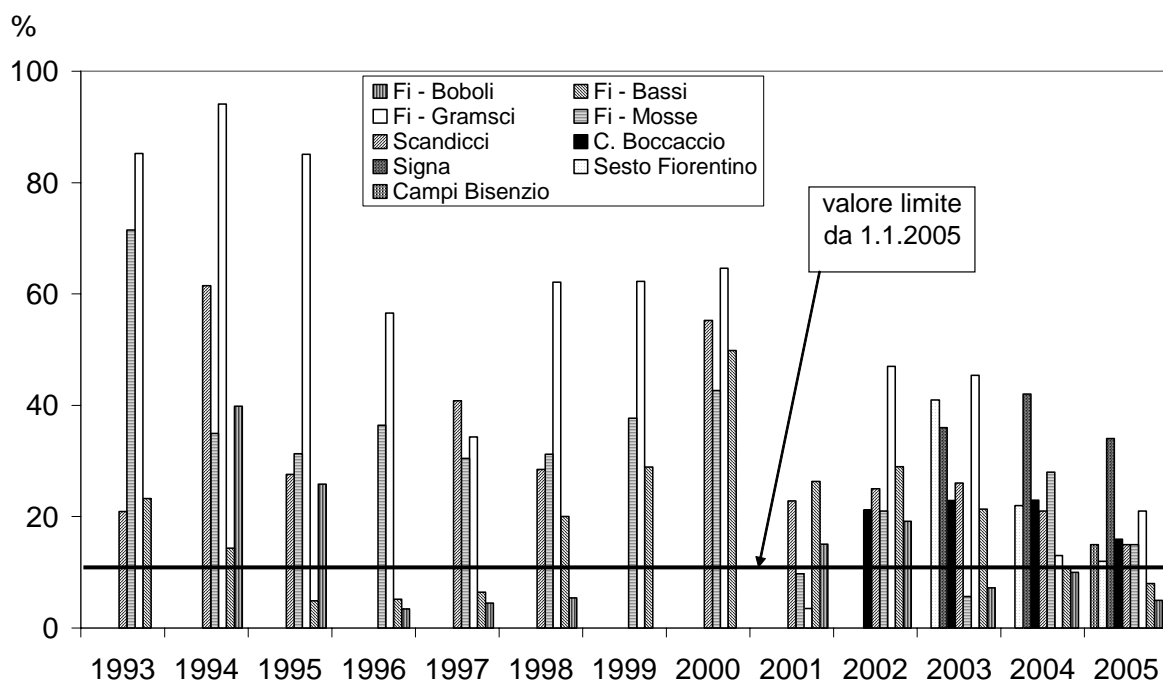


Figura 4 = trend della percentuale di numero di giorni all'anno con concentrazione di PM₁₀ superiore a 50 µg/m³.



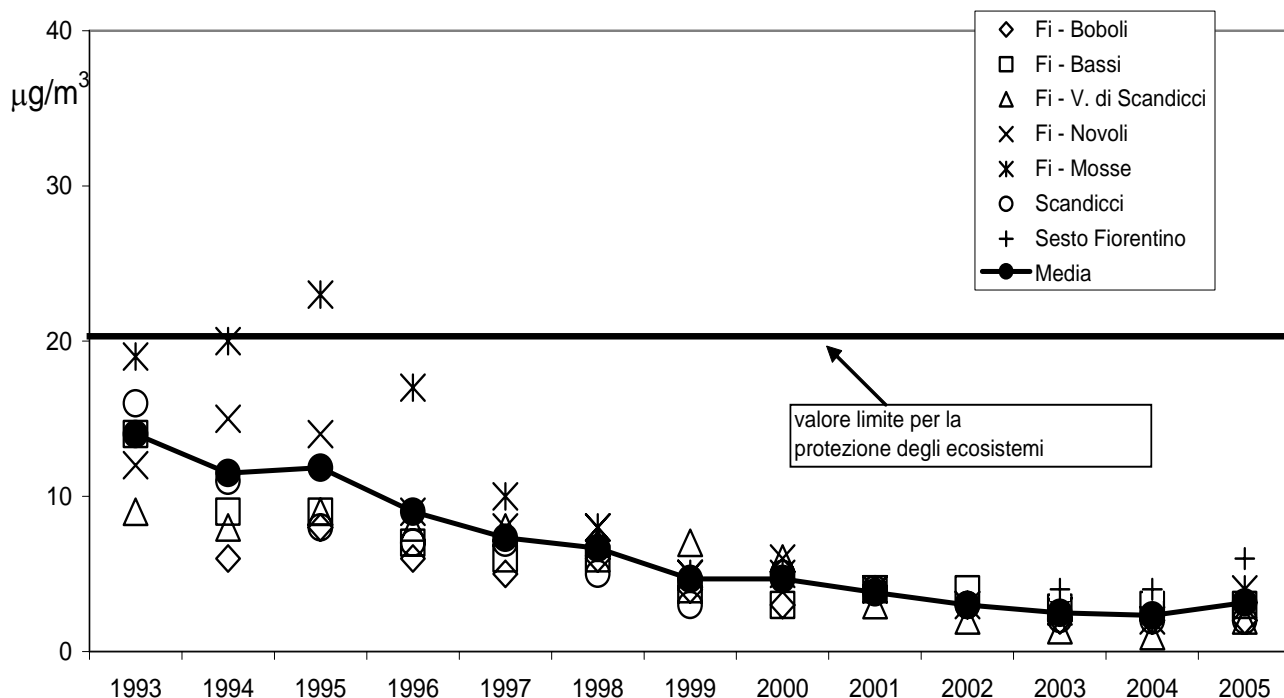
3.2 Biossido di zolfo (SO₂).

Nella figura 5 si mostrano le concentrazioni medie annuali di SO₂ rilevate dal 1993 nelle stazioni della rete. Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione relativamente omogenea indipendentemente dalla localizzazione rispetto alle sorgenti e alla tipologia di sito, si mostra anche il valore medio delle medie annuali di ciascun anno.

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

Si noti come nel 2005 la media generale mostri una tendenza all'aumento, fatto dovuto all'aumento dei livelli medi registrato nelle stazioni di Firenze-Via di Scandicci e Sesto Fiorentino.

Figura 5 = trend delle concentrazioni medie annuali di SO₂.



3.3 Biossido di azoto (NO₂).

Nella figura 6 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO₂ rilevate dal 1994 nelle stazioni della rete. Considerato che questo inquinante presenta una distribuzione spaziale relativamente disomogenea e dipendente sia dalla localizzazione rispetto alle sorgenti, sia dalla tipologia di sito, i valori delle medie annuali per ciascun anno, vengono mostrati raggruppati e distinti per le stazioni collocate a distanza dai flussi veicolari (tipo "fondo") e per le stazioni (tipo "traffico").



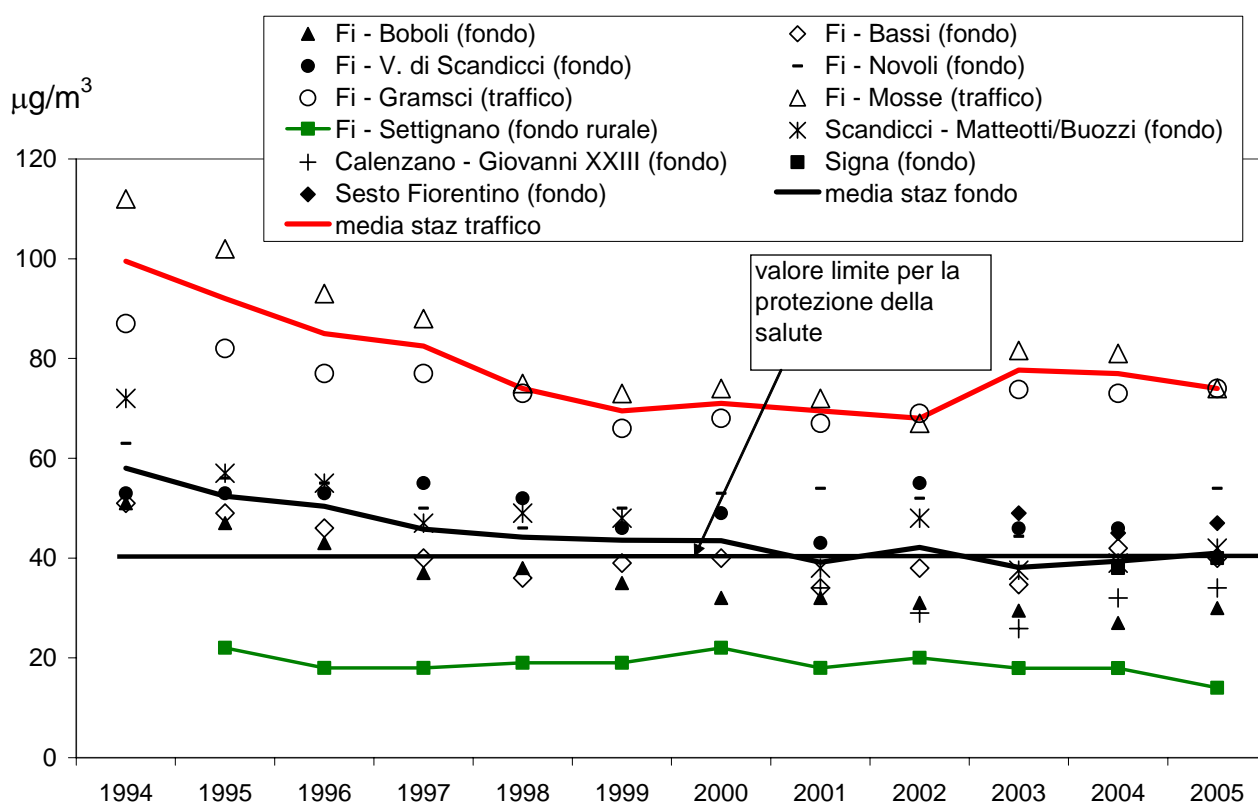
A parte si mostrano i valori rilevati nella stazione collinare di Settignano che rappresenta un sito di “fondo” in area rurale.

L'andamento del valore medio relativo alle stazioni “traffico” mostra una diminuzione piuttosto regolare fino all'anno 1999. Segue un periodo di stabilità, ma nell'anno 2003 si è verificato un incremento significativo, seguito da una sostanziale stabilità negli ultimi tre anni.

La media rilevata nelle stazioni “fondo” segue un andamento simile con progressiva riduzione fino al 2001 seguita da stazionarietà.

Stabile appare il livello medio riscontrato nella stazione di Settignano, con una tendenza al decremento nel 2005.

Figura 6 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO₂.



Rispetto al valore di riferimento fissato dalla norma, si osservano valori costantemente molto elevati nelle stazioni “traffico” (circa il doppio rispetto a quelle “fondo”). Risulta intorno al limite la media dei valori riscontrati nelle stazioni tipo “fondo” collocate in ambiente urbano, pur con valori differenziati secondo la zona. Ampiamente nella norma risulta il valore rilevato nella stazione di fondo extra urbano.

Nelle figure 7 e 8 si mostra, distintamente per i due gruppi di stazioni, l'incidenza percentuale delle ore dell'anno con valore medio superiore a 200 µg/m³, il cui limite di riferimento è pari a 0,2% (18 superamenti orari ammessi su 8760 ore). L'andamento storico mostra una certa similitudine con quello delle medie annuali. La ricorrenza di superamenti del valore medio orario risulta praticamente azzerata nelle stazioni di fondo residenziali mentre è stazionaria o in crescita nelle stazioni traffico.



Figura 7 = trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO_2 superiore a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevata nelle stazioni di fondo (parco urbano e aree residenziali).

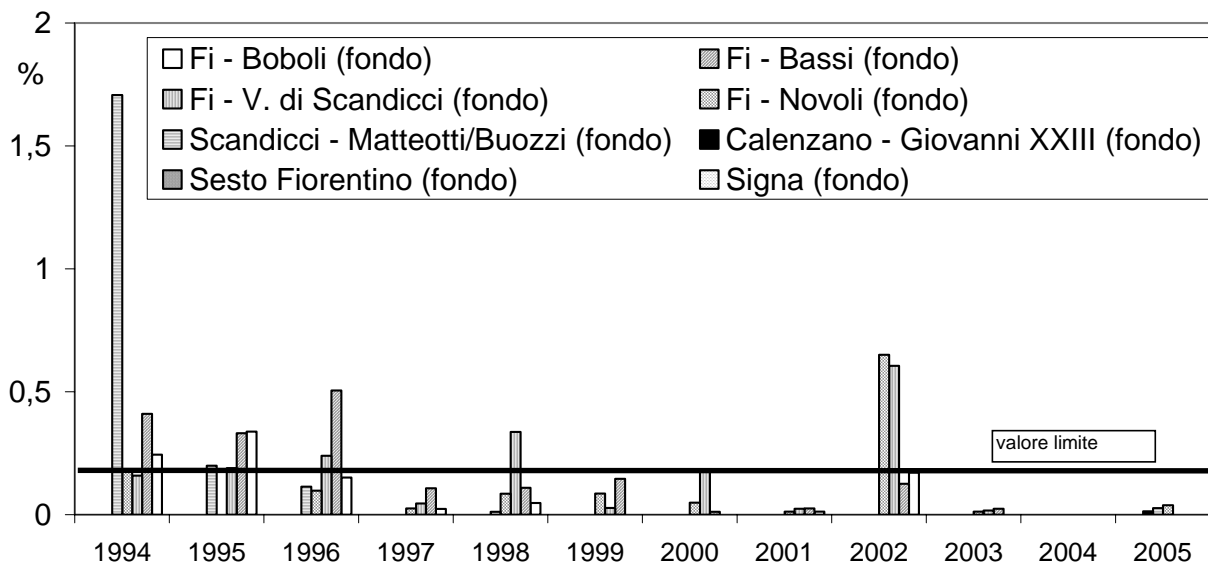
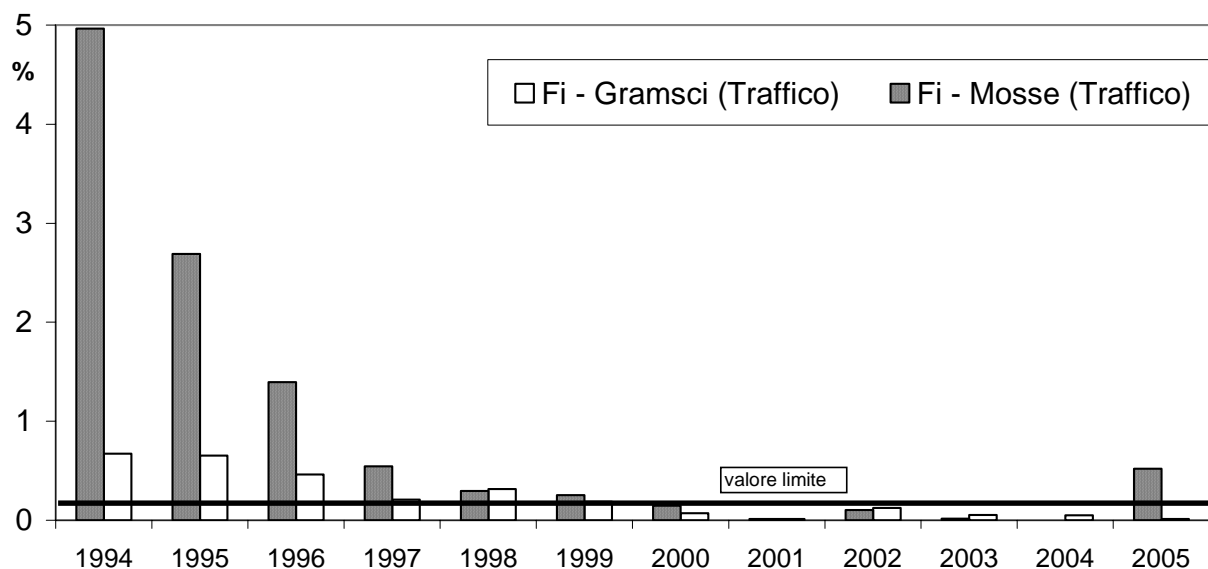


Figura 8 = trend della percentuale di numero di ore all'anno con concentrazione di NO_2 superiore a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rilevata nelle stazioni traffico.



