



**Dipartimento provinciale ARPAT  
di AREZZO**

viale Maginardo, 1- 52100 Arezzo  
tel. 0575.939111 - fax 0575.939115  
p.iva 04686190481  
[www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it)

# RELAZIONE ANNUALE QUALITÀ DELL'ARIA

*Rete di rilevamento di Arezzo  
Anno 2009*



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

## **RELAZIONE DATI QUALITA' DELL'ARIA AMBIENTE RETE DI AREZZO ANNO 2009**

### **1<sup>a</sup> SEZIONE**

PRESENTAZIONE	Pag.	3
1. CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE	Pag.	5
2. STRUTTURA DELLA RETE DI RILEVAMENTO	Pag.	7
3. OBIETTIVI DI QUALITA' DEI DATI	Pag.	12
4. LIMITI NORMATIVI	Pag.	14
5. DATI RILEVATI NELL'ANNO 2009	Pag.	18
5.1 Valori Degli Indicatori	Pag.	18
5.2 Andamenti Annuali Degli Indicatori	Pag.	25
6. SITUAZIONE RISPETTO AL VALORE LIMITE	Pag.	29
7. CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI	Pag.	33

### **2<sup>a</sup> SEZIONE**

	Pag.	34
1. STRUMENTI E METODI	Pag.	34
2. ELABORAZIONI INTEGRATIVE	Pag.	35
3. VERIFICHE DI QA/QC	Pag.	74
4. CAMPAGNE CON MEZZI MOBILI E CAMPIONATORI PASSIVI/ATTIVI	Pag.	79
5. LA METEOROLOGIA	Pag.	88
5.1 Caratteristiche Tecniche Dei Sensori	Pag.	88
5.2 Rendimenti Annuali	Pag.	88
5.3 Elaborazione Dei Dati Meteo	Pag.	89



IL SISTEMA DI GESTIONE ARPAT  
È CERTIFICATO SECONDO LA NORMA  
UNI EN ISO 9001:2008  
REGISTRAZIONE N. 3198-A



**U.O. PREVENZIONE CONTROLLI AMBIENTALI INTEGRATI**  
**Rete di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo**  
[cop.ar@arpat.toscana.it](mailto:cop.ar@arpat.toscana.it)

Arezzo, 31 marzo 2010

**Oggetto: relazione annuale sulla qualità dell'aria ambiente anno 2009 rete di Arezzo.**

La presente relazione annuale sulla qualità dell'aria ambiente, è stata elaborata dal Dipartimento Arpat di Arezzo, il quale gestisce per conto dell'Amministrazione Provinciale, la rete di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo.

Al fine di diffondere in forma sintetica i risultati dell'attività di monitoraggio, sono stati utilizzati elaborati grafici che mostrano gli andamenti temporali nel periodo di osservazione compreso dall'anno '95 (anno di attivazione della rete di Arezzo) all'anno '09. Nell'archivio del server che gestisce la rete di rilevamento di Arezzo, sono tuttavia memorizzati tutti i valori medi orari degli inquinanti monitorati, pertanto questo Dipartimento è disponibile a fornire dati ulteriori in funzione delle esigenze.

Il formato della presente relazione è stato adeguato allo schema di relazione contenuto nei criteri direttivi/linee guida per il rilevamento della qualità dell'aria ed il relativo reporting, predisposti dalla Regione Toscana in relazione agli indirizzi contenuti nel Piano Regionale di Risanamento e Mantenimento della qualità dell'aria (PRRM), allo scopo di definire una struttura di massima comune dei rapporti annuali provinciali delle reti rilevamento della qualità dell'aria della toscana.

Il processo di monitoraggio della qualità dell'aria è inserito nel sistema di gestione per la qualità di ARPAT mediante il documento di processo DP SGQ.099.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento". Il sistema di gestione per la qualità di ARPAT è certificato dal CERMET (registrazione n° 3198-A) secondo le UNI EN ISO 9001:2008.

In attuazione agli obiettivi di revisione e di implementazione della rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Arezzo previsti dal Programma Operativo Regionale (P.O.R.) della Toscana finanziato con fondi dell'Unione Europea e della Provincia di Arezzo, si comunica che dal mese di novembre 2009 sono stati messi in servizio presso la stazione urbana – traffico di P.zza della Repubblica (appartenente alla rete regionale PM10), l'analizzatore bicanale di materiale particolato PM10/PM2,5 e gli analizzatori di monossido di carbonio e biossido di azoto (provvisto del relativo sistema di calibrazione) che sostituiscono i medesimi strumenti in esercizio dall'anno 1992; in merito al periodo di osservazione che definisce l'indicatore del materiale particolato PM2,5 (media annuale), i valori degli indicatori per questo agente inquinante saranno riportati per la prima volta nella relazione annuale dell'anno 2010.

L'affidabilità dei dati forniti dalla rete di rilevamento di Arezzo, è verificata mediante test statistici i cui risultati sono confrontati con i livelli di accettabilità relativi ad una retta di calibrazione di riferimento, definita in relazione agli indirizzi della IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica"; i valori di riferimento sono riportati in sintesi nel capitolo 3 della 2ª sezione della presente relazione.

Sono inoltre presentati i risultati ottenuti dal monitoraggio del benzene mediante campionatori passivi nel Comune di Arezzo (5 postazioni nell'area urbana) e nel restante territorio provinciale (4 postazioni nelle vallate della provincia). Tale attività di monitoraggio è stata effettuata nell'ambito di specifiche convenzioni o contratti stipulati con le Amministrazioni del Comune e della Provincia di Arezzo.

In relazione al piano di utilizzo dell'autolaboratorio predisposto per l'anno 2009 ai sensi del Documento di Processo ARPAT DP SGQ.099.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento" sono state realizzate numerose campagne di monitoraggio della qualità dell'aria nel territorio provinciale mediante l'autolaboratorio in dotazione al Dipartimento di Arezzo.



I dati e le conclusioni, sono riportate nelle specifiche relazioni finali di ogni campagna di monitoraggio; per quanto riguarda la campagna di monitoraggio del PM<sub>2,5</sub> effettuata nel Comune di Arezzo, la sintesi dei risultati è presentata al capitolo 4 della 2<sup>a</sup> sezione. Sono incluse inoltre nel capitolo 2 della 2<sup>a</sup> sezione, le elaborazioni grafiche a superficie per singolo inquinante riguardanti gli andamenti temporali dei giorni tipo mensili nel periodo di osservazione '98-'09.

Le elaborazioni relative alla stazione meteorologica di Villa Chianini sono mostrate nel capitolo 5.3 della 2<sup>a</sup> sezione.

Questo Dipartimento è disponibile ad inviare i relativi dati con modalità concordate ai soggetti interessati che ne faranno richiesta.

Il tecnico della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro  
dott. Guglielmo Tanganelli

Il Responsabile della U.O. Prevenzione Controlli Ambientali Integrati  
dott. Claudio Bondi

GT/CB/gt



## 1<sup>a</sup> SEZIONE

### 1. CARATTERIZZAZIONE DEL CONTESTO TERRITORIALE

Le informazioni riportate nella tabella sottostante forniscono una caratterizzazione di base del contesto urbano e ne delineano le principali condizioni al contorno.

Tabella 1.1 informazioni generali contesto territoriale di Arezzo

INFORMAZIONI GENERALI	
Popolazione residente nell'area	97493
Estensione Centro Abitato (Km <sup>2</sup> )	15,135
Estensione Zone a Traffico Limitato (Km <sup>2</sup> ) ZTL A (divieto circolazione e sosta dalle 8,30-11 e 17,30-20 giorni feriali)	0,578
Estensione Zone a Traffico Limitato (Km <sup>2</sup> ) ZTL B (divieto circolazione e sosta dalle 8,00 alle 24 tutti i giorni)	0,136
Estensione Aree Pedonali Urbane (Km <sup>2</sup> )	0,014
Altitudine s.l.m. minima (metri)	245,4
Altitudine s.l.m. massima (metri)	317,8

La configurazione della rete stradale dell'area urbana di Arezzo risponde alla tradizionale tipologia radiale (informazioni estrapolate dalla presentazione preliminare del Piano Urbano di Mobilità e dai dati trasmessi dall'Ufficio Mobilità e Traffico del Comune di Arezzo). Lo standard di accessibilità della città di Arezzo risulta particolarmente ridotto a causa di una rete stradale che presenta un livello di servizio ormai insufficiente, dovuto all'elevata concentrazione dei flussi di gravitazione urbana sulla tangenziale e per l'elevato utilizzo degli assi di penetrazione della SR71 – Via Romana/Via Casentinese, della SR69 – Via Fiorentina, della SR 73 superstrada dei due Mari, e dal raccordo con l'autostrada A1. La struttura della mobilità stradale riferita alle autovetture, è caratterizzata da 322.000 spostamenti al giorno, di cui 220.000 (68%) nell'area urbana, 49.00 (15%) in ingresso, 42.000 (13 %) in uscita e 11.00 (3%) esterni all'area urbana. Per quanto attiene i veicoli commerciali, la struttura della mobilità stradale è contraddistinta da 20.000 spostamenti al giorno (di cui la quota traffico relativa al traffico merci è pari al 6,2%), ripartita in 7.200 spostamenti (36%) nell'area urbana, 5.500 (27%) in ingresso, 3.500 (17 %) in uscita e 3.800 (19%) esterni all'area urbana. Le zone più importanti di origine degli spostamenti dei veicoli leggeri, sono il centro, la zona artigianale di Pratacci, Ponte Buriano, la zona di Via Fiorentina e dello stadio, mentre per i veicoli pesanti sono Ponte Buriano, Quarata, Pratacci e Centro. Le zone di destinazione degli spostamenti dei veicoli leggeri sono il centro, la zona artigianale di Pratacci, la zona di Via Fiorentina, lo stadio e San Donato (zona di ubicazione dell'Ospedale) mentre per i veicoli pesanti sono il centro, Pratacci, Ponte Buriano, Quarata ed Indicatore. Le strade a circolazione più elevata, si riferiscono agli assi di penetrazione dell'area urbana quali la SR71 – Via Romana (38.900 veicoli/giorno)/Via Casentinese (25.900 veicoli/giorno), la SR69 – Via Fiorentina (22.300 veicoli/giorno), la tangenziale (36.400 veicoli/giorno), ed alcune strade interne all'area urbana come Viale Michelangelo (28.700 veicoli/giorno) e Via Tarlati (14.500 veicoli/giorno). La classificazione dei veicoli circolanti nella rete viaria dell'area urbana effettuata in occasione della rilevazione dei flussi veicolari da parte dell'Ufficio Mobilità e Traffico del Comune di Arezzo, mette in evidenza le autovetture con l'80 %, i motocicli con il 15 %, i veicoli commerciali leggeri con il 3 %, ed i veicoli commerciali pesanti con il 2 %; tale composizione rappresenta la media rispetto alle strade oggetto del rilevamento.



L'indice di motorizzazione (dati ACI Arezzo 2006-2008), dell'anno 2008 è caratterizzato da 65106 autovetture (alimentate per il 59 % a benzina, per il 34 % a gasolio, per il 3 % a gpl e per il 4% a metano). Nell'anno 2008 il numero delle autovetture, ha subito un lieve incremento (+ 1,8 %) rispetto al 2006, stesso andamento per il numero complessivo di autoveicoli che registra un incremento del 2,7 %. La classificazione del parco veicolare dell'anno 2008 è contraddistinta per una quota rilevante dalle autovetture (73,4 %), dai motocicli (15 %), dai veicoli commerciali leggeri (8,9 %), dai veicoli commerciali pesanti (1,9) e dagli autobus e motocarri (0,3 %).

Per quanto riguarda le autovetture, rispetto all'anno 2006 si rileva una variazione significativa del parco veicolare in relazione all'alimentazione, le auto alimentate a benzina hanno subito un decremento (-8%) mentre le altre tipologie (gasolio, gpl e metano) hanno registrato un incremento del 26 % per il metano e del 14 % per il gasolio ed il gpl. Se si analizzano le tecnologie dei motori a combustione interna degli anni 2008-2006, per quanto attiene l'alimentazione a gasolio, le autovetture Euro 0 hanno subito un decremento (- 3,4%) mentre le Euro IV hanno registrato un incremento del 22%.

Relativamente alle autovetture alimentate a benzina sempre nel triennio 2008-2006 le autovetture Euro 0 hanno subito un decremento rilevante (- 25%) mentre le Euro IV hanno registrato un incremento del 35%. Lo stesso andamento è stato registrato per le autovetture alimentate a gpl e metano; la tabella sottostante riassume le variazioni delle tecnologie dei motori a combustione interna negli anni 2006-2008:

Tabella 1.2 autovetture - variazioni % delle categorie in relazione all'alimentazione anni 2008-2006

Alimentazione	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4
BENZINA	-25	-51	-20	-8	35
BENZINA O GAS LIQUIDO	-18	-34	5	33	80
BENZINA O METANO	-20	-18	9	32	74
GASOLIO	-3	-10	-8	-5	22

Per quanto riguarda la categoria dei veicoli commerciali leggeri, le variazioni in relazione all'alimentazione nel periodo 2008-2006 ripetono le tendenze riscontrate per le autovetture. Dall'esame dei dati traspare anche per questa categoria una flessione rilevante della tipologia Euro 0 ed un corrispondente incremento degli Euro 4.

Tabella 1.3 veicoli commerciali leggeri - variazioni % delle categorie in relazione all'alimentazione anni 2008-2006

Alimentazione	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4
BENZINA	-12	-15	-9	-1	71
BENZINA O GAS LIQUIDO	-32	0	33	50	100
BENZINA O METANO	-125	-600	-33	29	94
GASOLIO	-15	-19	-19	-4	78

La rete di trasporto pubblico possiede una lunghezza di esercizio di 226 Km; di questi 0,3 Km sono organizzati in sede protetta (corsie preferenziali). L'attuale sistema delle linee bus attualmente in esercizio, segue criteri basati sulla capillarità del servizio e della minimizzazione dei trasbordi; questa impostazione si ripercuote sulla lunghezza media delle linee e sulla sovrapposizione sulle medesime strade di linee diverse, che quindi transitano alle fermate con orari non cadenzati. L'elevata presenza di fermate lungo il percorso delle linee e la sostanziale assenza di corsie riservate ai bus, rende particolarmente ridotta la velocità media e minimizza i trasbordi giacché favorisce la permanenza dell'utente dalla fermata di partenza a quella di arrivo. La rete ha come attestamenti di fulcro i nodi della stazione ferroviaria (P.za Repubblica) e di P.za Guido Monaco.



Da questi attestamenti principali si sviluppa la gran parte delle linee, su percorrenze diametrali e con lunghezze piuttosto significative in relazione alla lunghezza media delle linee bus di città analoghe italiane. L'attuale ripartizione modale assegna al trasporto pubblico il 15 % degli spostamenti in ambito urbano.

Il numero dei passeggeri trasportati dal servizio pubblico delle linee urbane di Arezzo nell'anno 2009 è stato di 4.540.420 (dati LFI); esso si riferisce sostanzialmente ad utenti che compiono spostamenti sistematici (mobilità studentesca e spostamenti casa-lavoro) che scelgono verosimilmente questa modalità di trasporto per ragioni economiche. In relazione al biennio precedente si evidenzia una leggera flessione del numero di passeggeri per l'anno esaminato, caratterizzata da una riduzione del 3,3 % rispetto all'anno 2007 e del 4,1 % rispetto all'anno 2008. Il numero di autobus a disposizione del trasporto pubblico urbano è di 49 mezzi di cui 10 alimentati a metano (il 20 % del parco veicolare) per un consumo complessivo di 711584 litri di gasolio e 193675 Kg di gas metano. In relazione all'anno 2007 si rileva un incremento dei mezzi alimentati a metano del 4% dovuto alla sostituzione di 2 mezzi alimentati a gasolio; questo intervento ha generato un corrispondente decremento dei consumi annuali di gasolio (- 18%) ed un incremento dei consumi annuali di metano (+ 44%).

Le piste ciclabili sono presenti nel territorio comunale per una lunghezza lineare complessiva di 13,2 Km suddivisi in 3,4 Km in sede propria (sede separata da quella relativa ai veicoli a motore ed ai pedoni), in 1,8 Km su corsia riservata (ricavata dalla carreggiata stradale o dal marciapiede) e in 8,0 Km su percorsi promiscui pedonali e ciclabili (fonte Rapporto sull'Ecosistema Urbano anno 2007).

L'Amministrazione Comunale ha affidato la progettazione di un piano di mobilità urbano ad una società esterna che attualmente è in fase di approvazione, l'attuazione di questo strumento di razionalizzazione della mobilità urbana avrà effetti anche sui livelli di concentrazione degli inquinanti dell'aria ambiente; attualmente è attivo solamente un piano del traffico.

## **2. STRUTTURA DELLA RETE DI RILEVAMENTO**

Nel territorio dei Comuni di Arezzo e di Chitignano è in servizio la rete pubblica di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo, la quale è costituita da quattro stazioni di misura ed un laboratorio mobile. Tre stazioni di misura sono ubicate nell'area urbana di Arezzo ed una è situata nella zona rurale di Loc. Casa Stabbi nel Comune di Chitignano.

La rete è dotata inoltre di una stazione meteorologica ubicata nell'area urbana di Arezzo.

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Arezzo è gestita dal dipartimento ARPAT di Arezzo mediante appropriato contratto con l'Amministrazione Provinciale di Arezzo. L'Amministrazione Comunale Di Arezzo contribuisce alle spese di gestione della rete mediante il pagamento dei costi relativi all'energia elettrica e delle comunicazioni telefoniche (contratto e chiamate verso il server che gestisce la rete) di 3/4 delle stazioni di misura.

Le stazioni di misura di P.za Repubblica e Casa Stabbi appartengono alla rete di rilevamento di interesse regionale del PM10 (P.za Repubblica e Casa Stabbi) e dell'ozono (Casa Stabbi).

La tabella 2.1 mostrata nella pagina successiva fornisce una descrizione delle stazioni di misura della rete pubblica di Arezzo nei termini di localizzazione e tipologia di destinazione.



**Tabella 2.1 individuazione delle stazioni di rilevamento**

Nome stazione	tipo zona	Tipo stazione	Appartenenza alla rete Regionale
	Decisione 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE	
<b>P.za Repubblica</b>	Urbana	Traffico	PM10
Via Fiorentina	Urbana	Traffico	
Acropoli	Urbana	Fondo	
<b>Casa Stabbi</b>	Rurale	Fondo	PM10, O <sub>3</sub>

**tipo zona Decisione 2001/752/CE:**

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti
- **PERIFERICA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale
- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale

**tipo stazione Decisione 2001/752/CE:**

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)
- **INDUSTRIALE:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria
- **FONDO:** misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale

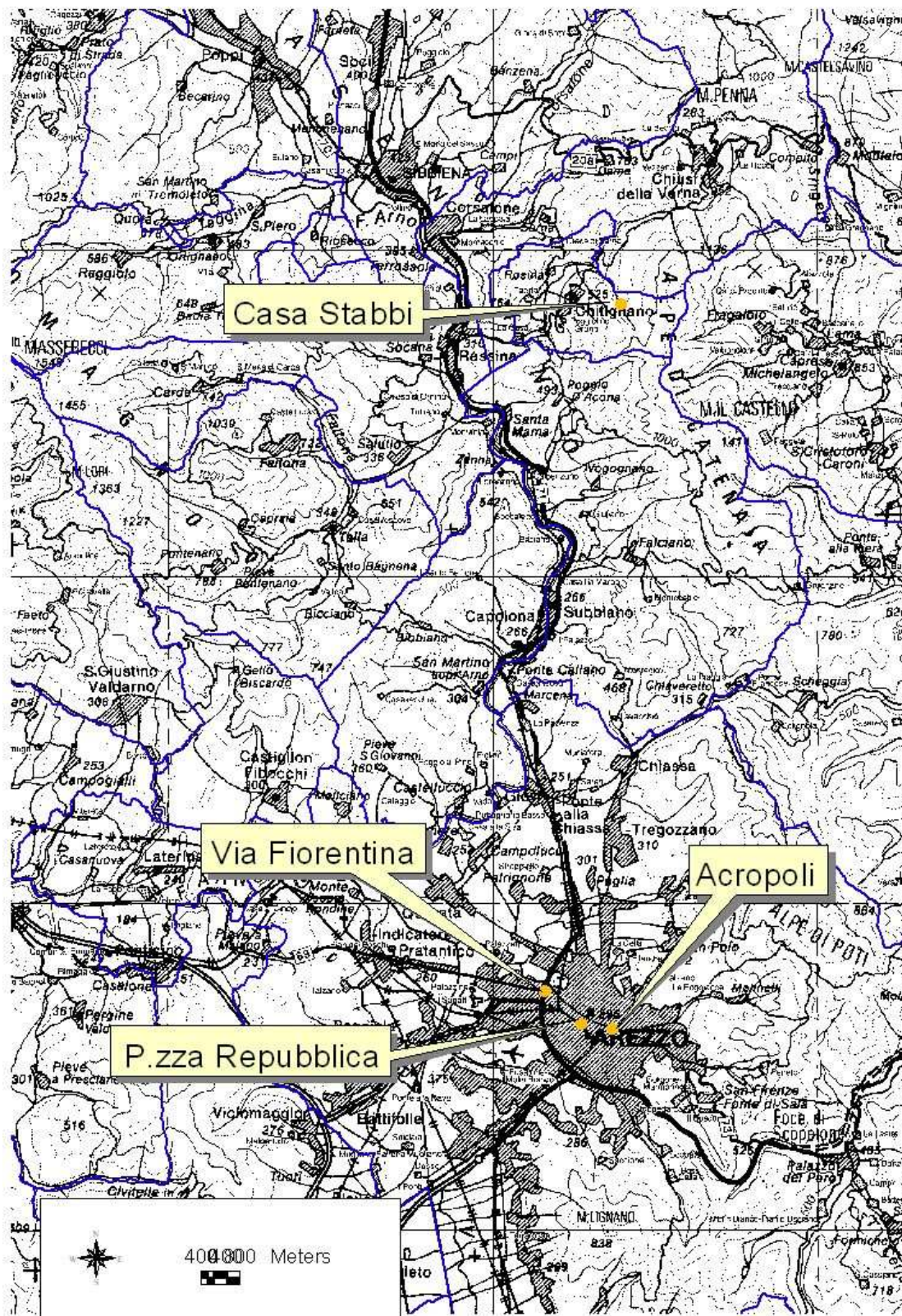
**Tabella 2.2 informazioni relative alla localizzazione**