3.4 Ossidi di azoto totali (NO_x).

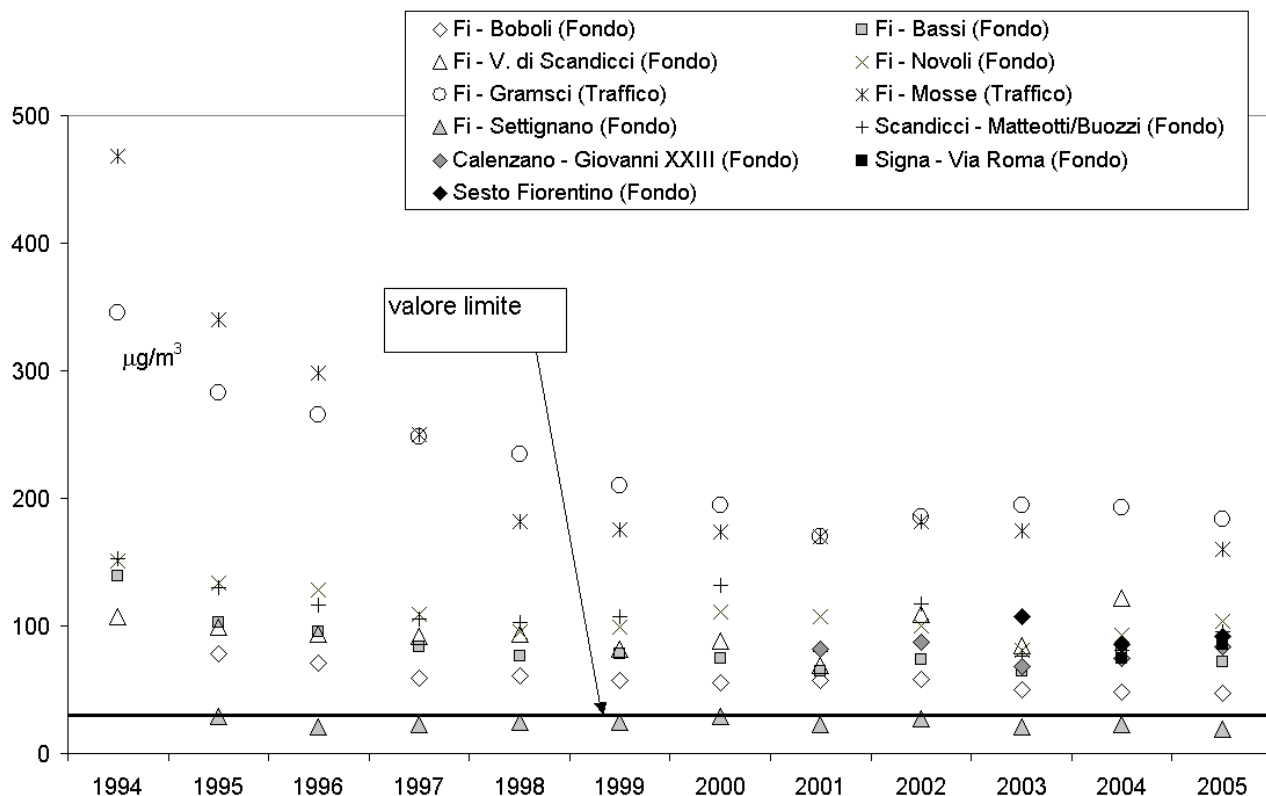
Nella figura 9 si mostrano le concentrazioni medie annuali di NO_x (esprese come NO_2) rilevate dal 1994 nelle stazioni della rete e si confrontano con il valore limite di riferimento fissato per la protezione della vegetazione (pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Si osservi che vi sono importanti differenze fra le varie tipologie di sito ma, salvo Settignano, in tutte le stazioni si verifica il superamento del limite. Le concentrazioni medie nelle aree residenziali e



nel parco urbano risultano 2÷3 volte più elevate del valore di riferimento mentre, anche negli ultimi anni, nei siti in prossimità di flussi di traffico risultano ancora 6 volte più elevate.

Figura 9 = trend delle concentrazioni medie annuali di NO_x (valori espressi come NO₂).



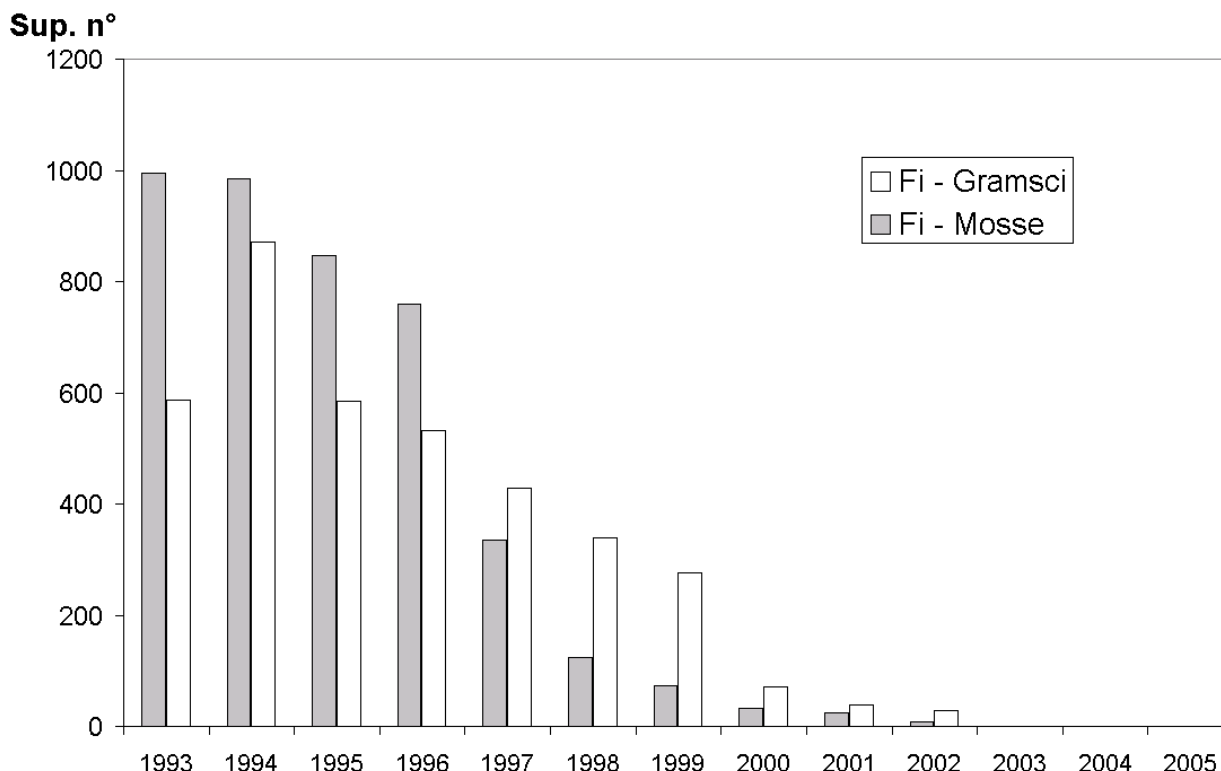
3.5 Monossido di carbonio (CO).

Poiché da alcuni anni i superamenti della media di 8 ore sono molto ridotti o nulli (nell'anno 2003 in particolare, non si è verificato nessun caso di superamento) per visualizzare il trend di lungo periodo nella figura 10 si mostrano le frequenze di superamento del 50% del limite fissato per la media di 8 ore consecutive, ovvero del valore di 5 mg/m³ anziché del valore di 10 mg/m³. L'elaborazione viene presentata solo per le stazioni di tipo traffico, in quanto questo inquinante è prodotto quasi esclusivamente dalle emissioni allo scarico dei veicoli a motore ed è caratterizzato da un forte gradiente spaziale; perciò 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.

L'andamento storico mostra una rapida riduzione del numero di superamenti.



Figura 10 = CO: trend del numero di medie mobili di 8 ore superiori al valore limite pari a 5 mg/m³ rilevate in ciascun anno nelle stazioni di tipo traffico.



3.6 Ozono (O₃).

Nelle figure 11 e 12 si mostrano le frequenze di superamento dei limiti fissati per la media oraria 180 µg/m³, definita "soglia di informazione", e 240 µg/m³, definita "soglia di allarme".

Si osservi che non è possibile riconoscere un trend univoco e consolidato anche se, negli ultimi 7 anni, 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 si è verificato un unico superamento della soglia di allarme.

Nella figura 13 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 µg/m³, il cui valore è da confrontare con il valore di riferimento pari a 25 giorni all'anno. L'andamento storico mostra una sostanziale stabilità nel corso degli anni, con superamenti diffusi nelle stazioni di misura collocate nel parco urbano (Boboli), nell'area collinare (Settignano) e alla periferia dell'area urbanizzata (Scandicci, Calenzano).

Nella stazione collocata all'interno dell'area urbanizzata (Novoli) l'entità dei superamenti è notevolmente più bassa, come atteso per siti di monitoraggio dove si riscontrano livelli elevati degli inquinanti primari (monossido di carbonio, monossido di azoto, idrocarburi).

Nella figura 14 si mostra l'andamento del parametro AOT40, che è calcolato sommando le eccedenze orarie di 80 µg/m³ rilevate nella fascia oraria 8-20 del periodo dal 1° maggio al 31 luglio. Per questo parametro è stato definito il valore bersaglio per la protezione della vegetazione, pari a 18000 (µg/m³)*h, e sostanzialmente rappresenta l'esposizione massima accettabile. Anche per



questo indicatore si riscontra una situazione nettamente superiore al limite o prossima ad esso nella maggior parte delle stazioni di rilevamento e nella maggior parte degli anni.

Si ricorda che per le stazioni Settignano, Scandicci e Calenzano Giovanni XXIII i valori del 2005 sono sottostimati, sia pure lievemente, perché il monitoraggio non ha coperto tutto il periodo (v. punto 2.6).

Figura 11 = O₃: trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di informazione, pari a 180 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

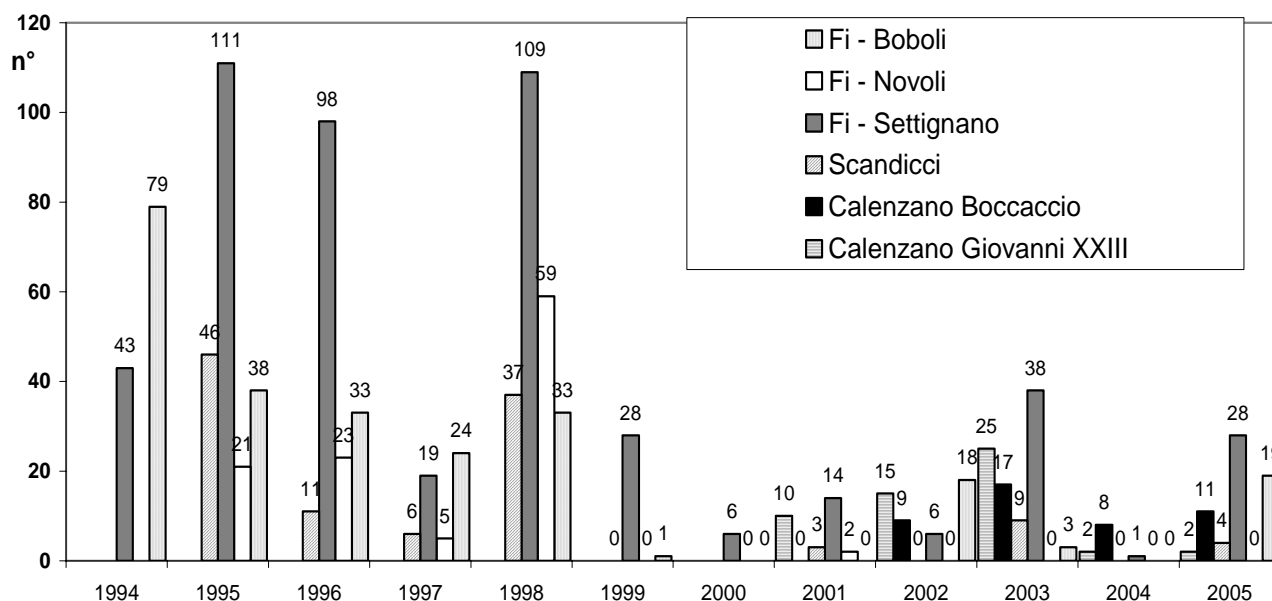


Figura 12 = O₃: trend del numero di medie orarie superiori alla soglia di allarme, pari a 240 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