Nome stazione	Coordinate geografiche (Gauss Boaga)		localizzazione stazione		quota s.l.m. (metri)
	EGB	NGB	distanza strada (m)	distanza semaforo (m)	
P.za Repubblica (rete regionale PM10)	1732680	4816110	5	5	256
Via Fiorentina	1731600	4817124	3	60	248
Acropoli	1733670	4815974	9	--	260
Casa Stabbi (rete regionale PM10 – O <sub>3</sub> )	1733923	4838124	--	--	785





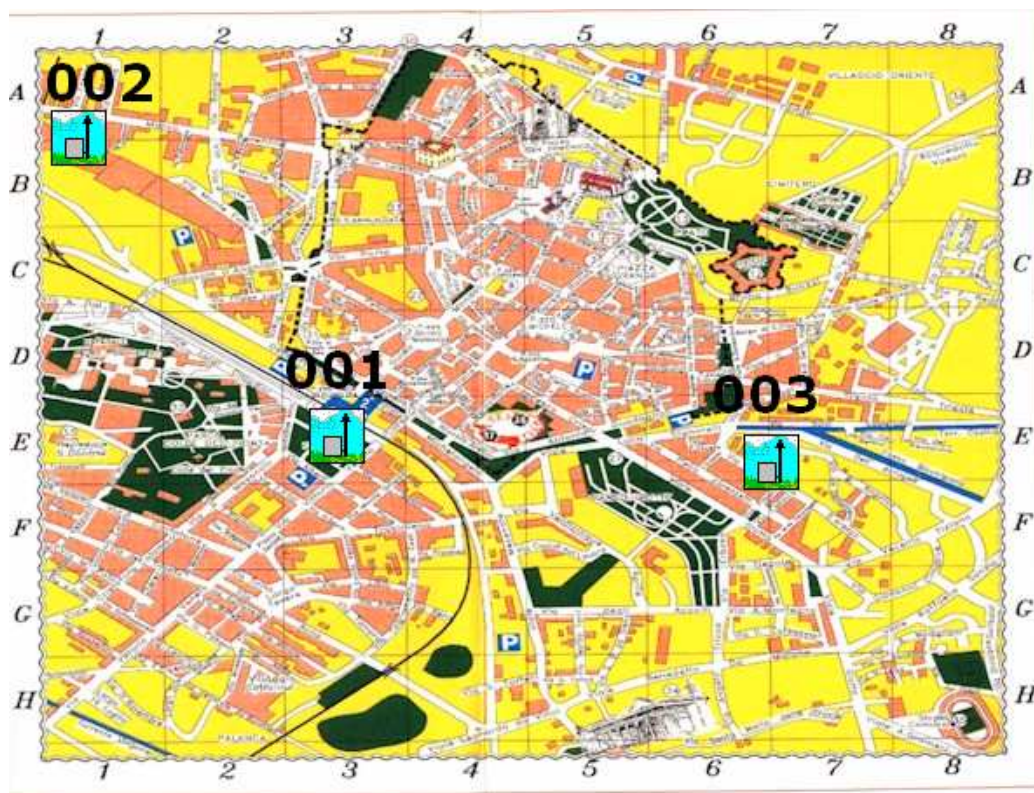
**Figura 2.1 mappa ubicazione delle stazioni di misura**







**Figura 2.2 mappa ubicazione delle stazioni di misura dell'area urbana di Arezzo**



**Tabella 2.3 inquinanti/parametri monitorati in ciascuna stazione**

Nella tabella mostrata sotto sono indicati gli inquinanti monitorati dalle stazioni di misura della rete di Arezzo.

STAZIONE DI MISURA	NO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>
<b>001</b> P.za Repubblica (Rete regionale PM10)	■	◆		□	X*
<b>002</b> Via Fiorentina	■	◆		□	
<b>003</b> Acropoli	■	◆	●		
Casa Stabbi Rete regionale PM10 – O <sub>3</sub> )	■		●	□	

\* attivato il 31 ottobre 2009.

L'analizzatore di materiale particolato PM10/PM2,5 della stazione di misura di P.za Repubblica è stato messo in servizio il 31 ottobre 2009, in precedenza era effettuata la sola misura del PM10. In considerazione del tempo di mediazione (annuale) che esprime l'indicatore del PM2,5, non sono indicati nella presente relazione i valori di PM2,5 relativi all'anno 2009 poiché non significativi.

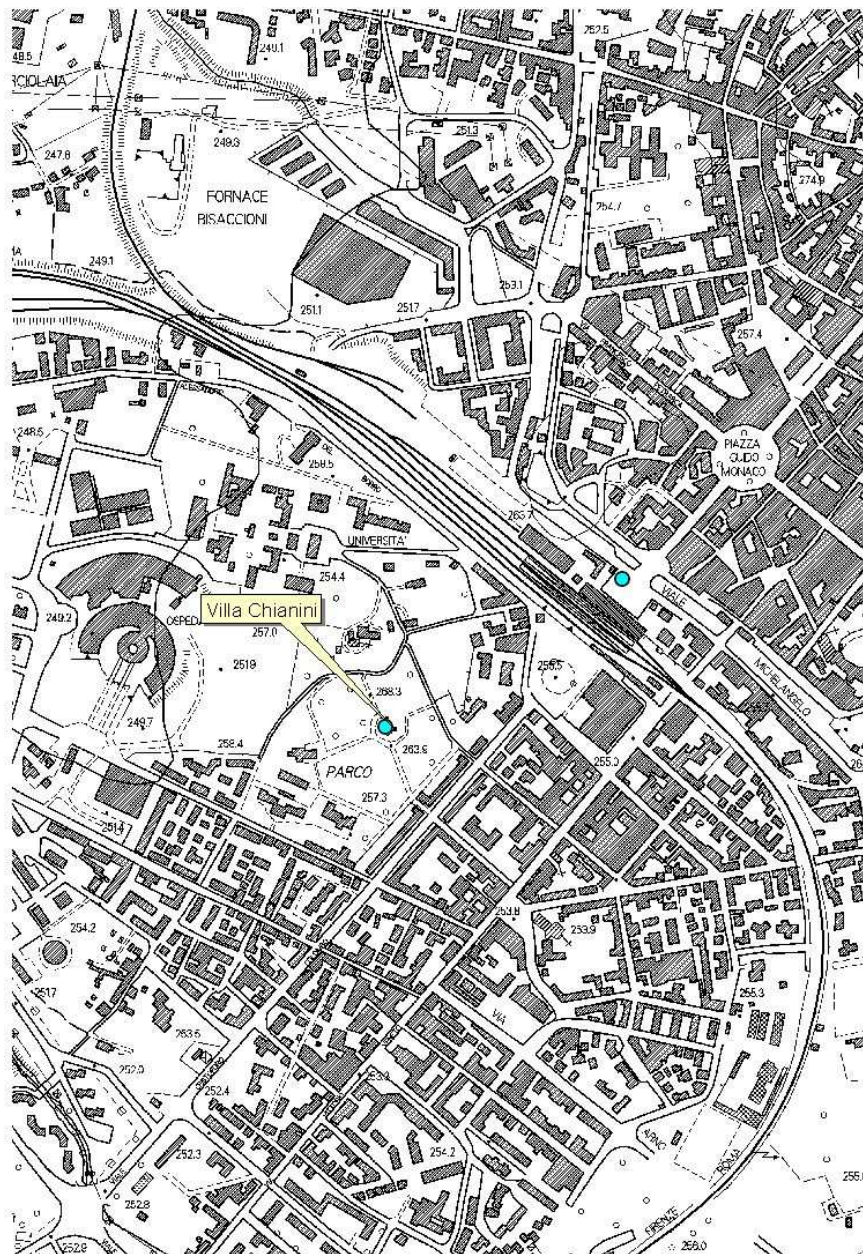


## 1.1 Stazione Meteorologica Di Villa Chianini

Dal mese di gennaio '06 è attiva la stazione meteorologica di Villa Chianini, ubicata nell'area urbana di Arezzo, finalizzata alla misura dei seguenti parametri: velocità del vento (VV), direzione del vento (DV), pressione atmosferica, temperatura, umidità relativa (UMR %), radiazione solare globale (RADSG), radiazione solare netta (RADSN) e pioggia.

Sono inoltre calcolati i parametri di direzione risultante del vento (DVG), sigmaP e classe di stabilità atmosferica secondo Pasquill.

La localizzazione della stazione meteorologica è mostrata nella mappa sottostante:







### 3. Obiettivi di qualità dei dati

#### 3.1 Raccolta minima dei dati

Al fine di valutare la qualità dell'aria sul periodo di osservazione annuale, in relazione a quanto stabilito dalla legislazione europea e nazionale che disciplina la qualità dell'aria nonché dal documento di Processo di ARPAT DP SGQ.99.016 "Monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento", l'insieme dei dati raccolti per singolo inquinante è considerato conforme alla normativa ed utilizzabile per il calcolo dei parametri statistici che caratterizzano gli indicatori di qualità dell'aria qualora la raccolta minima dei dati (rendimento strumentale) è almeno pari al 90% per SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, Pb, benzene e CO (Allegato X DM 60/02); relativamente all'ozono, sempre il 90%, ma con le precisazioni e le eccezioni riportate al punto II allegato III del DLgs 183/04. Il rendimento strumentale, è calcolato come percentuale dei dati generati e validati rispetto al totale teorico al netto delle tarature e dell'attività di manutenzione ordinaria (per es. 365 medie giornaliere oppure 8760 dati orari teorici all'anno da cui è detratto il 5 % corrispondente alle attività di controllo automatico giornaliero, di taratura periodica, di controllo di attendibilità dei dati e delle operazioni di manutenzione straordinaria).

**Tabella 3.1 Raccolta minima dei dati % degli analizzatori**

	<b>Raccolta minima dei dati (%)</b> <b>Conformità alla normativa di riferimento (DM 60/02)</b> <b>Parametro: dati orari (giornalieri per PM10)</b>			
<b>Stazione di misura</b>	<b>NO<sub>2</sub> media oraria</b>	<b>CO media oraria</b>	<b>PM 10 media giornaliera</b>	<b>% media</b>
<b>P. Repubblica</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>99</b>	<b>97</b>
<b>Via Fiorentina</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>100</b>	<b>98</b>
<b>Via Acropoli</b>	<b>98</b>	<b>98</b>		<b>99</b>
<b>Casa Stabbi</b>	<b>91</b>		<b>97</b>	<b>93</b>
<b>% media</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>99</b>	
	<b>Efficienza (%)</b> <b>Conformità alla normativa di riferimento</b> <b>(D.Lgs 183/04)</b> <b>Parametro: dati orari</b>			
	<b>O<sub>3</sub></b>			
<b>Via Acropoli</b>	<b>100</b>			
<b>Casa Stabbi</b>	<b>92</b>			
<b>% media</b>	<b>96</b>			

Anche nell'anno 2009, la strumentazione della rete è stata servita da un contratto di manutenzione triennale stipulato con una ditta esterna specializzata del tipo tutto compreso, riguardante la manutenzione ordinaria, preventiva e straordinaria.



Nell'anno 2009 si sono manifestati un numero significativo di malfunzionamenti agli analizzatori della rete di monitoraggio, per i quali sono stati attivate 62 richieste di azione correttiva caratterizzate per il 63 % da guasti agli analizzatori e dai sistemi di calibrazione, per il 15 % dalle componenti della stazione di misura (sistemi condizionamento, sonde, quadri elettrici) e per il 13 % a malfunzionamenti della stazione meteo di Villa Chianini; tale numero di eventi, risulta notevolmente incrementato rispetto agli anni precedenti, tuttavia, gli interventi di manutenzione straordinaria sono stati per la prevalenza efficaci e pertanto le numerose anomalie non hanno pesato in modo significativo sull'efficienza annuale. Questo andamento in crescita dei malfunzionamenti è da attribuire all'elevato numero di ore di funzionamento degli analizzatori i quali, per una buona parte, sono in servizio dall'anno 1991; è da constatare che in ambito nazionale, non sono comuni gli analizzatori prodotti nei primi anni degli anni '90 ancora in esercizio. Allo scopo di rinnovare il patrimonio strumentale della rete di rilevamento della qualità dell'aria, è stato avviato un processo di aggiornamento in accordo con la Provincia di Arezzo, la quale nell'ambito del Programma Operativo Regionale (P.O.R.) della Toscana con fondi dell'Unione Europea e della Provincia di Arezzo, ha provveduto ad acquistare due nuovi analizzatori (uno di ossidi di azoto compreso del relativo sistema di calibrazione ed uno di monossido di carbonio) in sostituzione di quelli in servizio presso la stazione regionale di PM10 di P.za della Repubblica.

I rendimenti percentuali mettono in evidenza un'efficienza complessiva della rete buona, pari al 97 %. Anche i rendimenti per singola stazione sono ottimi giacché si distribuiscono su valori sempre superiori al 90 %; la stazione di misura di interesse regionale di Casa Stabbi risulta quella con un rendimento pur se conforme, inferiore alle altre stazioni. Questa criticità è dovuta alla particolare ubicazione (Alpe di Catenaia) che risente in maniera significativa dei carichi collegati a disturbi di rete, considerato che la rete di distribuzione di energia elettrica locale è esposta a frequenti variazioni di carico. Con l'installazione di uno stabilizzatore di tensione che protegge la strumentazione automatica dalle sovratensioni della rete elettrica, è stato ridotto questo fattore di rischio e l'efficienza della stazione a differenza dell'anno 2008, è risultata conforme ai requisiti di qualità dei dati richiesti per le stazioni di misura fisse dall'allegato X del DM60/2000.

Per quanto riguarda gli analizzatori, quelli più affidabili risultano gli strumenti di misura del materiale particolato PM10 con il 99 %, tuttavia è da rilevare che complessivamente i rendimenti strumentali per tipologia di inquinante sono complessivamente piuttosto alti e pertanto anche gli scarti tra i rendimenti sono ridotti e pertanto poco significativi.

### Valutazioni statistiche sulla distribuzione dei dati nel periodo annuale

L'Istruzione tecnica sui criteri per la validazione ed elaborazione degli indicatori per gli inquinanti in aria ambiente, definisce i principi di valutazione in merito alla significatività del dato sul periodo di osservazione annuale. Il dato è significativo quando rappresenta il contesto dell'aria ambiente a cui sottende la stazione di misura e questo si concretizza quando, nel periodo di osservazione annuale, la raccolta minima dei dati è conforme agli obiettivi minimi di qualità definiti dalla normativa (per le stazioni di misura fisse raccolta minima dei dati  $\geq 90$  %) e quando i dati sono distribuiti uniformemente in tutto il periodo dell'anno (assenza di dati mancanti per più di 15 giorni continuativi). Sono pertanto stabiliti due livelli di attendibilità, i dati che soddisfano i criteri del primo livello possono essere utilizzati direttamente per il calcolo degli indicatori, mentre quelli appartenenti al secondo livello sono trattati statisticamente (tecnica di boot-strap che valuta la validità associata al ricampionamento casuale dei dati con ripetizione) al fine di poter essere utilizzati per le successive elaborazioni. L'appartenenza al I° livello di attendibilità, rappresenta la condizione ottimale in merito alla significatività del dato poiché nel periodo di osservazione annuale, il numero di dati validi presenti, oltre ad essere congruo sotto il profilo quantitativo, presentano una distribuzione omogenea nell'arco dell'anno considerato.

Il contesto relativo all'anno 2009 è da considerarsi soddisfacente giacché la prevalenza degli analizzatori della rete di rilevamento soddisfa i requisiti relativi al I° livello di attendibilità.



Pur se l'analizzatore di ozono installato nella stazione di misura di interesse regionale ha ottenuto una raccolta minima dei dati conforme agli obiettivi di qualità definiti dalla normativa, non ha raggiunto, per quanto riguarda il test1 (Valori del 0° percentile, inteso come la distribuzione minima calcolata come % del massimo teorico - riferimento per il I° livello = > 50 %) i criteri riguardanti il I° livello di attendibilità; i valori relativi alla distribuzione minima del test1 sono risultati ampiamente conformi ai criteri di classificazione del 2° livello di attendibilità.

#### 4. LIMITI NORMATIVI

I valori limite che esprimono gli indicatori di qualità dell'aria sono stati definiti dalla Comunità Europea e sono stati recepiti dallo Stato italiano con il DM 60 del 2002 ed il DLgs 183 del 2004. In funzione del tipo di inquinante, tali valori limite dovranno essere rispettati nell'anno 2005 o nell'anno 2010. La valutazione del rispetto dei valori limite, si basa su criteri dinamici, per passi successivi secondo scadenze temporali annuali, e con l'applicazione di margini di tolleranza o di superamento da sommare al valore limite; i margini di tolleranza non sono caratterizzati da un valore fisso, ma decrescente di anno in anno fino ad annullarsi al fine di raggiungere il valore limite definito dalla normativa (per l'ozono la normativa non ha fissato alcun margine di tolleranza). Con l'anno 2010 tutti i valori limite degli indicatori relativi agli agenti inquinanti disciplinati del DM 60/2002 saranno a regime.

Per quanto concerne l'ozono, non disciplinato dal DM 60/02, i valori limite di riferimento sono stabiliti dalla normativa specifica (DLgs 183/2004).

E' da rilevare che il Parlamento ed il Consiglio Europeo hanno emanato la Direttiva 2008/50/CE del 11/6/2008 sul riordino in materia di qualità dell'aria, la quale supera la fase 2 prevista dall'allegato III del DM 60/02 per il PM10 introducendo nell'allegato XIV, valori obiettivo e valori limite per il materiale particolato PM2,5; pertanto al fine della verifica di conformità dei valori relativi agli indicatori di materiale articolato PM10, sono esaminati i valori limite definiti dalla fase 1 prevista dall'allegato III del DM 60/02.

La legenda della pagina seguente fornisce alcune spiegazioni in merito ai termini indicati dal D.Lgs 351/99, dal DM 60/02 e dal DLgs 183/2004.

#### LEGENDA

**AOT40:** somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in un dato periodo di tempo, utilizzando solo i valori di un'ora rilevati ogni giorno tra le 8,00 e le 20,00, ora dell'Europa centrale.

**DATA DI CONSEGUIMENTO:** data effettiva in cui il valore limite deve essere rispettato senza l'applicazione del relativo margine di tolleranza

**VALORE BERSAGLIO:** livello di ozono fissato al fine di evitare a lungo termine (anno 2010) effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.

**OBIETTIVO A LUNGO TERMINE:** concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo è conseguito nel lungo periodo, sempreché sia realizzabile mediante misure proporzionate, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

**SOGLIA DI ALLARME:** livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 5 del DLgs 183/04.

**SOGLIA DI INFORMAZIONE:** livello di ozono oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 5 del DLgs 183/04.



**MEDIA MOBILE SU 8 ORE MASSIMA GIORNALIERA:** è determinata esaminando le medie consecutive su 8 ore di ozono, calcolato in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è assegnata al giorno nel quale la stessa termina; conseguentemente, la prima fascia di calcolo per ogni singolo giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

Tabella 4.1 MONOSSIDO DI CARBONIO – normativa e limiti

(punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana.</b>	<b>Media massima giornaliera su 8 ore</b>	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>	<b>1.01.2005</b>

Tabella 4.2 OSSIDI DI AZOTO – normativa e limiti

(punto B Allegato XI, punto A Allegato XII ed Allegato XIII Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	Periodo di Mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
<b>Valore limite orario per la protezione della salute umana.</b>	<b>1 ora</b>	<b>200 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> da non superare più di 18 volte per l'anno civile.</b>	<b>1.01.2010</b>
<b>Valore limite annuale per la protezione della salute umana</b>	<b>Anno civile</b>	<b>40 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub></b>	<b>1.01.2010</b>
<b>Valore limite annuale per la protezione della vegetazione</b>	<b>Anno civile</b>	<b>30 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>x</sub></b>	<b>1.01.2010</b>
<b>Soglia di allarme</b>	<b>Anno civile Superamento di 3 ore consecutive</b>	<b>400 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub></b>	<b>1.01.2010</b>



Tabella 4.3 OZONO – normativa e limiti  
(punti B, C Allegato VII e punto B XII Direttiva 2008/50/CE - DLgs 183/04)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valori di riferimento</b>
<b>Soglia di informazione.</b>	<b>Media massima oraria</b>	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Soglia di allarme.</b>	<b>Media massima oraria.</b>	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Valore bersaglio per la protezione della salute umana.</b>	<b>Media su 8 ore massima giornaliera.</b>	<b>120 µg/m<sup>3</sup> da non superare più di 25 giorni per anno civile come media su tre anni</b>
<b>Valore bersaglio per la protezione della vegetazione</b>	<b>AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio</b>	<b>18.000 µg/m<sup>3</sup> come media su 5 anni</b>
<b>Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana.</b>	<b>Media su 8 ore massima giornaliera.</b>	<b>120 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione.</b>	<b>AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio</b>	<b>6.000 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Beni materiali.</b>	<b>Media Annuale</b>	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>

Tabella 4.4 Materiale particolato PM10 – normativa e limiti

(punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valori limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	<b>24 ore</b>	<b>50 µg/m<sup>3</sup> PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile</b>	<b>1.01.2005</b>
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	<b>Anno civile</b>	<b>40 µg/m<sup>3</sup> PM10</b>	<b>1.01.2005</b>

Giacché la Direttiva 2008/50/CE del 11/6/2008 sul riordino in materia di qualità dell'aria, oltrepassa la fase 2 prevista dall'allegato III del DM 60/02 per il PM10, perché introduce nell'allegato XIV, valori obiettivo e valori limite per il materiale particolato PM2,5, la verifica di conformità dei valori relativi agli indicatori di materiale particolato PM10, è effettuata considerando come riferimento i valori limite definiti dalla fase 1 prevista dall'allegato III del DM 60/02.