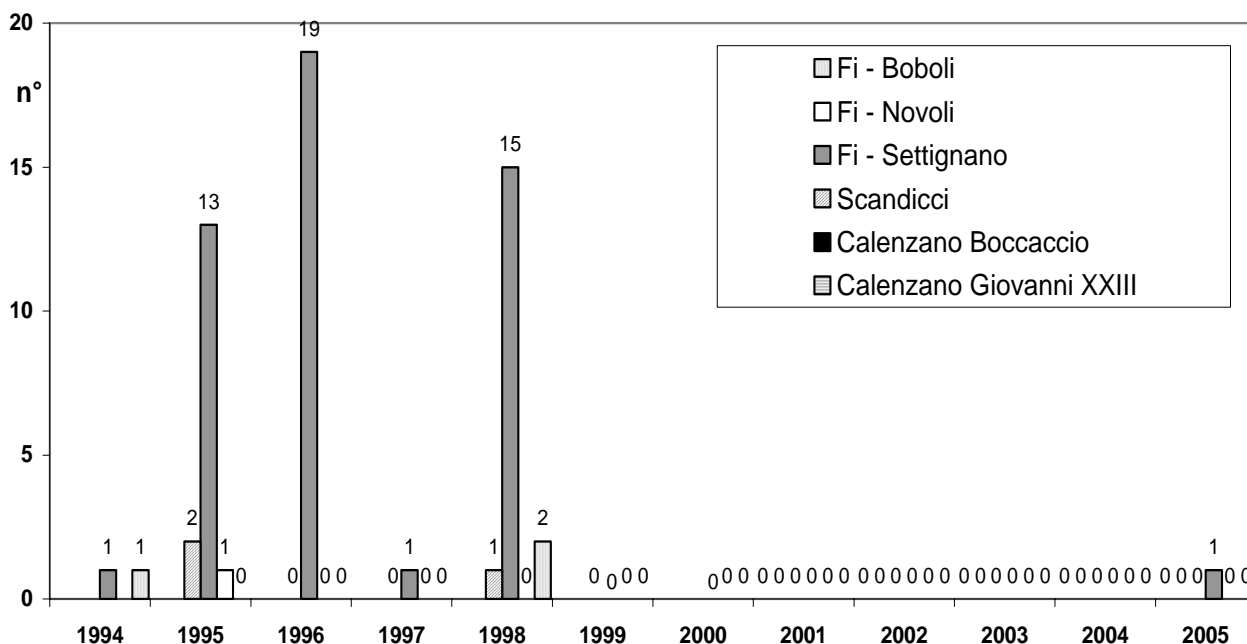


Figura 13 = O₃: trend del numero di giorni con media mobile di 8 ore superiore a 120 µg/m³, rilevate in ciascun anno.

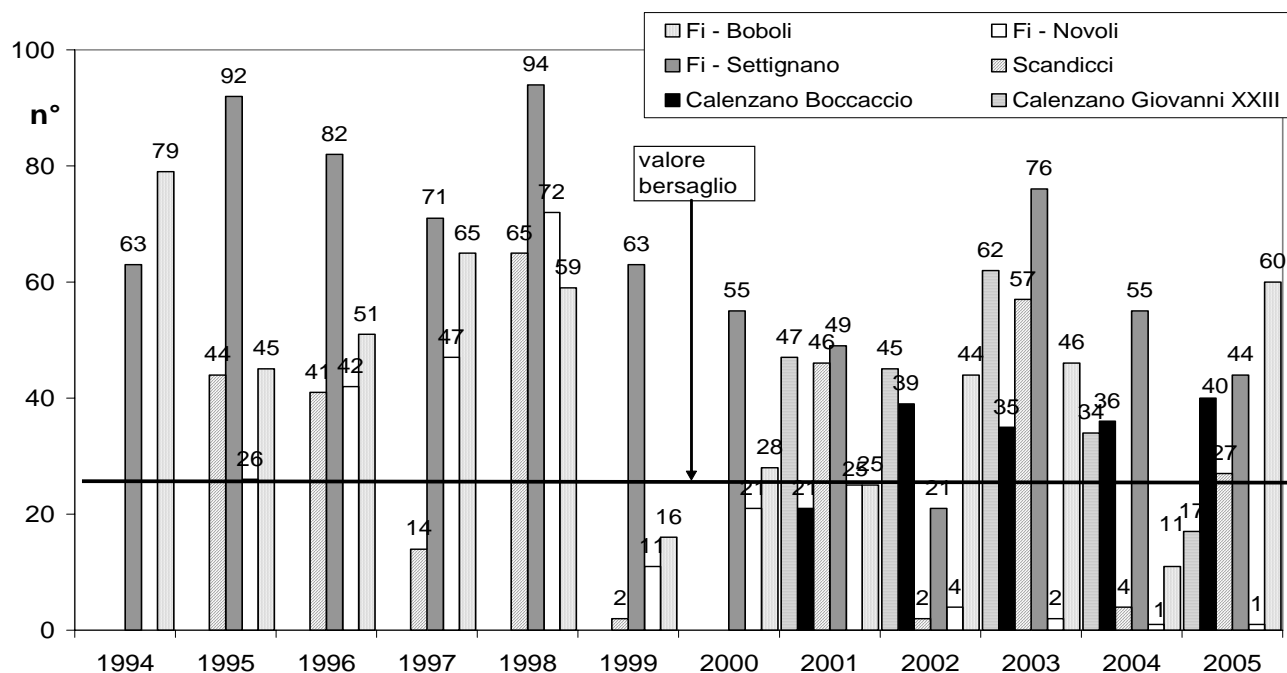
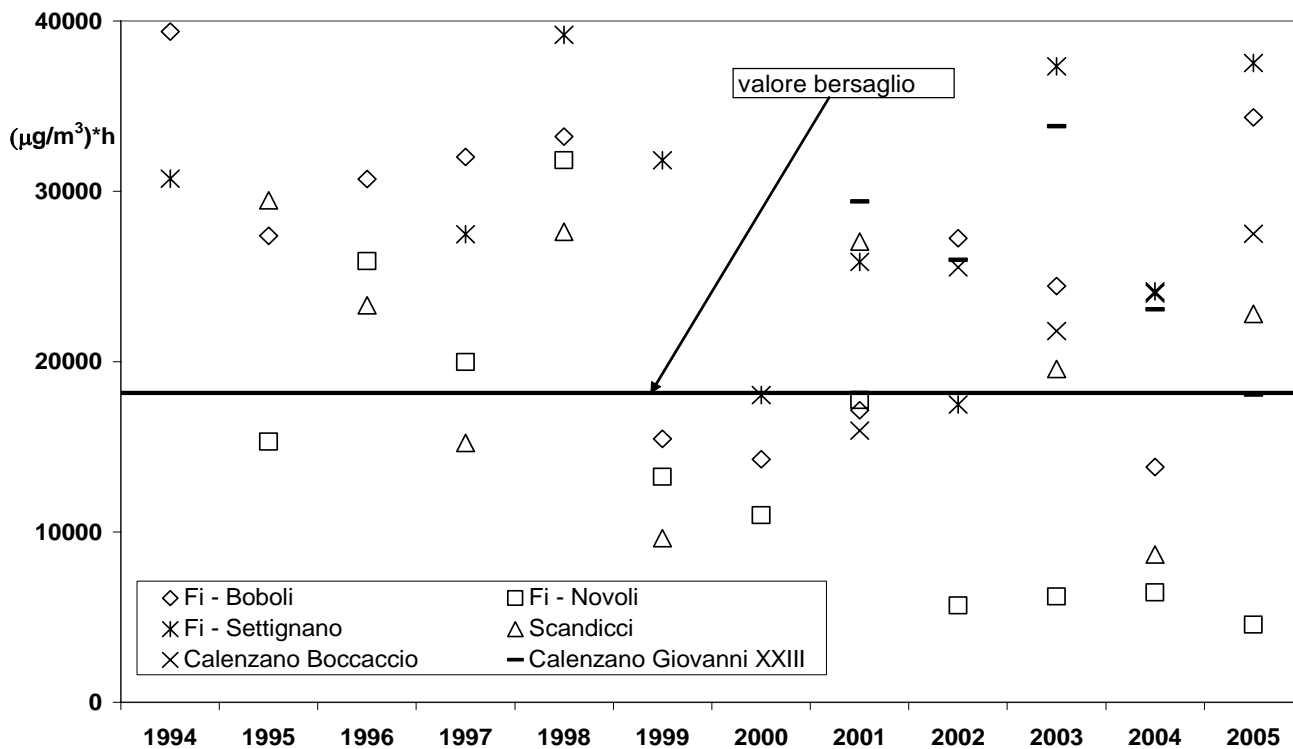


Figura 14 = O₃: parametro AOT40 (sommatoria delle eccedenze orarie di 80 µg/m³, rilevate in ciascun anno.



A causa della sua natura di inquinante "secondario", i livelli di O₃ sono pesantemente influenzati dalle caratteristiche meteorologiche. La formazione di tale inquinante è favorita, oltre che dal livello di concentrazione dei precursori (NO_x e idrocarburi reattivi), anche dall'intensità della radiazione solare, dalla temperatura e dal regime dei venti. Per tale motivo, riferendosi agli ultimi anni, si osserva un maggior numero di eccedenze nel 2003, anno in cui si è verificata una anomala persistenza di elevate temperature, mentre si osserva una riduzione di eccedenze nell'anno 2004 quando il periodo estivo è risultato più instabile e fresco.

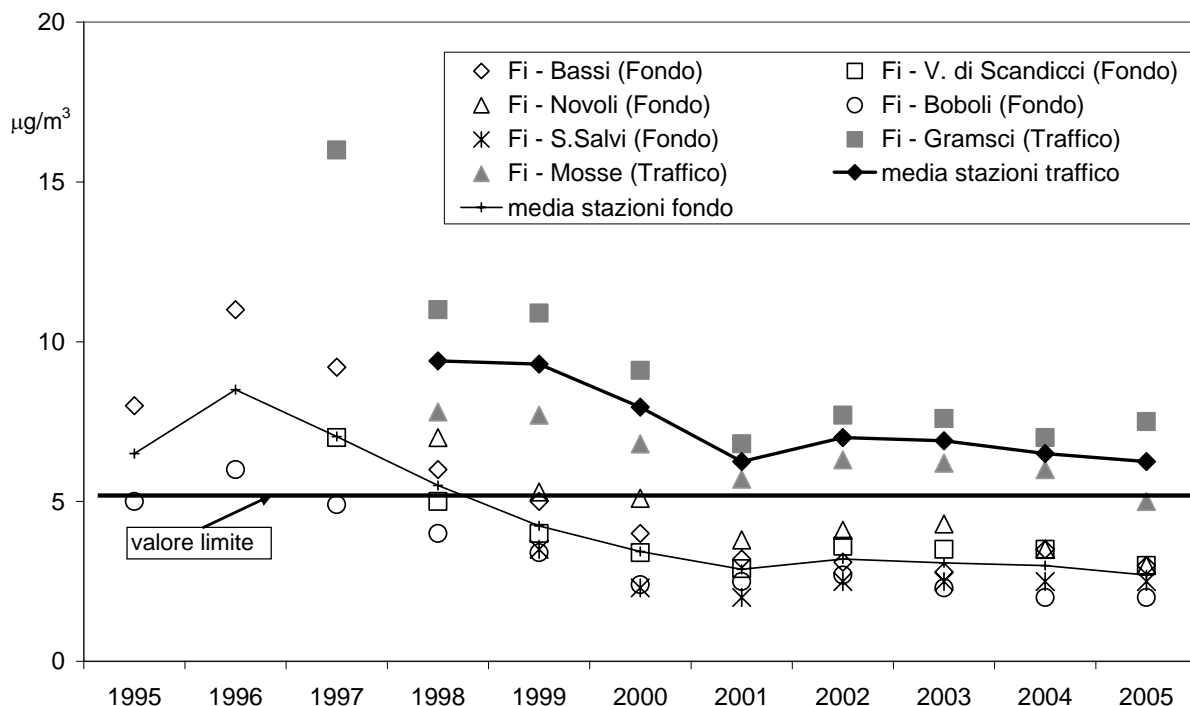
3.7 Benzene.

Nella figura 15 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate dal 1995 nelle varie stazioni della rete, differenziate per tipologia di sito in quanto questo inquinante, come il CO, presenta una forte disomogeneità spaziale poiché emesso dagli scarichi dei veicoli a motore (a benzina).

L'andamento del valore medio relativo alle stazioni traffico mostra una progressiva e rilevante diminuzione fino all'anno 2001. Successivamente si rileva una tendenza alla crescita, presumibilmente dovuta all'incremento di tenore di benzene nelle benzine (pur nel rispetto del limite fissato dalle norme al valore 1%). Negli ultimi due anni si intravedono lievi riduzioni probabilmente conseguenti il rinnovo del parco auto a benzina e lo spostamento verso veicoli diesel. Complessivamente il livello ambientale nei siti traffico risulta ampiamente inferiore al limite fissato per l'anno 2005 (10 µg/m³) ma superiore al limite di riferimento cogente dal 2010

L'andamento dei livelli di benzene nei siti di fondo è praticamente analogo, con valori assoluti circa la metà di quelli rilevati nei siti traffico e quindi appare rispettata, già dalla fine degli anni '90, la soglia fissata per il 2010.

Figura 15 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzene.

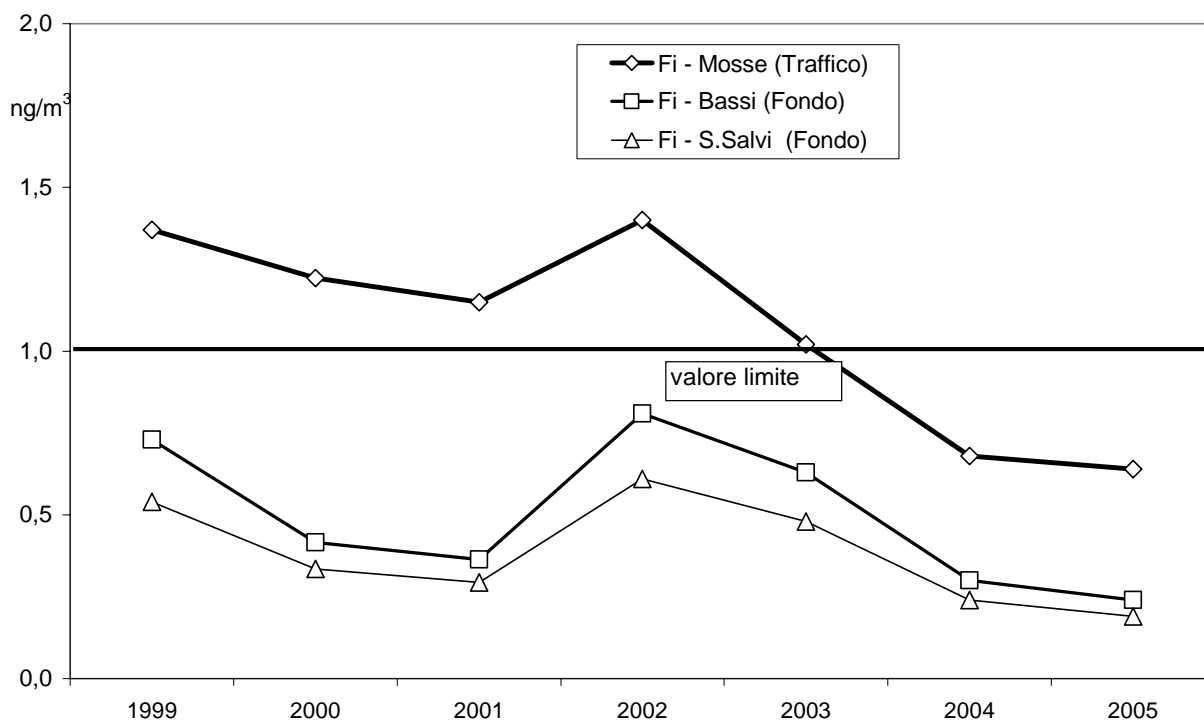


3.8 Benzo(a)pirene (BaP).

La determinazione di benzo(a)pirene, inquinante tipicamente presente nelle polveri aerodisperse, è possibile solo mediante sistemi di campionamento non completamente automatizzati e impegnative analisi di laboratorio. Per tale motivo il numero di siti di misura e le serie storiche disponibili sono limitate rispetto agli altri parametri rilevati tramite la rete di analizzatori automatici collocati nelle stazioni fisse.