Tabella 4.5 Materiale particolato PM<sub>2,5</sub> – normativa e limiti

(punti C, D E Allegato XIV Direttiva 2008/50/CE)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valori limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	<b>Anno civile</b>	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b> è applicato un margine di tolleranza del 20% al giorno 11 giugno 2008, con riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% il 1 gennaio 2015	<b>1.01.2015</b>
Obbligo di Concentrazione di esposizione per evitare effetti nocivi sulla salute umana	<b>Anno civile</b>	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>1.01.2015</b>
Valore Obiettivo per la protezione della salute umana	<b>Anno civile</b>	<b>25 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub></b>	<b>1.01.2010</b>

Per quanto attiene il valore limite, il punto E dell'allegato XIV prevede anche una fase 2 da raggiungersi il 1 gennaio 2020 con un valore pari a 20 µg/m<sup>3</sup>. Tale Valore limite è ritenuto indicativo in relazione alla verifica della Commissione da effettuarsi nel 2013, alla luce di ulteriori informazioni in materia di conseguenze sulla salute e sull'ambiente, fattibilità tecnica ed esperienza del valore obiettivo negli Stati membri.

Tabella 4.6 Benzene – normativa e limiti

(punto B Allegato XI Direttiva 2008/50/CE - DM 60/02)

	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore limite</b>	<b>Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto</b>
<b>Valore limite per la protezione della salute umana.</b>	<b>Anno civile</b>	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>1.01.2010</b>



## 5. DATI RILEVATI NELL'ANNO 2009

### 5.1 Condizioni di riferimento

Tutti i valori di concentrazione espressi in unità di massa ( $\mu\text{g}$  o  $\text{mg}$ ) per metro cubo di aria ( $\text{m}^3$ ) sono riferiti ad una pressione di 101,3 KPa ed alla temperatura di 20°C ad esclusione del materiale particolato PM10 il quale è riferito alla temperatura dell'aria ambiente.

### 5.2 Medie annuali

La tabella sottostante, fornisce, quale premessa alla valutazione della qualità dell'aria, ed alla definizione del contesto generale, l'indicazione del livello medio annuale registrato per ciascun inquinante da ogni singola stazione di misura.

Tabella 5.2.1 valori medi annuali rete di Arezzo 2009

Stazioni	CO $\text{mg}/\text{m}^3$	NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NOx $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM <sub>10</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O <sub>3</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P.za Repubblica Rete regionale PM10	0,6	46	99	30	5,7	--
Via Fiorentina	0,4	38	72	30	5,0	--
Acropoli	0,4	22	35	--	4,3	48
Casa Stabbi Rete regionale PM10 – O <sub>3</sub>	--	7	11	11	--	68

### 5.3 Valori degli indicatori relativi alla protezione della salute umana ed alla vegetazione

## monossido di carbonio

Tabella 5.3.1 valori degli indicatori relativi al monossido di carbonio

Stazione di misura	Tipo Zona	Tipo Stazione	N° Medie max giornaliere su 8 ore > 10 $\text{mg}/\text{m}^3$	Max Media mobile 8 Ore ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
P. Repubblica	U	T	0	3,2
Via Fiorentina	U	T	0	2,2
Acropoli	U	F	0	2,5
Limite (livello protezione salute umana)				10,0
Data di conseguimento				01/01/2005

Il livello di protezione della salute umana espresso dall'indicatore della media mobile di otto ore massima giornaliera è ampiamente rispettato in tutte le stazioni di misura. In relazione ai livelli dell'anno 2008, si riscontrano variazioni disomogenee nell'area urbana contraddistinte da un incremento nelle stazioni di misura di P.za Repubblica ed Acropoli (+ 16 %) ed a un decremento nella stazione di Via Fiorentina (- 18 %). Questa tendenza non si verifica per la media annuale i cui valori, riferiti all'anno precedente non presentano variazioni di rilievo.



## ossidi di azoto

Tabella 5.3.2 valori degli indicatori relativi agli ossidi di azoto

Stazione di misura	Tipo Zona	Tipo Stazione	N° medie orarie > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO <sub>2</sub> Max 1 Ora Prot. salute umana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> Media annuale Prot. salute umana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NOx Media annuale Prot. vegetazione* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
P. Repubblica	U	T	0	187	46	
Via Fiorentina	U	T	1	205	38	
Acropoli	U	F	0	128	22	
Casa Stabbi	R	F	0	38	7	11
Limiti				<b>200</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Data di conseguimento				<b>01/01/2010</b>	<b>01/01/2010</b>	<b>19/07/2001</b>

### Biossido di Azoto

Per quanto attiene il Biossido di azoto NO<sub>2</sub>, la soglia di allarme (400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è stata ampiamente rispettata in tutte le stazioni di misura. Si registra 1 caso di superamento del valore limite relativo alla protezione della salute umana nella stazione di misura di Via Fiorentina (205  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  alle ore 18 del 20/11/2009); la normativa permette il superamento del valore limite di questo indicatore nell'anno civile per 18 volte. Il contesto messo in evidenza dai livelli di concentrazione è sostanzialmente stabile, riassumibile, per quanto riguarda l'area urbana, in due situazioni diverse: le stazioni di traffico presentano i valori più elevati ed esprime in P.za Repubblica un livello di fondo più consistente con valori massimi che, in relazione alle condizioni di microscala, possono essere più elevati alternativamente nell'una o nell'altra stazione di misura. La situazione relativa al fondo urbano della stazione di misura di Acropoli, è rappresentata da livelli medi sostanzialmente stabili nel tempo e largamente inferiori (- 90 %) alle stazioni da traffico. I livelli misurati nella stazione di interesse regionale di Casa Stabbi in relazione al triennio precedente, non presentano variazioni e pertanto forniscono indicazioni che il contesto dell'aria ambiente è stabile.

### Ossidi di Azoto

Il valore limite relativo agli ossidi di azoto NOx (espressi come NO<sub>2</sub>) si riferisce alla protezione per la vegetazione ed ha valenza per le stazioni rurali come ad esempio la stazione di fondo di Casa Stabbi; i valori di questo indicatore per le altre stazioni di misura appartenenti all'area urbana, sono presentati nella tabella 5.2.1 della pagina precedente.



## materiale particolato PM10

Tabella 5.3.3 valori degli indicatori relativi al materiale particolato PM10

Stazione di misura	Tipo Zona	Tipo Stazione	PM 10 Max 24 ore ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N° superamenti VL Media giornaliera ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM 10 media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
P. Repubblica	U	T	76	15	30
Via Fiorentina	U	T	95	36	30
Casa Stabbi	R	F	29	0	11
Limite fase 1			50	35	40
Data di conseguimento			01/01/2005	01/01/2005	01/01/2005

Gli indicatori elaborati per il materiale particolato PM10 mettono in evidenza una buona stabilità dei livelli medi per l'area urbana (inferiori del 33 % rispetto al valore limite della media annuale) ed un numero di superamenti del valore limite della media giornaliera più elevati nella stazione di misura di Via Fiorentina, la quale supera di poco il numero dei casi all'anno ammessi dalla normativa.

Rispetto all'anno precedente, l'unica variazione significativa riguarda il numero di superamenti del VL relativo alla media giornaliera, il quale ha subito nella stazione di misura Via Fiorentina un decremento (- 22 %); restano invece sostanzialmente stabili:

- valore massimo giornaliero (per entrambe le stazioni);
- numero dei superamenti del VL della media giornaliera della stazione di misura di P.za Repubblica;
- media annuale (per entrambe le stazioni).

La stazione di misura di rurale di fondo di Casa Stabbi non registra situazioni di superamento del valore limite della media giornaliera; la media annuale è significativamente inferiore (3,6 volte) al limite e stabile rispetto all'anno precedente.

Tabella 5.3.4 elenco superamenti VL media giornaliera stazione di misura P.za Repubblica

DATA	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
05/01/2009	55
06/01/2009	70
17/02/2009	53
15/04/2009	57
18/05/2009	55
13/11/2009	67
14/11/2009	64
18/11/2009	53
19/11/2009	63
20/11/2009	76
21/11/2009	58
22/11/2009	57
23/11/2009	52
07/12/2009	54
20/12/2009	53



Tabella 5.3.4 elenco superamenti VL media giornaliera stazione di misura Via Fiorentina

DATA	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
01/01/2009	79
05/01/2009	84
06/01/2009	95
07/01/2009	57
16/01/2009	63
17/01/2009	77
22/01/2009	56
29/01/2009	56
14/02/2009	51
20/02/2009	57
21/02/2009	61
22/02/2009	58
23/02/2009	63
24/02/2009	54
27/02/2009	53
28/02/2009	66
01/03/2009	52
19/03/2009	53
18/05/2009	56
21/10/2009	61
29/10/2009	60
07/11/2009	60
11/11/2009	58
14/11/2009	67
15/11/2009	59
16/11/2009	57
18/11/2009	59
19/11/2009	74
20/11/2009	87
21/11/2009	58
22/11/2009	61
07/12/2009	54
10/12/2009	53
11/12/2009	51
20/12/2009	58
21/12/2009	55



Tabella 5.3.5 elaborazioni relative al superamento dei casi/anno consentiti dalla normativa per l'indicatore della giornaliera.

Per quanto attiene le elaborazioni dei superamenti del valore limite della media giornaliera oltre quelli permessi dalla normativa, il modello riguardante le relazioni annuali delle reti di rilevamento provinciali contenuto nell'APPENDICE D delle "Linee guida per il rilevamento della qualità dell'aria e il relativo reporting" della Regione Toscana prevede l'elaborazione di tre indicatori:

- il valore di concentrazione che occupa la 36<sup>a</sup> posizione in una scala decrescente di tutti i valori di concentrazione ottenuti nell'arco dell'anno solare. Tanto è maggiore il valore di questo indicatore rispetto al valore limite tanto è peggiore il contesto del PM10;
- data del 36° superamento; questo indicatore temporale esprime la data nel quale si è verificato il 36° superamento del valore limite della media giornaliera. Tanto questa data è vicina all'inizio dell'anno, a significare che il numero di superamenti ammessi dalla normativa è consumato velocemente, tanto è peggiore il contesto del PM10;
- $\mu\text{g}$  in eccesso rispetto al valore limite definito per la media giornaliera (  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  )  
Anche in questo caso vi è proporzionalità diretta tra grandezza del valore dell'indicatore ed il giudizio di valore del contesto.

Questi indicatori rappresentano pertanto degli elementi complementari che forniscono ulteriori elementi per caratterizzare il contesto del materiali particolato PM10.

Stazione di misura	Tipo Zona	Tipo Stazione	Valore 36 <sup>a</sup> Posizione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Data 36° superamento	$\mu\text{g}$ in eccesso
P. Repubblica	U	T	44	--	134
Via Fiorentina	U	T	51	21/12/2009	421
Casa Stabbi	R	F	20	--	--

Dalla valutazione dei valori presentati nella tabella sovrastante traspare che, per la stazione di misura di Via Fiorentina (l'unica che ha superato i casi ammessi dalla normativa), il valore che occupa la 36<sup>a</sup> posizione è poco superiore al VL per la media giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; questa situazione è stata riscontrata anche nell'anno 2008. Per quanto attiene la cronologia degli eventi di superamento, il 36° caso si è verificato quasi al termine dell'anno (21 dicembre); nell'anno 2008 si era verificato all'inizio del mese di dicembre. La somma dei microgrammi in eccesso mette in evidenza come peraltro rilevato per il numero di superamenti del valore limite della media giornaliera, un netto sbilanciamento per la stazione di misura Via Fiorentina la quale presenta un valore di  $\mu\text{g}$  in eccesso 3 volte superiore a quella di P.za Repubblica.