Nella figura 16 si mostra l'andamento delle concentrazioni medie annuali di questo inquinante, rilevate dal 1999 con sufficiente continuità ed omogeneità in tre siti diversamente caratterizzati per distanza da sedi stradali. Il trend mostra una diminuzione fino all'anno 2001. I valori relativi al 2002 e al 2003 evidenziano un netto incremento che, in larga misura, potrebbe dipendere dalla mancata copertura degli interi anni solari. Infatti, nel 2002 il valore medio indicato si riferisce al solo II semestre mentre, nel 2003 non sono stati effettuati campionamenti nel trimestre estivo in cui i valori sono tipicamente molto bassi. Le medie annuali degli ultimi due anni mostrano il consolidamento del trend di riduzione e confermano il rispetto del valore standard di riferimento anche nei siti traffico.

Figura 16 = trend delle concentrazioni medie annuali di benzo(a)pirene rilevate nelle diverse tipologie di sito urbano.



4 Sintesi e commento

Considerati i dati rilevati nell'anno 2005, il trend storico e l'origine degli inquinanti, in tabella 18 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria riscontrato nelle varie tipologie di sito dell'area omogenea di Firenze (comuni di Firenze, Scandicci, Campi, Signa, Lastra a Signa, Sesto, Calenzano e Bagno a Ripoli) 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, quali PM₁₀ e O₃, non è trascurabile l'origine naturale, ancorché di incerta quantificazione soprattutto per il 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 anticipo rispetto alla data di vigenza indicata nelle Direttive comunitarie.

Per valutare le priorità d'intervento nell'ambito delle azioni di risanamento, è senz'altro utile e necessario rivisitare i dati presentati in tabella 18, confrontando i valori rilevati nell'anno 2005 con i valori limite relativi allo stesso anno (determinati tenendo conto dei margini di tolleranza ove previsti) e con i valori limite validi per l'anno 2006 (determinati tenendo conto della riduzione dei margini di tolleranza ove previsti). Il raffronto è riportato nelle tabelle successive (le eccedenze rispetto al valore limite relativo al 2005 sono riportate in grassetto).

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

Tipo Stazione	Valore limite (2005)	Valore limite (2006)	Range valori rilevati
fondo urbano	40	30	29-50
traffico			35-40
Industriale			36

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

Tipo stazione	Valore limite (2005)	Valore limite (2006)	N° superamenti ammessi (2005)	N° superamenti ammessi (2006)	Range N° superamenti rilevati
fondo urbano	50	50 + margine (non stabilito)	35	7	28-124
traffico					53-78
Industriale					60

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

Tipo stazione	Valore limite (2005)	Valore limite (2006)	Range valori rilevati
fondo urbano	50	48	30-54
traffico			74

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

Tipo stazione	Valore limite (2005)	Valore limite (2006)	N° superamenti ammessi	Range N° ore > valore limite (2005)	Range N° ore > valore limite (2006)
Fondo urbano	250	240	18	0	0-1
traffico				0-8	0-13



Benzene: medie annuali, valori limite per la protezione della salute umana

Tipologia stazione	Valore limite (2005)	Valore limite (2006)	Range valori rilevati
Fondo urbano	10	9	2,0-3,0
traffico			5,0-9,0

Con l'incremento dei valori di riferimento determinato dall'aggiunta del margine di tolleranza al valore limite finale, utilizzato per i raffronti in tabella 18, si ottiene, ovviamente, la riduzione del numero di siti in cui formalmente si superano le soglie e delle eccedenze. Tuttavia si riscontrano difformità residue per gli inquinanti PM₁₀, e NO₂.

Nel dettaglio dei singoli inquinanti e in riferimento alla tabella 18, in cui si presenta il confronto con i valori standard validi a partire dall'anno 2005 e con quelli "finali" (ove diversi), possiamo sintetizzare la situazione corrente come segue.

- a) Il biossido di zolfo (SO₂) non desta preoccupazione anche se si è verificata una lieve inversione di tendenza rispetto al trend storico, che potrebbe essere conseguente alla riconversione di taluni impianti da gas naturale (metano) a olio combustibile pesante.
- b) Il monossido di carbonio (CO) appare rientrare nei limiti anche nelle stazioni tipo traffico e prosegue il trend di riduzione grazie al rinnovo del parco circolante con la progressiva eliminazione della auto a benzina non catalizzate.
- c) Il benzene si conferma stabilmente già inferiore al limite fissato per il 2010 nei siti di fondo, mentre è ancora superiore al limite attuale nei siti tipo traffico.
- d) Il benzo(a)pirene (BaP) appare inferiore al limite nelle aree residenziali e, dall'anno 2004, anche in prossimità di una strada, Via Ponte alle Mosse, attualmente con traffico non particolarmente elevato.
- e) L'inquinante NO₂ conferma una situazione critica, soprattutto a livello di media annuale e soprattutto in siti di monitoraggio prossimi a flussi di traffico. Il trend relativo agli ultimi anni mostra la sostanziale stazionarietà nei siti residenziali e ha evidenziato un deciso incremento nei siti tipo traffico, presumibilmente connesso alla maggiore incidenza dei veicoli diesel.
- f) L'inquinante O₃, tipico inquinante di area vasta, mostra eccedenze nella ricorrenza di giorni con superamento della soglia fissata per la media di 8 ore, nei siti di monitoraggio sub urbani, tipicamente soggetti ai più elevati livelli di questo inquinante. Nonostante la forte dipendenza dal quadro meteorologico, il trend sembrerebbe mostrare una riduzione dei livelli ambientali. Si tratterebbe di un andamento non inatteso, in relazione alla riduzione dei livelli ambientali di uno dei precursori, gli idrocarburi, a sua volta indotto dal proseguimento del rinnovo del parco circolante, con particolare riferimento alla dismissione di ciclomotori a 2 tempi.
- g) Il particolato PM₁₀ appare evidenziare il consolidamento del trend di riduzione avviato dal 2003 ma permangono situazioni di difformità riguardo alla media annuale e, soprattutto, riguardo alla frequenza di eccedenze giornaliere. I livelli più elevati di PM₁₀ si riscontrano nei siti tipo traffico e, tendenzialmente, in aree residenziali ai margini dell'area metropolitana. In queste ultime, le concentrazioni più elevate potrebbero essere in parte dovute alla maggiore stabilità atmosferica nelle ore



notturne, tipica delle aree esterne alle isole di calore urbane. Il rientro nello standard di qualità dell'aria fissato al 2005 sembra problematico anche per la maggior severità insita nell'indicatore espresso come numero di medie giornaliere ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 giorni all'anno)⁸.

In considerazione della varietà di sorgenti di particolato e della diversità di composizione chimica e di dimensione granulometrica del medesimo in relazione al tipo di sorgente, possiamo arricchire il commento con alcune considerazioni.

- In prima approssimazione, la quota di particolato di origine antropica in area urbana è soprattutto quella generata dalla combustione (come ad esempio l'emissione allo scarico dei veicoli diesel) ed è caratterizzata da dimensione granulometrica inferiore a 1 micron (PM_{10}). Questa frazione è quella certamente più dannosa sia perché in grado di penetrare fino agli alveoli polmonari sia per il contenuto in sostanze pericolose come gli IPA. La frazione di particolato più grossolana, ovvero con granulometria compresa fra 1 e 10 micron, comprende soprattutto polveri di natura "crostale" e quelle dovute al trasporto dalle zone aride, la cui composizione chimica è principalmente inorganica (sali e composti contenuti nei suoli e nei terreni). Ulteriori importanti contributi al livello atmosferico di polveri sono costituiti dalla frazione di particolato "secondario", composto da sali come solfato e nitrato di ammonio, che si formano in talune condizioni di stabilità atmosferica, e dalla risospensione dovuta al transito di veicoli sulla strada. Infine, contributi relativamente modesti sono dati dall'usura di freni, frizioni, pneumatici ed asfalto. La risospensione e l'usura sono direttamente riconducibili alla sorgente generica "traffico" e sono caratterizzati da granulometria superiore ad 1 micron mentre il particolato di natura secondaria ha dimensioni tipicamente inferiori al micron.

- In termini di massa di particolato per unità di volume di aria, è evidente che le particelle grossolane apportano contributi maggiori rispetto a quelle più fini che "pesano" meno anche perché, nella maggior parte dei casi, hanno peso specifico inferiore. La conseguenza è che la misura di PM_{10} appare un indicatore piuttosto grossolano rispetto a quanto sarebbe più utile misurare (solo la frazione più fine che è direttamente rappresentativa delle emissioni più inquinanti).

- Una migliore approssimazione dell'effettivo inquinamento da polveri con maggiore rilevanza sanitaria è costituita dal parametro $\text{PM}_{2.5}$ (particolato inferiore a 2.5 micron) che comprende ancora contributi dovuti al trasporto e all'erosione dei suoli, ma molto più limitati.

- Grazie alle misure ormai quantitativamente piuttosto robuste di $\text{PM}_{2.5}$ effettuate in alcune stazioni dell'area di Firenze (Boboli, Bassi, Gramsci, Rosselli e Mosse) negli ultimi anni, possiamo valutare i range di valori di media annuale attribuibili al fondo urbano e ai siti esposti alle emissioni dirette da traffico:

		PM_{10}	$\text{PM}_{2.5}$
Fondo urbano	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 - 35	15 - 20
Siti tipo traffico	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	35 - 80	20 - 50

⁸ Il limite di riferimento espresso in termini di superamenti del valore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è più rigoroso e non coerente con rispetto a quello espresso in termini di media annuale. Infatti, al valore della media annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ corrisponde, in base alla nota distribuzione delle concentrazioni giornaliere rilevate in un anno (log normale), un numero di superamenti nell'intorno di 80 giorni all'anno. Viceversa, ad un numero di giorni con concentrazione superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pari a 35, corrisponde una media annuale nell'intorno di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (si veda la fig. 2).



La quota di $PM_{2.5}$ contenuta nel PM_{10} è nel range 50 - 70%, in accordo con i valori riportati in letteratura.

Nella tabella 19 si sintetizza il quadro generale della qualità dell'aria rispetto agli indicatori fissati per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione. Il raffronto viene mostrato per completezza di esposizione anche se tali standard sono congrui per aree rurali di fondo.

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 in base ai limiti fissati per la tutela della salute, con difformità relative ai livelli di NO_x e di O_3 .



Tabella 18 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2005 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)	Tipo sito (2)	Media o range	Sup. soglia Informaz. (3)	Sup soglia Allarme (4)	Sorgenti antropiche principali
PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40 come media annuale [dal 2005]	FU	29-50	Non Previsto	Non Previsto	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), traffico (usura freni, frizioni, pneumatici, asfalto; risospensione), emissioni industriali, impianti termici a combustibili liquidi, combustione legna, attività antropica generica (quota aggiuntiva di origine secondaria, precursori NO _x e SO ₂)
		T	35-40			
	20 come media annuale [dal 2010]	Ind	36			
		FU	18- 124 gg			
	50 come media di 24 ore [max 35 gg dal 2005, max 7 gg dal 2010]	T	53 - 78 gg			
		Ind	60 gg			
SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	350 come media oraria [max 24 ore dal 2005]	FU	0 ore	Non Previsto	0	Impianti termici industriali e domestici alimentati con combustibili solidi e liquidi (carbone, olio e gasolio).
		T	0 ore			
	125 come media 24 ore [max 3 gg dal 2005]	FU	0 gg			
		T	0 gg			
CO (mg/m^3)	10 come media di 8 ore da non superare [dal 2005]	FU	0 sup	Non Previsto	Non Previsto	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 e 4 tempi).
		T	0 sup			
NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200 come media oraria [max 18 ore dal 2010]	FU	0-3 ore	0	0	Veicoli diesel (medi e pesanti), auto pre Direttiva 91/441 CEE (diesel, a benzina e a gas non catalizzate), impianti termici industriali e domestici (prevalente origine secondaria, precursore NO)
		T	1 - 42 ore			
	40 come media annuale [dal 2010]	FU	30-54			
		T	74			
O₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	120 come media di 8 ore [max 25 gg dal 2010]	FU	0-60 gg	13	1	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (a benzina e a gas non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi), veicoli diesel, lavorazioni industriali e artigianali con emissione di solventi e altre sostanze organiche volatili (origine secondaria, precursori NO _x , HC, altre sostanze organiche)
		FSU	44 gg			
		Ind	40 gg			
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	10 come media annuale [dal 2005] 5 come media annuale [dal 2010]	FU	2,0-3,0	Non Previsto	Non previsto	Auto pre Direttiva 91/441 CEE (benzina non catalizzate), ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi).
		T	5,0-9,0			
BaP (ng/m^3)	1 come media annuale	FU	0,19-0,24	Non Previsto	Non previsto	Veicoli diesel, ciclomotori e motocicli (motori 2 tempi)
		T	0,64			

(1) DM 60/02 per PM₁₀, SO₂, CO, NO₂, benzene; Dlgs 183/04 per O₃; DM 25.11.1994 e Direttiva 2004/107/CE per BaP.

(2) FU = fondo urbano; T = traffico; Ind = area industriale; FSU = fondo suburbano.