# benzene

Tabella 5.3.6 valori degli indicatori relativi al benzene

Stazione di misura	Tipo Zona	Tipo Stazione	Benzene media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
P. Repubblica	U	T	5,7
Via Fiorentina	U	T	5,0
Acropoli	U	F	4,3
Piazza Grande	U	F	5,4
Tortaia	U	F	4,8
Valore Limite (protezione della salute umana)			5
Data di conseguimento			01/01/2010

Il benzene è stato rilevato mediante campagne di misura discontinue con l'impiego di campionatori passivi. In relazione ai criteri degli obiettivi di qualità dei dati definiti dall'allegato X del DM 60/02, il periodo di copertura definito dal piano di monitoraggio del benzene per l'anno 2009, classifica i valori rilevati tra le misure indicative; informazioni più dettagliate del piano di monitoraggio sono fornite nel capitolo 1 "strumenti e metodi" della seconda sezione.

Le postazioni di P.za Repubblica e P.za Grande registrano valori superiori al valore limite a regime nell'anno 2010; le restanti postazioni di misura presentano livelli di concentrazione coincidenti o poco inferiori al valore limite.

Il quadro generale fornito dai valori dell'anno 2009 mette in evidenza una situazione omogenea per tutta l'area urbana, significativamente diversa a quella rilevata negli anni precedenti, nel quale la distribuzione spaziale era direttamente proporzionale alla tipologia delle sorgenti emissive che influenzavano la zona sottesa alle postazioni.

In relazione ai valori medi annuali registrati nell'anno 2008, si rileva una tendenza generalizzata al rialzo (incremento medio del 47 %); la postazione di Acropoli registra l'incremento più elevato (+ 56%).

# ozono

Tabella 5.3.7 VALORI BERSAGLIO per l'anno 2013

Stazione di misura	Tipo Stazione	PROTEZ. VEGETAZIONE* AOT40 valori 1 ora da Maggio a Luglio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PROTEZ. SALUTE UMANA** Media mobile 8 ore massima giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	N° giorni superamento Protez. Salute Umana 2009	N° giorni superamenti Protez. Salute Umana media 3 anni
Via Acropoli	Urbana	18.218	143	8	16
Casa Stabbi (rete regionale)	Rurale Fondo	20.572	149	7	17
Valore Limite		18.000	120		25

\* MEDIA 5 ANNI il valore si riferisce alla protezione per la vegetazione e deve essere applicato nelle stazioni suburbane, rurali, rurali di fondo e non in quelle urbane.

\*\* da non superare per più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni



Il contesto messo in evidenza dagli indicatori di qualità dell'aria, esprime una condizione di omogeneità nel territorio provinciale per quanto riguarda questo inquinante. Nell'anno in corso si riscontra rispetto al 2008 un decremento significativo del numero di superamenti massimi giornalieri della media mobile di otto ore (da 2 volte per Acropoli a 3 volte per Casa Stabbi); i valori massimi della media mobile di otto ore restano invece sostanzialmente stabili.

**Tabella 5.3.8 SOGLIE DI INFORMAZIONE E DI ALLERTA**

Stazione di misura	Media di 1 ora ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Via Acropoli	155
Casa Stabbi (rete regionale)	160
<b>SOGLIA DI INFORMAZIONE</b>	<b>180</b>
<b>SOGLIA DI ALLERTA</b>	<b>240</b>

L'anno esaminato non registra casi di superamento della soglia di informazione; i valori si assestano tuttavia su livelli di concentrazione poco inferiori.

**tabella 5.3.9 LIVELLI DI RIFERIMENTO RELATIVI AL DEGRADO DEI MATERIALI, AI DANNI ALLE FORESTE E AI DANNI VISIBILI ALLE COLTURE**

Stazione di misura	Protezione delle FORESTE * AOT 40 da aprile a settembre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Beni MATERIALI Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Via Acropoli	26.103	48
Casa Stabbi (rete regionale)	26.925	68
<b>Limiti</b>	<b>20.000</b>	<b>40</b>

\* il valore si riferisce alla protezione per la vegetazione e deve essere applicato nelle stazioni suburbane, rurali, rurali di fondo, e non in quelle urbane.

In merito ai valori mostrati in tabella 5.3.9, entrambi gli indici registrano un superamento del valore limite; i valori dell'AOT40 delle due stazioni sono equivalenti; la differenza più significativa tra le due stazioni è data dai valori della media annuale nel quale la stazione rurale di fondo di Casa Stabbi presenta livelli più elevati (+ 42 %). Questo è dovuto ai livelli di fondo particolarmente elevati che caratterizzano la stazione anche nel periodo invernale, dovuti all'assenza di inquinanti primari (NOx, THC) che con l'ozono dell'aria ambiente reagiscono nelle reazioni secondarie di formazione degli inquinanti fotochimici.

Gli indicatori si riferiscono alla protezione delle foreste ed hanno valenza per le stazioni di misura appartenenti alla tipologia suburbana, rurale, e rurale di fondo come ad esempio nel caso specifico per la stazione di misura di Casa Stabbi.

In relazione ai valori dell'anno precedente si rileva una riduzione dei valori dell'AOT40 ed una stazionarietà delle medie annuali.





## 5.4 Andamenti annuali degli indicatori

Il DM 60/2002 e il D.Lgs 351/1999 fissano il criterio secondo il quale non è ammesso il peggioramento della qualità dell'aria ambiente rispetto alla situazione esistente, soprattutto nel caso in cui i valori delle concentrazioni degli inquinanti siano inferiori ai valori limite. Allo scopo di valutare gli andamenti degli indicatori su lungo periodo, il presente capitolo, presenta il trend degli inquinanti in aria ambiente nel corso dell'anno sull'intera area nonché gli andamenti temporali degli ultimi 12 anni. La lettura dei dati e dei relativi andamenti per ogni inquinante e per singola stazione, è stata effettuata attraverso l'utilizzo di indicatori sintetici quali medie annuali, percentili e medie mobili che rappresentano in modo coinciso, ma completo l'evoluzione della qualità dell'aria nel territorio che la rete sottende.

### Sintesi degli andamenti

**Monossido di carbonio (media mobile 8 ore):** Nel lungo periodo, sono individuati più periodi caratteristici contraddistinti da livelli di concentrazione decrescenti. Il primo triennio 1998-2000 è contraddistinto da livelli più elevati fino all'80 % del valore limite, il quinquennio 2001-2005 registra una riduzione dei valori rispetto al triennio precedente e concentrazioni sostanzialmente stabili con valori leggermente inferiori al 50 % del valore limite, nel triennio 2006-2008 si assiste ad un'ulteriore riduzione dei valori fino a circa il 72 % del valore limite. Nell'anno 2009 si riscontrano variazioni spaziali disomogenee caratterizzate da un incremento medio nelle stazioni di Repubblica ed Acropoli del 16 % ed un decremento nella stazione di Via Fiorentina del 18 %.

**Biossido di azoto (98° percentile valori orari):** Situazione articolata nel quale si delineano andamenti differenti per le stazioni appartenenti all'area urbana caratterizzati da una crescita del valore dell'indicatore a partire dall'anno 2003; la stazione di misura di P.za Repubblica ha registrato nell'anno 2008 il valore più elevato del decennio simile a quello registrato nell'anno 1998. Il biennio 2008-2009 è contraddistinto da una stabilità dei valori dell'indicatore nell'area urbana. La stazione di rurale fondo di Casa Stabbi registra variazioni poco significative nel periodo 2005-2009 ad indicare una sostanziale continuità dei livelli dell'indicatore.

**Ozono (massima concentrazione oraria e AOT40 maggio-luglio):** discrete fluttuazioni temporali dell'AOT40 e del valore massimo orario in funzione dell'intensità della radiazione solare che ha contraddistinto il periodo estivo di ogni singolo anno. Gli scarti tra i valori delle due stazioni di misura, ubicate in zone significativamente diverse, sono di scarso rilievo.

**PM10 (media annuale):** Il periodo di osservazione è caratterizzato schematicamente da due fasi, nel quale, a partire dai valori omogenei del quinquennio 1998-2002 pari alla metà del valore limite, si passa ad un incremento di circa il 50% nel periodo 2003-2009 con valori dell'indicatore praticamente uniformi corrispondenti a circa il 75% del valore limite.

**Benzene (media annuale):** si riscontra una sostanziale equivalenza degli andamenti contraddistinti da fluttuazioni periodiche dell'indicatore, il trend è contraddistinto in una prima fase da un decremento (2000-2002), seguito da un incremento (2003-2005), da un nuovo decremento (2006-2008) ed infine nel 2009 da un secondo incremento. I dati del 2009 presentano la caratteristica, mai rilevata negli anni precedenti, di sostanziale uniformità a livello spaziale del valore dell'indicatore.



Tabella 5.4.1. valori massimi degli indicatori

	parametri	stazioni di riferimento	valore massimo dell'indicatore											
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>NO<sub>2</sub></b>	98° percentile concentrazioni medie orarie nell'anno (µg/m <sup>3</sup> )	P. Repubblica	106	93	84	76	73	92	93	95	97	98	107	104
		Via Fiorentina	103	95	90	81	83	85	81	90	95	89	97	103
		Acropoli	80	66	67	55	60	59	57	57	59	65	72	72
		Casa Stabbi	---	---	---	---	---	---	---	11	15	12	15	17
<b>CO</b>	massima concentrazione media mobile 8 ore nell'anno (mg/m <sup>3</sup> )	P. Repubblica	6,0	8,5	6,7	3,8	4,1	3,9	3,6	3,8	2,7	2,9	2,7	3,2
		Via Fiorentina	7,4	6,6	4,5	3,3	3,3	3,1	2,4	2,4	2,6	3,1	2,6	2,2
		Acropoli	---	---	---	---	---	---	---	2,2	2,1	3,0	2,1	2,5
<b>O<sub>3</sub></b>	AOT 40 Maggio-Luglio (µg/m <sup>3</sup> )	Acropoli	14.111	20.866	17.163	19.793	16.660	24.952	7.178	21.996	22.272	14.922	18.133	13.697
		Casa Stabbi	---	---	---	---	---	---	---	22.051	26.195	15.537	23.223	15.861
<b>O<sub>3</sub></b>	Massima concentrazione media oraria ( µg/m <sup>3</sup> )	Acropoli	177	165	173	166	172	177	146	196	210	161	168	155
		Casa Stabbi	---	---	---	---	---	---	---	171	208	174	170	160
<b>PM<sub>10</sub></b>	concentrazione media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	P. Repubblica	20	19	24	20	20	30	38	31	28	33	32	30
		Via Fiorentina	--	--	--	--	--	--	29	31	32	31	33	30
		Casa Stabbi	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12	11
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	concentrazione media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	P. Repubblica	---	---	5,6	4,6	3,9	4,4	4,5	5,4	5,1	4,4	3,8	5,7
		Via Fiorentina	---	---	---	4,3	3,7	3,7	3,7	2,7	5,2	3,2	2,1	5,0
		Acropoli	---	---	---	2,9	1,4	2,5	2,6	3,1	2,8	2,6	1,9	4,3
		P.za Grande	---	---	---	3,6	1,8	2,6	2,8	--	4,8	2,7	2,5	5,4
		Zona Tortaia	---	---	---	3,5	2,2	3,0	3,1	--	6,1	3,3	2,8	4,8