(3) Dlgs 183/04 per O₃, O.S. di Firenze 10211/03 per NO₂

(4) DM 60/02 per SO₂, NO₂, Dlgs 183/04 per O₃,



Tabella 19 = Livelli di inquinamento rilevati nell'anno solare 2005 nelle diverse tipologie di sito. Raffronto con indicatori per la protezione dell'ecosistema e della vegetazione.

Inquinante (u.m.)	Valore limite o di riferimento (1)	Tipo sito (2)	Media o range
SO ₂ (µg/m ³)	20 come media annuale e invernale [dal 2001]	FU	2 - 4
		T	4
NO _x (µg/m ³ di NO ₂)	30 come media annuale [dal 2001]	FU	47 – 104
		T	160 – 184
		FSU	19
O ₃ (µg/m ³ *h)	18.000 come AOT40 [dal 2010]	FU	4.563 – 34.343
		FSU	37.520
		Ind	18.069

(1) DM 60/02 per SO₂ e NO_x; Dlgs 183/04 per O₃

(2) FU = fondo urbano; T = traffico; Ind = area industriale; FSU = fondo suburbano



5 Le condizioni meteorologiche.

L'analisi delle condizioni meteorologiche per l'anno 2005 viene effettuata facendo riferimento ai dati rilevati presso la stazione di Sesto F.no–Monte Morello in quanto, per cause tecniche, nel corso della maggior parte dell'anno non sono risultati disponibili i dati della stazione di Firenze-Ximeniano, usualmente impiegata per questa analisi. La stazione di Sesto F.no – Monte Morello è posizionata in località Collina sulle pendici di Monte Morello ad una quota di circa 320 m slm. Questa localizzazione, in relazione anche alle differenti caratteristiche orografiche e di altitudine del sito, comporta in generale una diversità nei valori dei parametri meteorologici rispetto a quelli registrati presso la stazione di Firenze-Ximeniano. La stazione di Monte Morello (sempre appartenente alla Rete di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Firenze) è in funzione dal 1994 e quindi permette comunque di fornire indicazioni e raffronti con un decennio di dati. In particolare il raffronto tra analoghi e corrispondenti indicatori di lungo periodo delle due stazioni (Sesto F.no–Monte Morello e Firenze-Ximeniano), permette di individuare le loro differenze caratteristiche; si ritiene inoltre che dal punto di vista qualitativo le osservazioni sulle eventuali particolarità dell'anno 2005 effettuate facendo riferimento ai dati della stazione di Monte Morello, possano estendersi all'ambito dell'area urbana.

5.1 Andamento meteorologico nell'anno 2005

Per quanto riguarda l'andamento termico (Figure 5.2 e 5.6, Tabella 5.1) i valori medi mensili registrati per la stazione di Monte Morello mostrano per i mesi invernali (in particolare gennaio, febbraio e novembre) condizioni termiche tendenzialmente fredde in quanto tali valori risultano inferiori (o sul limite inferiore) degli intervalli di variabilità registrati nel decennio precedente. Valori medi giornalieri inferiori a 0°C si sono registrati nei primi mesi dell'anno ed al suo termine. In modo meno pronunciato anche il mese di agosto può essere considerato relativamente freddo. In alcun mese si sono invece registrati valori elevati rispetto all'intervallo di oscillazione storico, indicando che globalmente l'anno 2005 debba essere considerato relativamente freddo.⁹

Per quanto riguarda le precipitazioni (Figure 5.1, 5.3 e 5.7, Tabella 5.2) si osserva che queste hanno interessato in prevalenza gli ultimi mesi dell'anno ed in particolare la fine del mese di novembre ed il mese di dicembre. In effetti pur considerando che il periodo di riferimento è piuttosto limitato (10 anni) e che esiste una notevole variabilità nei fenomeni di precipitazione, i valori di pioggia cumulati mensili indicano che i mesi di ottobre, novembre e dicembre sono risultati decisamente più piovosi rispetto a quanto avvenuto negli anni precedenti. Al contrario, i primi mesi dell'anno 2005 (gennaio e febbraio) si segnalano per le precipitazioni cumulate decisamente scarse rispetto al periodo decennale di riferimento. Anche nel periodo estivo i valori registrati risultano tendenzialmente modesti. La massima precipitazione giornaliera si colloca nel mese di novembre con un valore dell'ordine dei 45 mm. I valori di riepilogo annuale (con l'indicazione ed il riferimento ai giorni di validità dei dati) sono riportati in Tabella 5.3¹⁰; il raffronto con i dati analoghi relativi alla stazione di Firenze – Ximeniano (valori cumulati riportati nella stessa tabella), tenendo conto dei periodi di assenza dei dati, indica una presenza tendenziale di maggiori precipitazioni nell'area urbana (per gli anni tra il 1995 ed il 2000, le variazioni tra le due stazioni oscillano tra +1% e -18% se riferite a quella di Monte Morello).

⁹ Dalla Figura 26 si osserva che i valori medi mensili decennali della stazione di Monte Morello risultano essere di circa 2-3 °C inferiori a quelli corrispondenti della stazione di Firenze-Ximeniano. Questo può permettere una valutazione qualitativa dei valori medi attribuibili all'area urbana di Firenze per l'anno 2005.

¹⁰ Si osserva che negli ultimi 4 anni, spesso a causa di problemi tecnici di comunicazione con la stazione, la percentuale di dati giornalieri validi si è ridotta rispetto agli anni precedenti attestandosi tra l'80 ed il 90%.



In Tabella 5.4 (e Figura 5.4) sono anche riportati i dati relativi ai valori medi mensili del parametro umidità relativa, per i quali i valori elevati, superiori rispetto all'intervallo di oscillazione storica, tendono a confermare l'osservazione relativa alla notevole e particolare piovosità dell'ultimo periodo dell'anno.

Per quanto riguarda le condizioni anemologiche le caratteristiche del sito di Monte Morello si distinguono decisamente da quelle dell'area urbana di Firenze; risulta quindi difficile proporre raffronti o produrre considerazioni che possano estendersi direttamente a tale area. L'analisi si è in questo caso limitata a considerare i valori di riepilogo giornaliero costituiti dalla media delle velocità del vento (media delle medie orarie); per quanto riguarda la direzione del vento, difficilmente rappresentabile in termini sintetici, si è considerato indicativo il valore di maggiore frequenza all'interno del giorno. Questo rappresenta ovviamente un dato con carattere qualitativo che in alcuni casi può però rivelarsi significativo.

In Tabella 5.5 (e Figura 5.5) sono confrontate le frequenze relative e assolute dell'intensità del vento giornaliero riferite all'anno 2005 ed all'intero periodo 1994-2004. Si osserva come al di là delle differenze nelle singole classi (di ampiezza 1 m/s), per entrambi i periodi circa l'80% dei giorni presenta velocità medie inferiori ai 5 m/s, quelli con velocità comprese tra 5 e 10 m/s rappresentano il 14% dei giorni dell'anno 2005 e circa il 18% di quelli dell'intero periodo storico; infine i giorni con velocità medie superiori ai 10 m/s risultano per l'anno 2005 dell'ordine del 5% contro un circa 3% del periodo 1994-2004. Sotto questo aspetto l'anno 2005 sembra essersi caratterizzato da un minor numero di giorni nelle classi intermedie (tra 5 e 10 m/s) in gran parte compensato da un maggior numero di giorni nelle classi di vento più elevato.

In Tabella 5.6 sono riportate le frequenze relative ed assolute delle direzioni del vento giornaliero per l'anno 2005 e per il periodo 1994-2004. A causa delle peculiarità orografiche e di orientazione del sito, le direzioni del vento (valutate scegliendo il settore di maggiore frequenza all'interno del giorno) tendono a suddividersi in modo deciso tra i settori di N-ENE e quelli di SE-SO, con rarissimi eventi nei settori E-ESE ed in particolare da O a NNO. Si osservano differenze anche piuttosto rilevanti per alcuni dei settori di provenienza del vento tra i due periodi considerati; in particolare si osserva come per l'anno 2005 tali direzioni siano fortemente concentrate nei settori NNE (frequenza relativa 24%) e SSO (27%), mentre nel riepilogo storico è il settore S ad ottenere le frequenze maggiori (34%) con una distribuzione più allargata, ovvero che coinvolge più settori per quanto riguarda le componenti settentrionali (NNE con 15% e NE con 12%). Raggruppando le frequenze dei settori N-ENE per l'anno 2005 si ottiene un valore del 41% contro il 37% del dato storico; analogamente per tutti i settori del gruppo SE-SO si ottiene per l'anno 2005 un valore del 53% rispetto al dato storico del 59%. Ciò sembra indicare per l'anno in oggetto una lieve maggiore presenza dei venti provenienti dal quadrante N-ENE con analoga riduzione di quelli provenienti da quadrante SE-SO.

5.2 Influenza sull'inquinamento atmosferico dell'area

Gli effetti delle condizioni meteorologiche sull'andamento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici sono in genere di difficile valutazione; in particolare quando si prendono in considerazione lunghi periodi temporali, all'interno dei quali la variabilità associata ai parametri meteorologici è estremamente elevata, risulta difficile valutare le differenze di influenza. Sull'intero anno viene infatti a crearsi una successione di condizioni meteorologiche tali da produrre l'alternanza "casuale" di situazioni favorevoli all'accumulo o alla formazione degli inquinanti con situazioni invece favorevoli alla loro dispersione, e l'effetto è in molti casi specifico a seconda della sostanza inquinante considerata. In generale si può dire che i valori medi annuali dei parametri meteorologici non mostrano quasi mai differenze che possano essere considerate significative



dell'influenza sui fenomeni di inquinamento atmosferico; analogamente anche l'esame delle distribuzioni di frequenza dei parametri difficilmente rivela qualche differenza tra i diversi anni. Ed in ogni caso una volta osservate differenze ritenute significative sarebbe necessario quantificare il loro effetto in termini di concentrazioni degli inquinanti, questione assai complessa e ancora aperta. Le osservazioni che seguono hanno quindi preminente carattere qualitativo.

Per l'anno 2005 si è osservata una significativa presenza di eventi di precipitazione nei mesi invernali di fine anno; ciò può essere interpretato come indicazione di condizioni e situazioni meteorologiche (associate a tali eventi) che dovrebbero aver favorito una mitigazione o una riduzione delle concentrazioni di inquinanti atmosferici tipiche dei periodi invernali. D'altra parte invece nei primi mesi dell'anno le precipitazioni sono state scarse e l'andamento del campo di pressione (Figura 5.1) indica periodi piuttosto lunghi di condizioni di alta pressione e quindi in teoria favorevoli ad un incremento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici. Dal punto di vista anemologico si può segnalare che i primi 15 giorni di gennaio risultano privi di eventi caratterizzati da valori elevati nella velocità media giornaliera del vento, mentre tali eventi si sono presentati il giorno 19 e soprattutto nell'intera settimana dal 24 al 30 gennaio; anche il mese di febbraio appare caratterizzato da un lungo periodo di alta pressione ma nella sua seconda metà si segnala dal 14 al 18 un flusso di correnti settentrionali con valori significativi della velocità del vento (anche se meno estremi di quelli segnalati a gennaio), eventi ripresentatisi poi più sporadicamente anche il giorno 20 ed il giorno 26.

Per quanto riguarda il periodo estivo, ricordando che dal punto di vista termico non si sono registrate particolari anomalie, eccetto forse per il mese di agosto risultato tendenzialmente "freddo", si osservano invece (Figura 5.6) valori elevati in termini di radiazione globale media mensile, superiori nel mese di maggio e in modo meno rilevante anche nel mese di giugno, agli intervalli di oscillazione storici. Ciò pur non avendo probabilmente inciso in termini rilevanti sulla presenza di eventi acuti dovuti all'ozono, in quanto forse concomitante con temperature e situazioni bariche e anemologiche non necessariamente a questi favorevoli, potrebbe essere causa di un incremento delle concentrazioni medie di ozono riflesse nell'indicatore AOT40.

Per quanto riguarda l'ozono i mesi nei quali si assiste alla maggiore presenza di eventi di inquinamento risultano quelli di giugno e luglio; nel giugno 2005 si osserva una prima parte del mese caratterizzata da una successione di eventi meteorologici non favorevoli alla formazione di questo inquinante, mentre nella seconda parte del mese (dal 18 al 30) dai parametri analizzati (intensità e direzione del vento, precipitazione e temperatura e radiazione) le condizioni appaiono quelle tipicamente estive, favorevoli alla formazione dell'inquinante. Per quanto riguarda il mese di luglio si osserva una situazione con condizioni tendenzialmente favorevoli alla formazione dell'inquinante interrotte da brevi episodi eventi di precipitazione (1-2, 10, 18-19).

Nel complesso, nei limiti già segnalati relativi ad una analisi fortemente qualitativa, si è osservato che per quanto riguarda il periodo invernale le condizioni meteorologiche sono state caratterizzate da lunghi periodi non certo favorevoli all'accumulo delle concentrazioni di inquinanti atmosferici. I periodi di stabilità si sono presentati soprattutto nei primi due mesi dell'anno e sono stati spesso interrotti da eventi fortemente favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Per quanto riguarda il periodo estivo si deve ritenere che non si siano presentate particolari e durature condizioni caratterizzate da alte temperature e stabilità meteorologica. I periodi di stabilità si sono protratti nella seconda metà del mese di giugno, in quello di luglio e nel mese di agosto (con temperature però mediamente non elevate).



Figura 5.1 = pressione atmosferica media e precipitazioni totali giornaliere

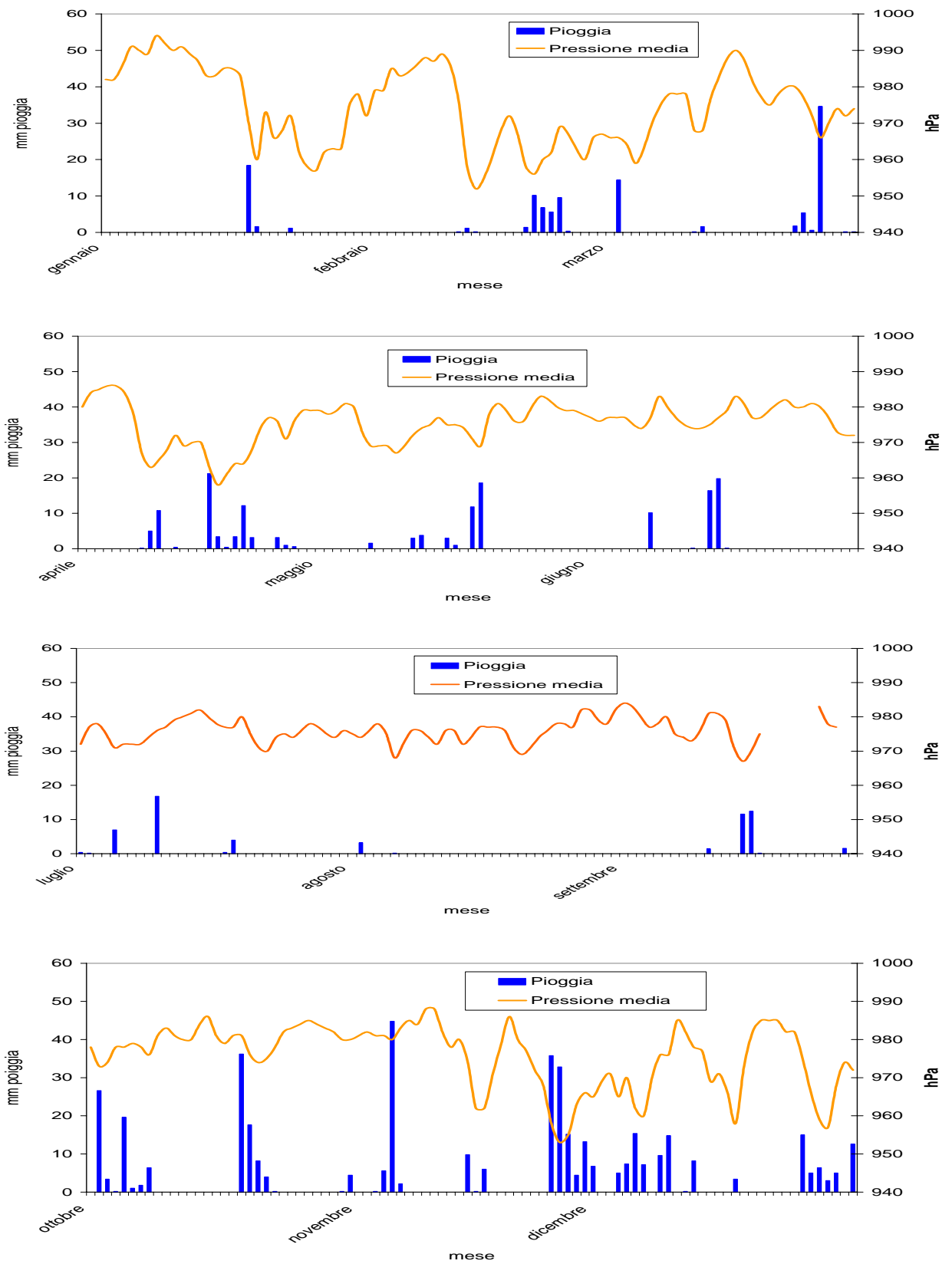


Figura 5.2 = medie mensili delle temperature della stazione Sesto F.no - Monte Morello (confronto con il periodo 1994-2004 di Sesto F.no-Monte Morello e Fi-Ximeniano)

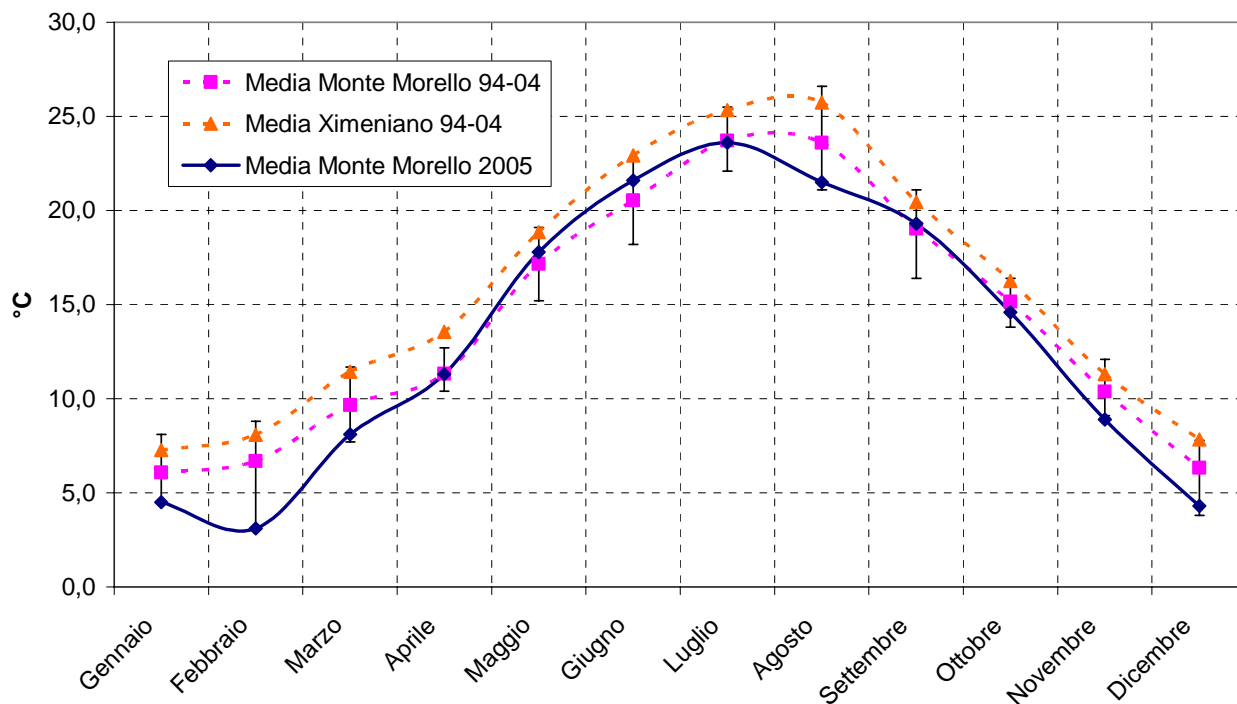


Figura 5.3 = Precipitazioni cumulate mensili misurata nella stazione Sesto F.no -Monte Morello (confronto con le medie del periodo 1994-2004)

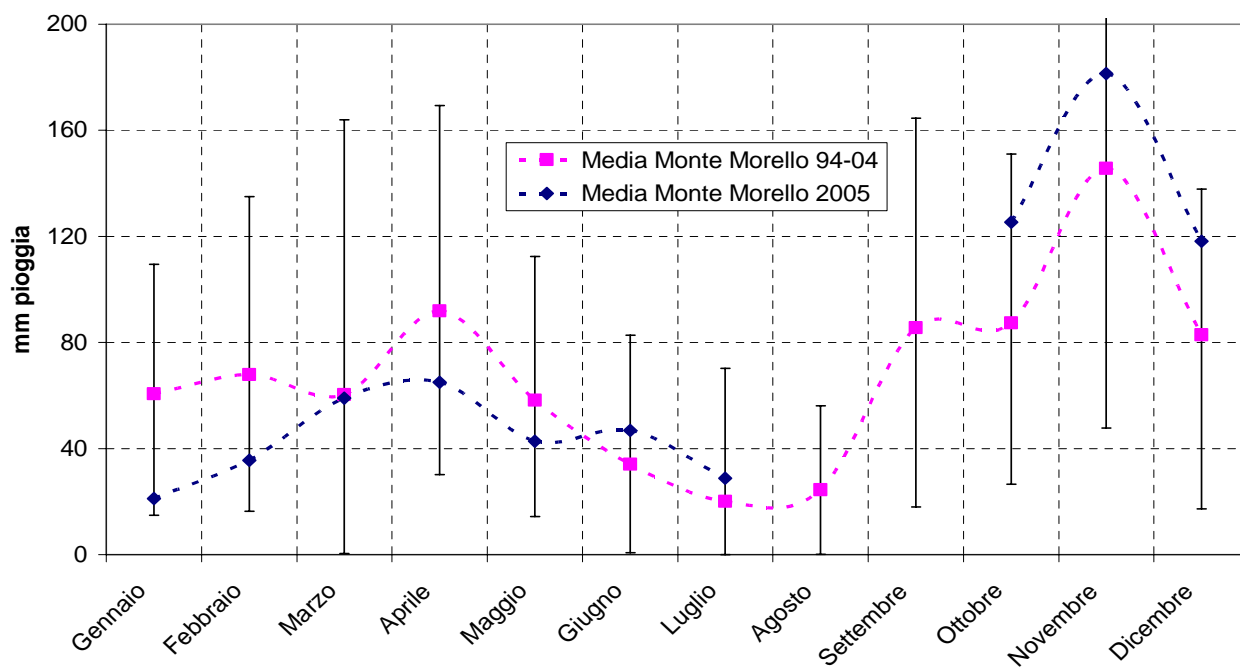


Figura 5.4 = medie mensili dell'umidità relativa misurata nella stazione Sesto F.no -Monte Morello (confronto con le medie del periodo 1994-2004)

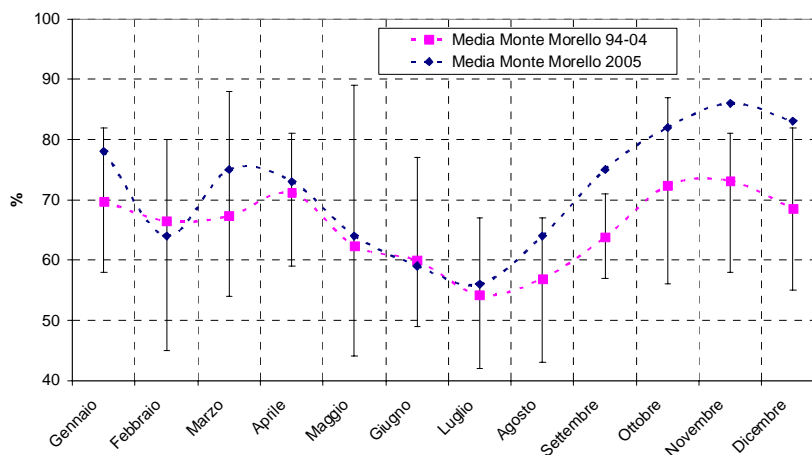


Figura 5.5 = frequenze relative della velocità media giornaliera del vento nella stazione Sesto F.no -Monte Morello per l'anno 2005 e confronto con quelle del periodo 1994-2004

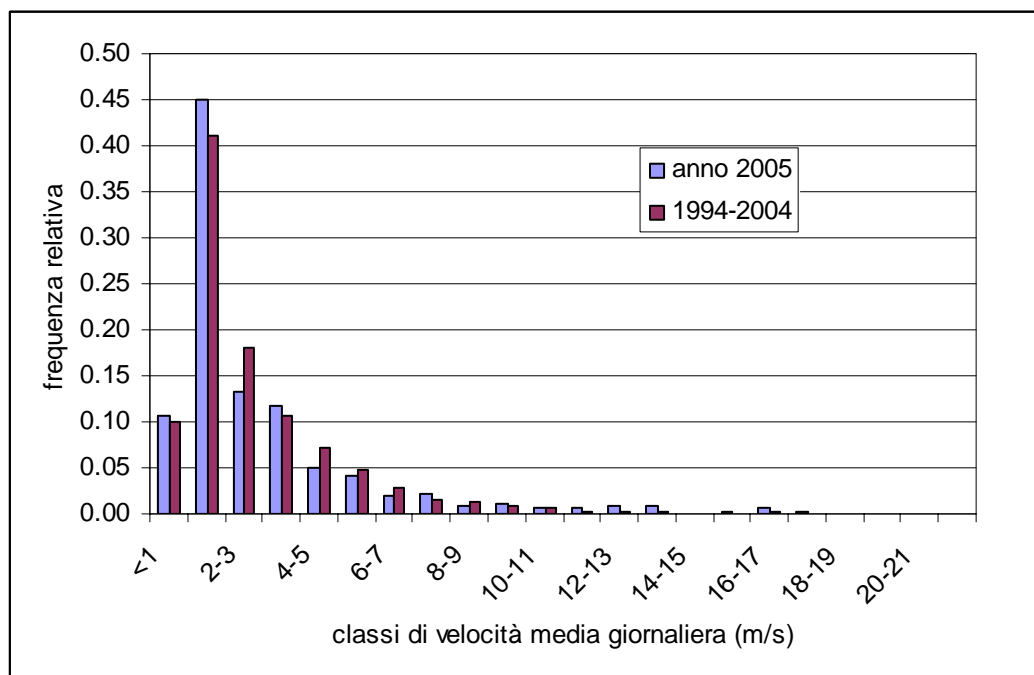


Figura 5.6 = medie mensili della radiazione globale cumulata giornaliera registrate nella stazione Sesto F.no -Monte Morello (confronto con le medie del periodo 1994-2004)

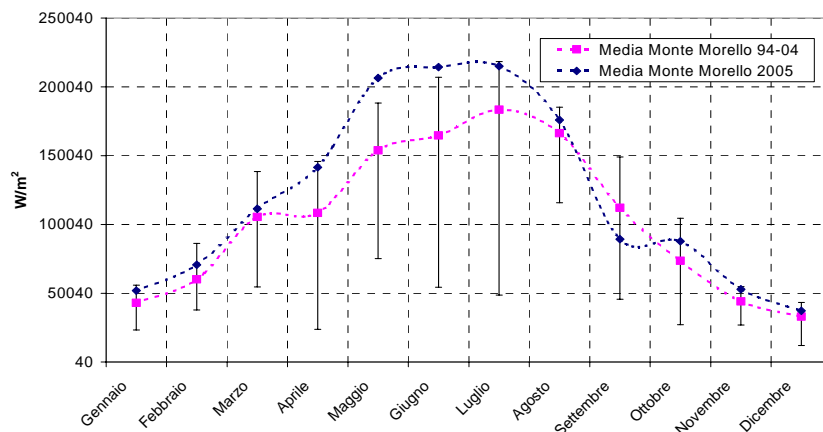


Figura 5.7 = valori medi giornalieri della radiazione globale e della temperatura registrati nella stazione Sesto F.no -Monte Morello (anno 2005)