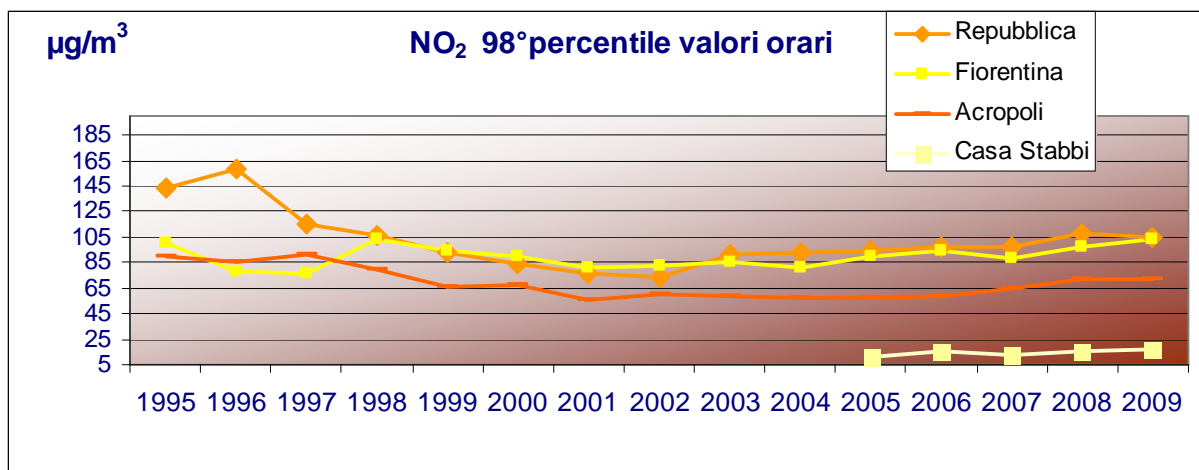


## Elaborati grafici relativi agli andamenti delle concentrazioni nel periodo:

### 1995– 2009

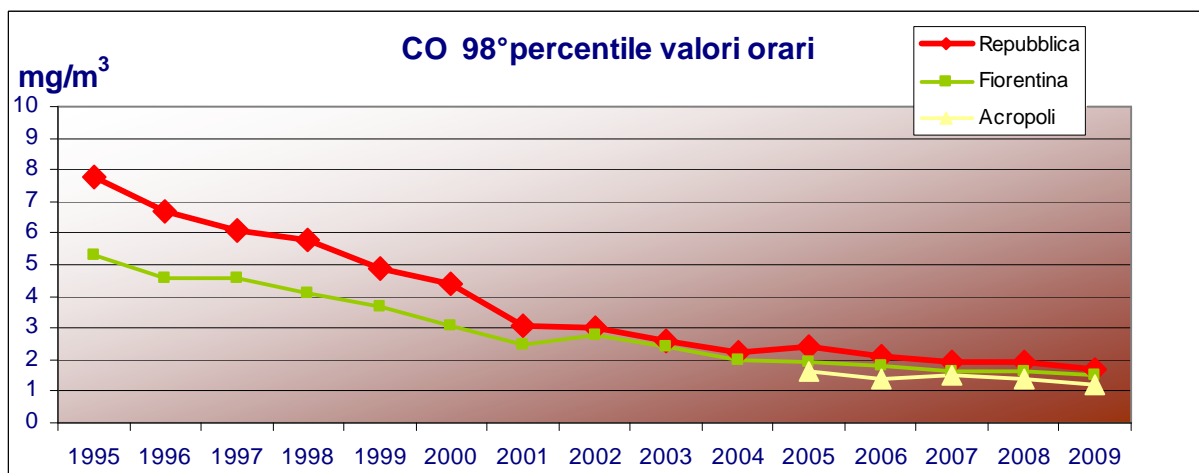
Allo scopo di evidenziare i trend delle concentrazioni rilevate nel periodo di osservazione compreso dall'anno '95 all'anno '09, sono stati prescelti gli indicatori statistici del 98° percentile e della media annuale; tali parametri rappresentano un elemento descrittivo molto significativo in merito alla distribuzione ed all'andamento delle concentrazioni rilevate.

Grafico 5.4.1 andamenti annuali 98° percentile biossido di azoto



Gli andamenti del biossido di azoto mettono in evidenza una riduzione dei valori dell'indicatore a partire dai primi anni '90, tale tendenza si interrompe nell'anno 2001 con valori stabili fino all'anno 2003 per risalire nell'ultimo periodo dal 2005 al 2008. L'anno 2008 registra nell'area urbana un incremento uniforme di circa il 10 % rispetto all'anno precedente. Nell'anno 2009 è registrato per la prevalenza delle stazioni di misura una sostanziale stabilità dei valori rispetto all'anno precedente. L'evoluzione dei livelli dell'indice, mette inoltre in evidenza un notevole scarto iniziale tra la stazioni di traffico di P.za della Repubblica e di Via Fiorentina, che a partire dall'anno 1997, si riduce progressivamente uniformando le concentrazioni. Il trend della stazione di misura rurale fondo di Casa Stabbi risulta stabile.

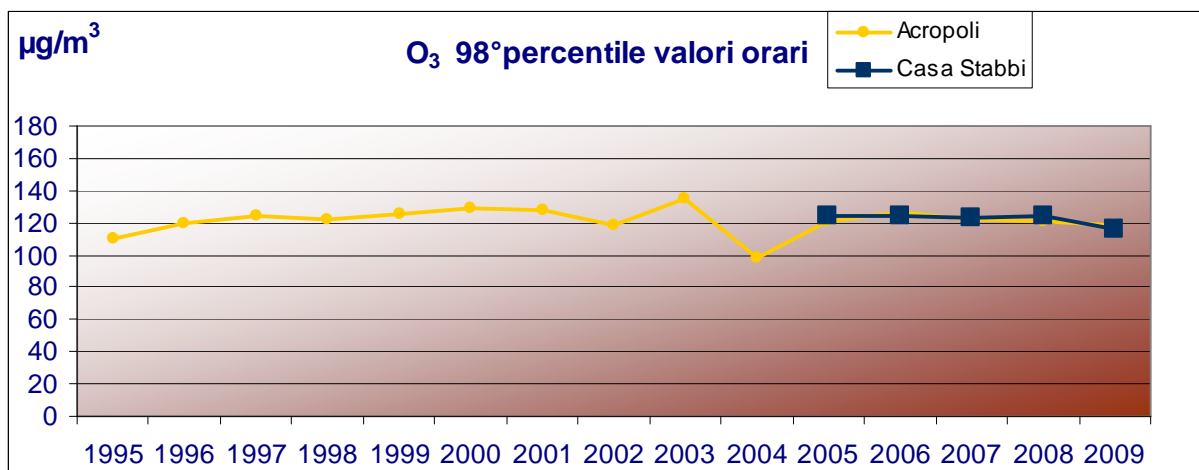
Grafico 5.4.2 andamenti annuali 98° percentile monossido di carbonio



Il periodo di osservazione esaminato mette in evidenza un andamento al ribasso dei livelli di concentrazione di monossido di carbonio per le stazioni dell'area urbana fino all'anno 2006, nel biennio 2007-2008 si registra una stabilità dei valori dell'indicatore, che subisce nell'anno 2009 un decremento medio del 12 %.

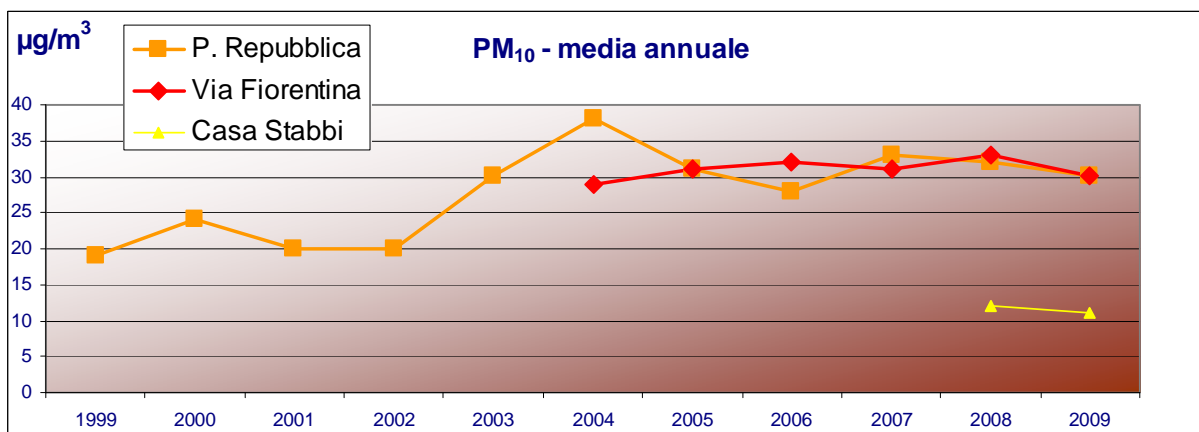


Grafico 5.4.3 andamenti annuali 98° percentile Ozono



Gli andamenti dell'indicatore 98° percentile hanno subito a partire dall'anno '95 andamenti caratterizzati da oscillazioni più o meno marcate subordinate alle variazioni delle condizioni meteorologiche del periodo estivo. Le tendenze dei valori dell'indicatore nel periodo '95-'02 evidenziano variazioni che descrivono un continuum contraddistinto da scarti modesti tra i valori degli indicatori annuali. Tale andamento si interrompe nell'anno '03 con brusche variazioni che si ripetono fino all'anno '05; a partire da questo anno si registrano nuovamente valori dell'indicatore essenzialmente stabili nel periodo 2005-2008. L'anno 2009 è caratterizzato da un lieve decremento dei valori dell'indicatore.