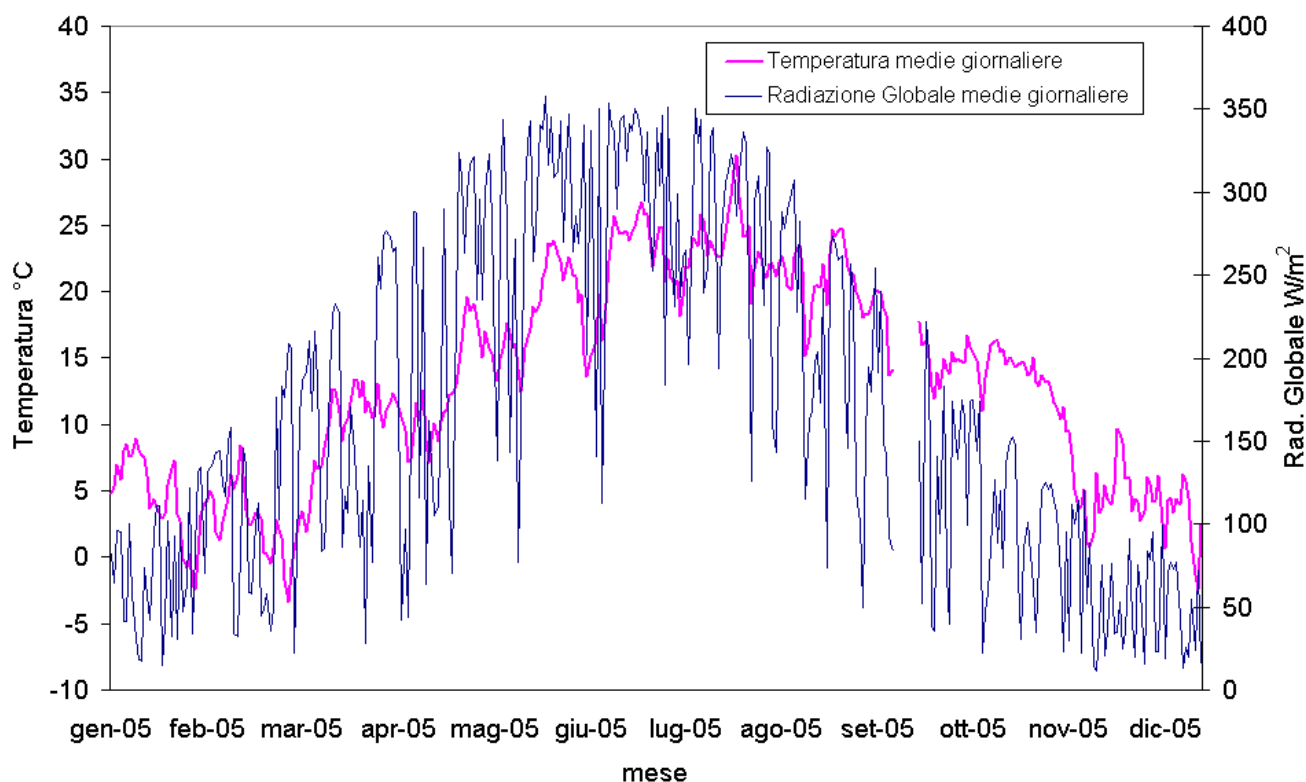


Figura 5.8 = valori medi giornalieri di umidità e cumulati giornalieri di precipitazione registrati nella stazione Sesto F.no -Monte Morello (anno 2005)

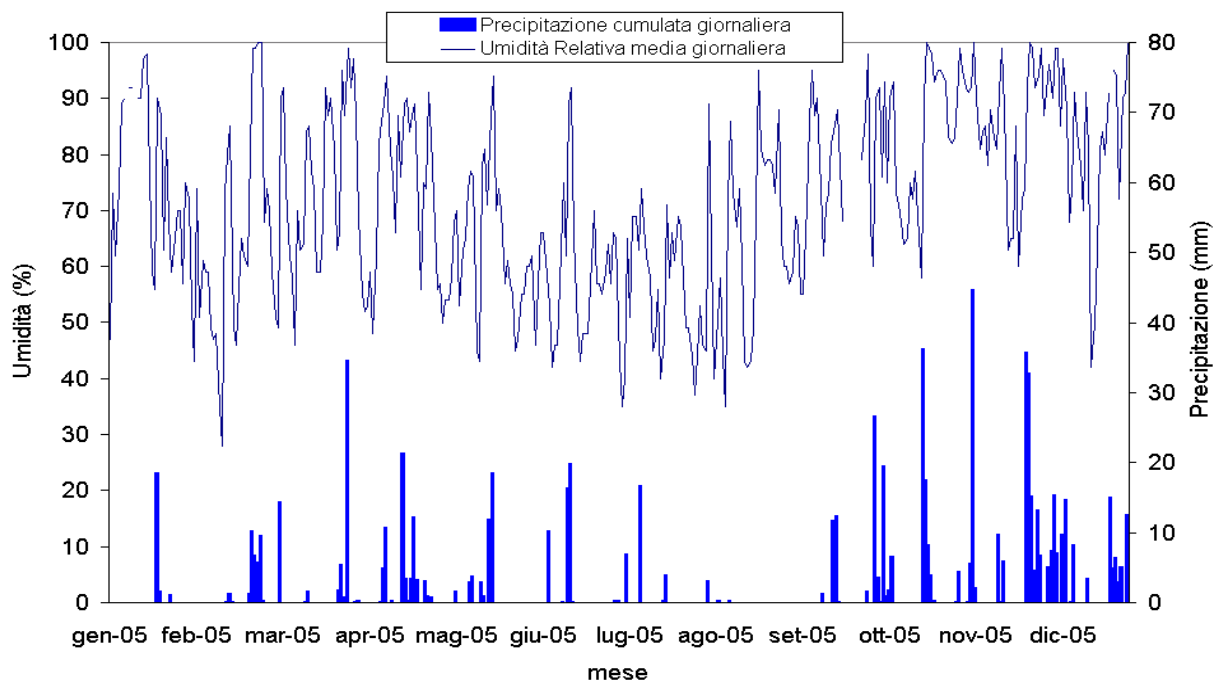


Tabella 5.1 = medie mensili delle temperature medie giornaliere Sesto F.no–M. Morello (°C)

mese\anno	2005	Minimo [94-04]	Media [94-04]	Massimo [94-04]	Media Firenze - Ximeniano [94-04]
gennaio	4.5=	4.5	6.1	8.1	7.3
febbraio	3.1<	3.2	6.7	8.8	8.1
marzo	8.1	7.7	9.7	11.7	11.4
aprile	11.3	10.4	11.3	12.7	13.6
maggio	17.8	15.2	17.2	19.1	18.8
giugno	21.6	18.2	20.5	22.8	22.9
luglio	23.6	22.1	23.7	25.5	25.3
agosto	21.5	21.1	23.6	26.6	25.7
settembre	19.3	16.4	19.0	21.1	20.4
ottobre	14.6	13.8	15.2	16.4	16.3
novembre	8.9<	9.1	10.4	12.1	11.3
dicembre	4.3	3.8	6.3	7.8	7.8



Tabella 5.2 = Precipitazione cumulata mensile Sesto F.no – Monte Morello (mm)

mese\anno	2005	Minimo [94-04]	Media [94-04]	Massimo [94-04]
gennaio	21	58	70	82
febbraio	36	45	66	80
marzo	59	54	67	88
aprile	65	59	71	81
maggio	43	44	62	89
giugno	47	49	60	77
luglio	29	42	54	67
agosto	ND	43	57	67
settembre	ND	57	64	71
ottobre	125	56	72	87
novembre	181	58	73	81
dicembre	118	55	68	82

Tabella 5.3 = Precipitazione cumulata annua Sesto F.no – Monte Morello e confronto con Firenze – Ximeniano (valori espressi in mm)

anno	Sesto F.no – Monte Morello						Firenze -Ximeniano		
	pioggia cumulata	max pioggia giornaliera	n° giorni di pioggia	n° giorni validi	% giorni validi	% giorni di pioggia su validi	pioggia cumulata	n° giorni validi	% giorni validi
1994	573.6	72.2	95	352	0.96	0.27	603.2	365	1.00
1995	734.6	51.0	119	356	0.98	0.33	738.8	360	0.99
1996	1050.4	48.0	136	364	0.99	0.37	1238.4	362	0.99
1997	848.2	40.0	110	363	0.99	0.30	769.4	361	0.99
1998	946.0	44.0	119	365	1.00	0.33	936.4	365	1.00
1999	1031.2	50.2	127	357	0.98	0.36	1011.6	364	1.00
2000	849.8	51.2	121	347	0.95	0.35	1002.8	366	1.00
2001	749.0	37.8	109	301	0.82	0.36	870.4	365	1.00
2002	564.0	40.2	77	256	0.70	0.30	946.6	365	1.00
2003	557.4	70.4	61	263	0.72	0.23	745	354	0.97
2004	706.2	35.6	104	302	0.83	0.34	910.6	364	1.00
2005	754.8	44.8	101	327	0.90	0.31	ND	ND	ND



Tabella 5.4 = medie mensili dell'umidità relativa giornaliera Sesto F.no – Monte Morello (%)

mese\anno	2005	Minimo [94-04]	Media [94-04]	Massimo [94-04]
gennaio	78	58	70	82
febbraio	64	45	66	80
marzo	75	54	67	88
aprile	73	59	71	81
maggio	64	44	62	89
giugno	59	49	60	77
luglio	56	42	54	67
agosto	64	43	57	67
settembre	75	57	64	71
ottobre	82	56	72	87
novembre	86	58	73	81
dicembre	83	55	68	82

Tabella 5.5 = frequenza delle velocità medie giornaliere del vento, Sesto F.no – Monte Morello

Classe di velocità media (m/s)	2005		1994-2004	
	frequenza	frequenza relativa	frequenza	frequenza relativa
<1	38	0.11	373	0.10
1-2	161	0.45	1520	0.41
2-3	47	0.13	665	0.18
3-4	42	0.12	394	0.11
4-5	18	0.05	268	0.07
5-6	15	0.04	178	0.05
6-7	7	0.02	108	0.03
7-8	8	0.02	53	0.01
8-9	3	0.01	45	0.01
9-10	4	0.01	34	0.01
10-11	2	0.01	21	0.01
11-12	2	0.01	11	0.00
12-13	3	0.01	11	0.00
13-14	3	0.01	11	0.00
14-15	0	0.00	4	0.00
15-16	1	0.00	2	0.00
16-17	2	0.01	5	0.00
17-18	1	0.00	2	0.00
18-19	0	0.00	0	0.00
19-20	0	0.00	1	0.00
20-21	0	0.00	0	0.00
21-22	0	0.00	1	0.00
totale	357	1.00	3707	1.00



Tabella 5.6 = frequenze delle direzioni del vento giornaliero, Sesto F.no – Monte Morello

Settore di provenienza del vento	2005		1994-2004	
	frequenza (giorni)	frequenza relativa	frequenza (giorni)	frequenza relativa
N	24	0.07	225	0.06
NNE	86	0.24	523	0.15
NE	28	0.08	425	0.12
ENE	8	0.02	131	0.04
E	1	0.00	37	0.01
ESE	5	0.01	49	0.01
SE	8	0.02	150	0.04
SSE	14	0.04	288	0.08
S	47	0.13	1203	0.34
SSO	96	0.27	270	0.08
SO	23	0.06	153	0.04
OSO	11	0.03	26	0.01
O	3	0.01	8	0.00
ONO	0	0.00	4	0.00
NO	1	0.00	4	0.00
NNO	2	0.01	17	0.00
totale	357	1.00	3513	1.00



6 Andamento del volume di traffico.

(a cura dell'Ing. Alessandro Grassi – Servizio Progetti Mobilità, Comune di Firenze)

Sono state analizzate le stagioni invernali dal 2002/2003 al 2005/2006 nei mesi da novembre a marzo. Per vari motivi legati sia ai cambiamenti nella viabilità che per guasti provocati da asfaltature o lavori stradali in genere, le postazioni dotate di sistema di conteggio del traffico che hanno mantenuto una sufficiente costanza di funzionamento in questo arco di tempo sono state n. 13 e in particolare (strada -> direzione):

1. Rosselli -> Veneto
2. Rosselli -> Strozzi
3. Lavagnini -> Libertà
4. Matteotti -> Donatello
5. Redi -> Novoli
6. Redi -> Centro
7. Masaccio/Artisti -> Don Minzoni
8. L.no Vespucci -> Centro
9. Guidoni -> Periferia
10. Guidoni -> Centro
11. Piagentina -> L.no Tempio
12. L.no Tempio -> p.te S. Niccolò
13. Rosselli (BUS)-> Veneto

I giorni presi in esame sono stati i lunedì e i venerdì. Infatti, questi sono stati i giorni della settimana che nel corso degli anni non hanno subito, di norma, restrizioni alla circolazione.

L'analisi ha riguardato un numero di giorni pari a:

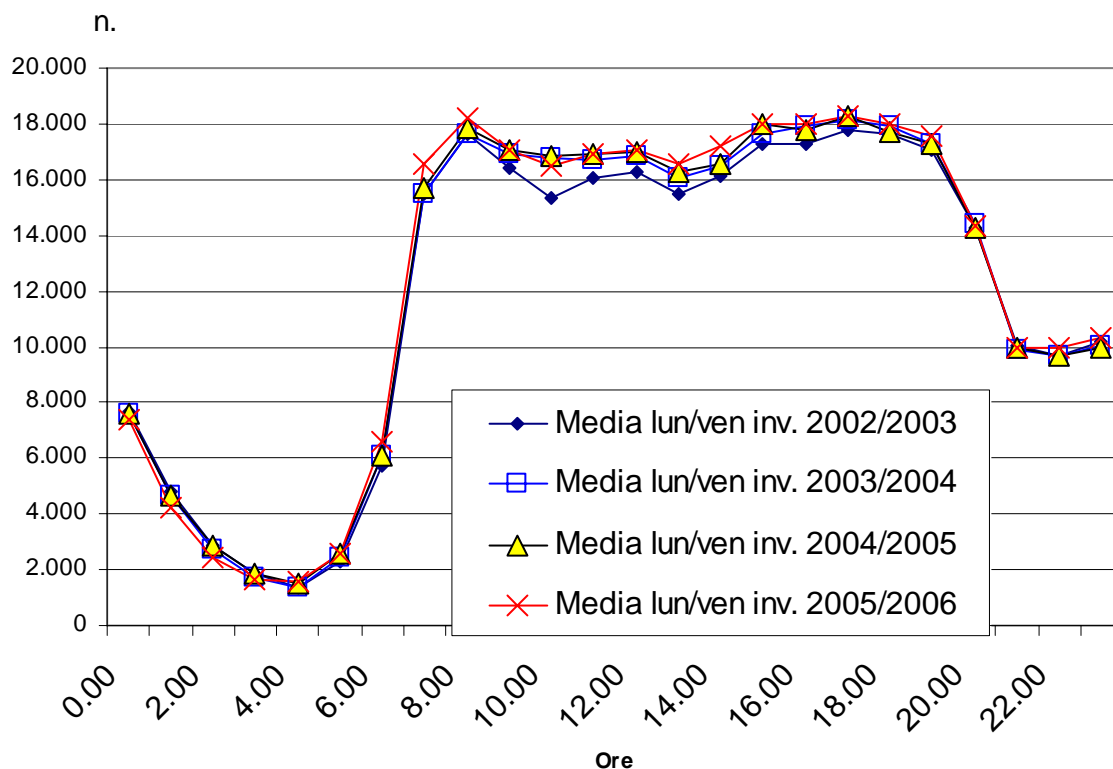
Stagione	lunedì	venerdì	totale
2002/2003	17	17	34
2003/2004	22	20	42
2004/2005	22	21	43
2005/2006	21	22	43
Totale	82	80	162

I dati presentati si riferiscono al totale dei conteggi registrati (ora per ora, totale 24h o ore diurne) sul complesso delle spire citate. Rappresentano quindi un indicatore di traffico in città su tutte le postazioni considerate. Si tenga conto, infatti, che i dati forniti dalle spire contatraffico non rappresentano i veicoli in circolazione, dal momento che uno stesso veicolo nell'arco di un'ora può venire registrato da più di una postazione. I valori numerici illustrati, pertanto, si prestano più ad una analisi comparativa dei volumi di traffico che alla valutazione del numero assoluto di veicoli in circolazione.

In Figura 6.1. si mostra l'andamento del giorno medio calcolato per ogni periodo in esame. Si osservi che le curve sono quasi sovrapposte e solo per l'inverno 2002/2003 si distingue un profilo inferiore anche limitato alle ore mattutine.



Fig. 6.1. = Giorno medio dei volumi di traffico: numero passaggi sulle spire per ora.



Per meglio evidenziare le variazioni di traffico nei vari anni, in figura 6.2. si mostrano le differenze calcolate fra le quantità totali di passaggi registrati nei giorni considerati e in figura 6.3. le differenze riferite al solo periodo diurno.

Fig. 6.2. = Totale passaggi sulle spire nelle 24 ore.

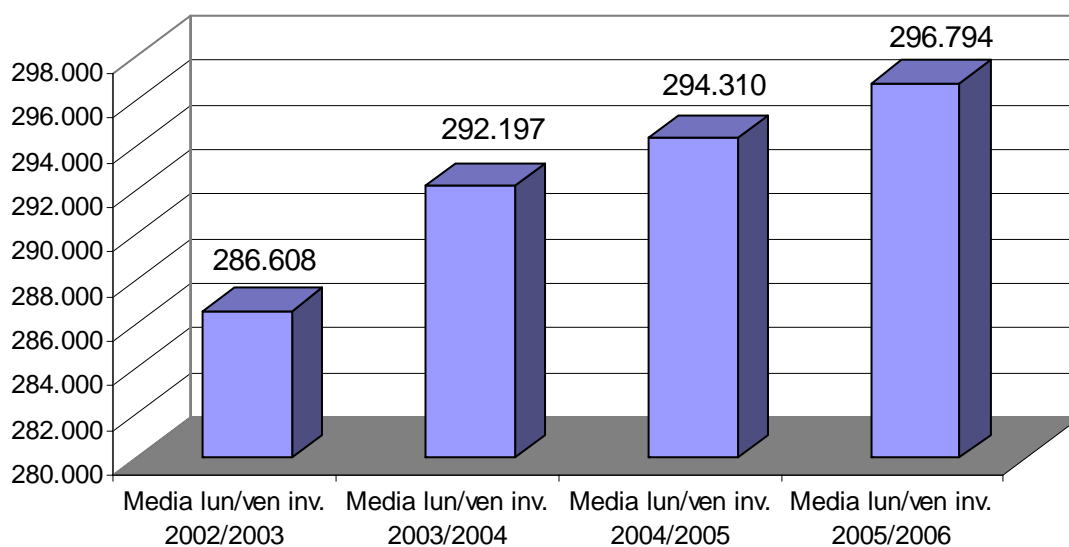
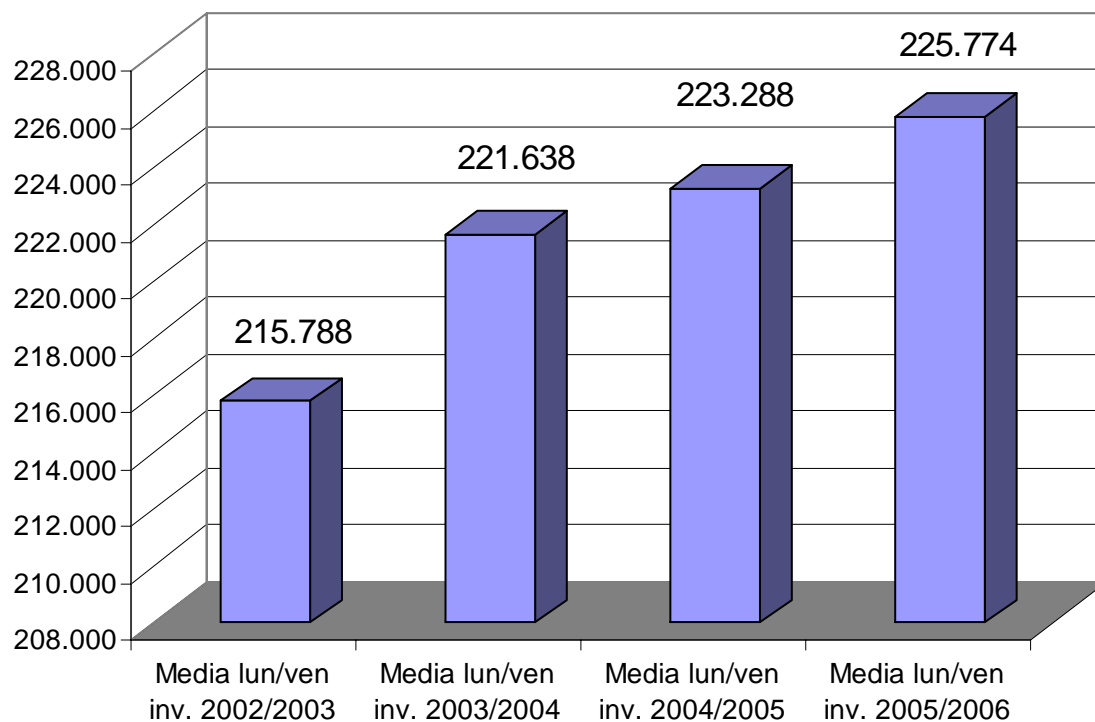


Fig. 6.3. = Totale passaggi sulle spire nelle ore diurne (7-20).



Come si può vedere, i dati mostrano la tendenza al modesto ma costante rialzo. Infatti, l'incremento medio registrato negli ultimi anni risulta circa 1,5% all'anno in fascia diurna e circa 1,2% all'anno nelle 24 ore.



7 Considerazioni riassuntive e finali.

Le variabili che incidono sui livelli di inquinamento sono molteplici e solo raramente è possibile normalizzare i valori degli indicatori annuali per valutare con certezza gli effettivi andamenti. Una delle principali variabili è quella meteorologica che, negli ultimi mesi dell'anno 2005, ha determinato situazioni più favorevoli alla dispersione degli inquinanti rispetto ai periodi invernali di anni precedenti.

Un altro elemento da considerare è il rinnovo del parco circolante, certamente accelerato anche a seguito delle misure di restrizione alla circolazione dei veicoli più vecchi adottate dalle Amministrazioni comunali dell'Area Omogenea fiorentina¹¹. Accanto a queste circostanze favorevoli, in generale, alla riduzione dei livelli di inquinamento atmosferico, abbiamo registrato il continuo incremento dei volumi di traffico ed è ben nota la tendenza alla maggiore diffusione di veicoli diesel, caratterizzati da elevate emissioni di particolato fine e di ossidi di azoto.

Nonostante le incertezze e le indeterminazioni a cui si è accennato, proponiamo una valutazione di estrema sintesi.

Si rileva la buona qualità dell'aria conseguita da molto tempo, o più recentemente in taluni casi, per gli inquinanti biossido di zolfo (SO_2), ossido di carbonio (CO), benzo(a)pirene (BaP) e piombo (Pb)¹².

Gli inquinanti per i quali, invece, non è raggiunto e consolidato il rispetto dei valori di riferimento fissati dalla normativa, si confermano:

- il particolato PM_{10} ,
- il biossido di azoto (NO_2),
- il benzene,
- l'ozono (O_3).

Le difformità riguardanti i livelli di benzene e di biossido di azoto sono riscontrate al margine di strade con traffico elevato e medio, ovvero in situazioni ambientali meno rappresentative dell'esposizione della popolazione generale. Nelle aree residenziali (siti di fondo) la situazione appare migliore anche se, per il biossido di azoto, al limite dello standard di qualità dell'aria. E' importante sottolineare che, per i due inquinanti in parola, dopo i significativi miglioramenti registrati nella seconda metà degli anni '90, la situazione mostra sostanziale stabilità e, di conseguenza, non si intravedono possibilità di miglioramento ulteriore se non a seguito di apposite misure di contenimento delle sorgenti di emissione. A questo proposito, si ricorda che le principali sorgenti di ossidi di azoto sono costituite dai veicoli diesel e dagli impianti termici mentre quelle di benzene sono costituite dai motori a benzina, soprattutto se a 2 tempi o non catalizzati.

Le difformità riguardanti il particolato PM_{10} si verificano in situazioni variegata e anche in tal caso, pur intravedendo una tendenza alla riduzione, l'obiettivo di rientro nello standard richiede interventi di mitigazione delle emissioni. La varietà di sorgenti antropiche direttamente o indirettamente responsabili dell'emissione o della formazione del particolato è ampia, anche se la

¹¹ Nell'anno 2004, le immatricolazioni di autovetture nuove di residenti nel comune di Firenze sono risultate incrementate del 9,1% rispetto all'anno precedente, mentre nelle otto maggiori città italiane lo stesso parametro è stato pari a solo 0,9% (fonte ACI).

¹² Dati relativi all'anno 2002, rilevati tramite uno studio condotto dal Prof. F. Lucarelli (INFN di Firenze), già indicavano livelli ambientali ampiamente inferiori allo standard di riferimento (media annuale $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) anche nei siti traffico (media annuale $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



quota più rilevante appare legata al traffico (emissioni diesel, risospensione dal piano stradale, usure pneumatici, asfalto, freni, frizioni).

La problematica legata all'ozono, che si manifesta sia con ricorrenza di episodi acuti (superamento soglia oraria di "informazione") sia con diffusi e consistenti superamenti della soglia stabilita come media di 8 ore, risulta ancora più complessa in quanto determinata dalle emissioni locali, soprattutto da traffico, ma anche, e forse soprattutto, dalle emissioni di vasta scala territoriale.

Nonostante il proseguimento del rinnovo del parco circolante (a 2 e a 4 ruote), la principale causa che determina lo stato di difformità è ancora riconducibile alle emissioni direttamente o indirettamente dovute al traffico, alla quale, in talune circostanze, possono sovrapporsi altre cause occasionali o temporanee.

Tutto ciò considerato, i principali obiettivi dei provvedimenti locali, aggiuntivi rispetto a quelli contenuti in norme europee e nazionali, dovrebbero consistere in via prioritaria:

1. nel proseguimento del rinnovo accelerato del parco veicolare;
2. nel contenimento della diffusione dei veicoli diesel, soprattutto commerciali e pesanti, favorendo il passaggio a motorizzazioni caratterizzate da ridotte emissioni di ossidi di azoto e di particolato;
3. nell'incentivazione della diffusione di filtri autorigeneranti per il particolato emesso allo scarico di veicoli diesel;
4. nella riduzione complessiva dei volumi di traffico.

Contributi positivi non trascurabili potrebbero essere ottenuti da misure riguardanti altre importanti sorgenti di inquinamento quali gli impianti termici, attraverso:

5. la conversione a gas di centrali termiche alimentate a combustibili liquidi (gasolio e, soprattutto, olio combustibile)¹³;
6. l'incentivazione alla sostituzione di centrali termiche a basso rendimento (previa analisi delle informazioni derivanti dai controlli e dagli autocontrolli effettuati in attuazione della L. 10/91 e valutazione dell'effettivo beneficio ottenibile);
7. l'incentivazione all'uso di bruciatori di gas naturale a bassa emissione di ossidi di azoto.

Riguardo al precedente punto 5, si ritiene auspicabile una capillare campagna di informazione che consenta di ottenere l'effettivo rispetto del divieto di olio combustibile per usi civili a partire dal prossimo 1 settembre 2007 ed eviti eventuali conversioni da gas a olio, dettate esclusivamente dalla attuale convenienza economica. Peraltro, in un attento bilancio complessivo, tale convenienza potrebbe risultare minima. Si ricorda che la combustione dell'olio produce emissioni di particolato e di SO₂ e che tali emissioni possono risultare anche molto elevate in considerazione della scarsa qualità del prodotto fornito (non sempre è garantito, ad esempio, il rispetto del tenore massimo di zolfo consentito pari a 0,3%).

¹³ Il DPCM 8 marzo 2002 stabiliva il divieto dell'uso di olio combustibile per impianti civili a far data dal 1 settembre 2005. Detto DPCM è stato abrogato dal recente Dlgs 152/06 che, tuttavia, ha fissato la decorrenza del divieto dal 1 settembre 2007.



Inoltre, dovrebbe essere considerato anche il settore delle attività produttive per perseguire il contenimento delle emissioni di sostanze organiche volatili da cicli di lavorazione che fanno uso di solventi. La riduzione complessiva su scala locale delle emissioni di ossidi di azoto e di sostanze organiche volatili (idrocarburi, solventi) potrebbe avere positive ricadute anche per quanto riguarda la riduzione dei livelli di O_3 .

In linea generale dovrebbe essere tenuto conto della necessità di adottare quei provvedimenti che contestualmente determinano anche la riduzione delle emissioni di CO_2 o quantomeno non ne provocano aumenti significativi.

Si sottolinea, infine, che una particolare attenzione andrebbe posta a non peggiorare la qualità dell'aria ove questa sia nei limiti. Si tratta di una precisa disposizione contenuta nella normativa che, a ben guardare, costituisce un obiettivo non meno rilevante e impegnativo per tutte quelle aree nelle quali si prevede il consistente sviluppo infrastrutturale, residenziale e di attività produttive.

Alla redazione del presente rapporto hanno contribuito:

- *Dott. Ing. Alessandro Grassi (Servizio Progetti Mobilità, Comune di Firenze)*
- *Dott. Franco Giovannini*
- *Dott. Ing. Andrea Lupi*
- *Dott.ssa Valeria Tricarico*

L'attività di monitoraggio è svolta dai tecnici:

- *Vincenzo D'Aleo*
- *Marco Degl'Innocenti*
- *Paolo Miola*
- *Giampaolo Poggiali*

Il Responsabile della Articolazione
Funzionale Modellistica Previsionale
(*Dott. Antongiulio Barbaro*)

Il Responsabile del procedimento
(*Dott. Daniele Grechi*)