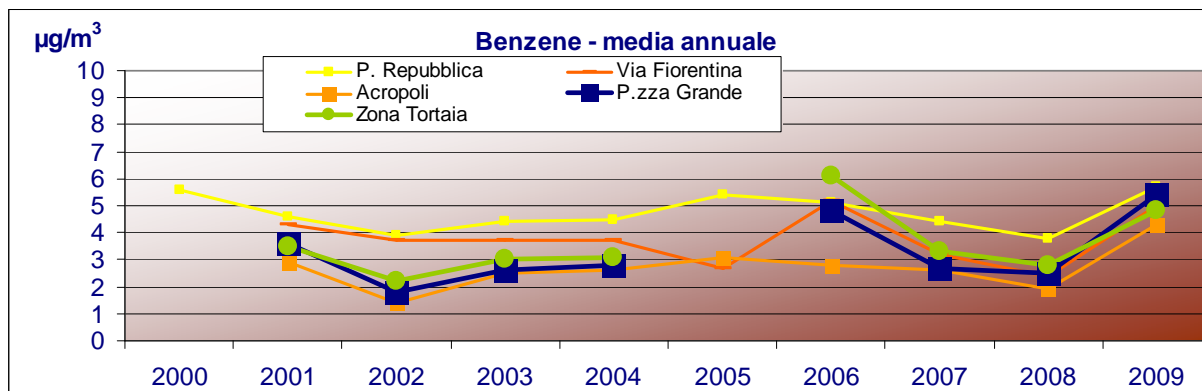
Grafico 5.4.4 andamenti media annuale Materiale Particolato PM10



Nel periodo 1999-2002, l'evoluzione dell'indicatore relativo alla media annuale mette in rilievo per la stazione di P.za della Repubblica, una sostanziale stazionarietà delle concentrazioni, questa situazione si interrompe nel biennio '03-'04 con un incremento dei livelli di concentrazione; a partire dall'anno '05 e fino all'anno successivo, si osserva un decremento fino al 36 % rispetto al valore massimo registrato nell'anno 2004. Nel periodo 2006 – 2009 i valori medi oscillano attorno al valore di 30 µg/m³. Relativamente alla stazione di misura di Via Fiorentina, nel periodo '04-'08, gli andamenti dell'indicatore equivalgono quelli del triennio 2006-2008 di P.za Repubblica. A prescindere dall'anno 2004, nel quale i livelli tra le due stazioni dell'area urbana sono significativamente diversi, i valori del periodo 2005-2009 mettono in evidenza una sostanziale omogeneità delle concentrazioni di questo agente inquinante. I valori del biennio 2008-2009 dell'indicatore annuale relativo alla stazione rurale - fondo di Casa Stabbi, sostanzialmente stabili, si assestano su livelli pari a 1/3 rispetto all'area urbana.



Grafico 5.4.5 andamenti media annuale  $C_6H_6$  - Benzene



Nel periodo 2000-2004 gli andamenti delle postazioni sono sovrapponibili; si rileva una tendenza al ribasso dell'indicatore nel triennio 2000-2002 ed un lieve incremento nel biennio 2003-2004. L'anno 2005 è caratterizzato da andamenti differenti nel quale coesistono incrementi (P.za Repubblica ed Acropoli) e decrementi (Via Fiorentina). Nel triennio 2006-2008 è registrata la tendenza generalizzata al ribasso dell'indicatore fino a raggiungere, per alcune postazioni (P.za Repubblica e Via Fiorentina) i valori più bassi dell'intero arco temporale esaminato. L'anno 2009 è contraddistinto da un incremento generalizzato dell'indicatore mediamente del 47 %.

## 6. SITUAZIONE RISPETTO AI VALORE LIMITE

### 6.1 Monossido di Carbonio

Confronto con il valore limite

I valori dell'indicatore riguardante la media mobile di otto ore massima giornaliera, si assestano su livelli nettamente inferiori al relativo valore limite. Le concentrazioni raggiunte nell'anno 2009, inferiori fino al 72 % del valore limite, mettono in evidenza una situazione di piena coerenza al valore limite. In relazione ai valori registrati nell'anno precedente si evidenzia una dicotomia degli andamenti, caratterizzata da un lato all'incremento dei livelli per alcune stazioni di misura (P.za Repubblica ed Acropoli) e dall'altro da una riduzione nella stazione di Via Fiorentina. Si ritiene che questa tendenza sia da attribuire a situazioni di microscala della stazione di misura di Via Fiorentina che sarà tenuta sotto osservazione nell'anno 2010.

### 6.2 Biossido di Azoto

Confronto con il valore limite

Il contesto dell'area urbana mette in rilievo una situazione negativa per le stazioni di misura interessate direttamente dai flussi veicolari: la stazione di misura di P.za Repubblica presenta il superamento dell'indicatore relativo alla media annuale; il valore registrato è superiore del 15 % rispetto al valore limite a regime nell'anno 2010. L'altra stazione da traffico di Via Fiorentina registra 1 caso di superamento del valore limite (a regime nell'anno 2010) della media oraria (alle ore 18 del giorno 20 novembre 2009 valore di  $205 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ); in merito a questo indicatore la normativa ammette 18 casi di superamento del valore limite all'anno. Sempre in ambito delle stazioni da traffico, i valori dei restanti indicatori (media annuale stazione Via Fiorentina e valore massimo orario stazione P.za Repubblica) si collocano su livelli di concentrazione poco inferiore al rispettivo valore limite.

Le stazioni di misura di fondo di Acropoli (urbana) e di Casa Stabbi (rurale) rispettano i valori limite di entrambi gli indicatori, con scarti significativamente diversi.



Questo quadro evidenzia una criticità nelle stazioni di misura traffico, le quali tuttavia sono meno rappresentative dell'esposizione della popolazione a questo agente inquinante. Le stazioni di fondo esprimono una valutazione positiva giacché nella stazione urbana di Acropoli, sono registrati livelli poco superiori alla metà del valore limite, ed in quella rurale di Casa Stabbi sono presenti livelli sostanzialmente stabili, 5 volte inferiori al valore limite. In relazione ai valori degli indicatori elaborati nell'anno precedente si ravvisa complessivamente una sostanziale stabilità dei valori di concentrazione.

In merito agli ossidi di azoto NO<sub>x</sub> espressi come NO<sub>2</sub>, l'indicatore della media annuale, finalizzato alla protezione della vegetazione, è largamente coerente al rispettivo valore limite nella stazione rurale di fondo di interesse regionale di Casa Stabbi, per il quale detto valore limite ha valenza. Per questa stazione di misura i livelli non hanno subito variazioni di rilievo dalla messa in esercizio della stazione di misura medesima.

### 6.3 Materiale Particolato PM10

#### Confronto con il valore limite

La stazione urbana traffico di Via Fiorentina, presenta una situazione negativa in relazione ai 36 casi di superamento del Valore Limite della media giornaliera, che superano di poco i casi ammessi dalla normativa. I superamenti si sono verificati nei mesi di novembre (28 %), gennaio e febbraio (22 %), dicembre (14 %), marzo, ottobre e maggio (6 %). Il valore medio giornaliero che occupa la 36<sup>a</sup> posizione in una scala decrescente di tutti i valori di concentrazione ottenuti nell'arco dell'anno solare corrisponde ad un valore di pochissimo superiore al valore limite (51 µg/m<sup>3</sup>). Sotto il profilo cronologico, il 36° caso di superamento del valore limite della media giornaliera si è verificato praticamente alla fine dell'anno (21/12/2009).

In relazione ai casi di superamento registrati nell'anno 2008, si osserva un decremento significativo nell'anno in esame pari al 22 %, tale decremento non ha riguardato i valori della media annuale, la quale presenta valori sostanzialmente stabili a partire dall'anno 2005. Si ritiene che questa situazione sia da attribuire probabilmente alle particolari condizioni socio-economiche e meteorologiche dell'anno 2009. Per quanto riguarda la meteorologia, si ritiene che abbia avuto un ruolo meno importante rispetto all'anno precedente, poiché nella stagione invernale, che rappresenta il periodo nel quale si verificano maggiormente i casi di superamento del valore limite della media giornaliera (presenza delle condizioni di stabilità atmosferica responsabile dei fenomeni di accumulo degli inquinanti al suolo), si sono verificati numerosi eventi piovoschi, ma di intensità minore rispetto al 2008; ciononostante i superamenti del valore limite della media giornaliera erano stati più elevati nell'anno 2008 (44 superamenti + 18 % rispetto all'anno 2009) che nell'anno 2009.

L'altro indicatore, riguardante la media annuale, in relazione al Valore Limite (fase 1 dell'allegato III al DM 60/02, in applicazione della Direttiva 2008/50/CE del 11/6/2008), presenta livelli stabili attorno all'80 % del valore limite.

#### Verifica di conformità al valore limite

I valori degli indicatori di materiale particolato PM10 relativi alla tutela della salute umana monitorati dalle stazioni di misura di P.za Repubblica e Casa Stabbi, appartenenti alla rete regionale di PM10 sono conformi al relativo valore limite.

In merito all'indicatore della media giornaliera, per la stazione urbana traffico di P.za Repubblica, ubicata in prossimità della strada urbana a maggiori flussi veicolari, sono registrati 15 casi di superamento del valore limite distribuiti nei mesi di novembre (53 %), gennaio e dicembre (13 %), febbraio, aprile e maggio (7 %).

Il valore medio giornaliero che occupa la 36<sup>a</sup> posizione in una scala decrescente di tutti i valori di concentrazione ottenuti nell'arco dell'anno solare pari a 44 µg/m<sup>3</sup>, è poco inferiore al relativo valore limite.





Rispetto ai casi di superamento del valore limite della media giornaliera registrati nell'anno precedente, si riscontra una sostanziale stabilità della situazione. Questo andamento concorda con i trend dell'altro indicatore relativo alla media annuale il quale presenta un trend stabile dall'anno 2005 distribuendosi su livelli di concentrazione attorno all'80 % del valore limite.

La stazione rurale di fondo di Casa Stabbi, ubicata nell'oasi faunistica dell'Alpe di Catenaia, non presenta casi di superamento del media giornaliera (la media giornaliera massima registrata è inferiore del 38 % rispetto al limite); il valore medio giornaliero che occupa la 36ª posizione in una scala decrescente di tutti i valori di concentrazione ottenuti nell'arco dell'anno solare, corrisponde a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , questo livello risulta notevolmente inferiore al relativo valore limite (- 58 %). L'indicatore relativo alla media annuale registra un valore modesto inferiore del 70 % rispetto al valore limite. Il quadro fornito dai valori degli indicatori mette in evidenza un contesto di stabilità nel biennio di esercizio dell'analizzatore che esprime in maniera significativa il livello di fondo regionale.

#### 6.4 Benzene

##### Confronto con il valore limite

Il benzene presenta nell'area urbana valori dell'indicatore relativo alla tutela della salute umana (media annuale) una situazione contraddistinta, da un lato da valori superiori al valore limite e dall'altro da valori coincidenti o poco inferiori al valore limite a regime nell'anno 2010. Il superamento del valore limite è stato registrato nelle postazioni di misura di P.za Repubblica e di P.za Grande. Queste due stazioni sono caratterizzate da fonti di emissioni significativamente diverse (urbana-traffico ed urbana-fondo); è da ritenere che l'elevato livello registrato nella postazione di P.za Grande ubicata nel centro storico regolamentato da ZTL, sia da attribuire a condizioni di microscala avvenute nell'anno in corso. L'altra postazione da traffico di Via Fiorentina registra un valore dell'indicatore coincidente con il valore limite, le postazioni di fondo urbano di Tortaia ed Acropoli presentano valori poco inferiori al limite. Nell'anno 2009 il benzene registra un incremento rispetto all'anno 2008 in tutta l'area monitorata.

#### 6.5 Ozono

##### Confronto con il valore limite

Nella stazione di fondo urbana di Acropoli è stato superato il valore bersaglio per la protezione della salute umana (media mobile di otto ore massima giornaliera); nell'anno 2009 sono stati registrati 43 casi di superamento relativi al valore bersaglio, distribuiti su 8 giorni del periodo estivo. In relazione alle disposizioni definite dalla normativa che disciplina l'ozono, che permette il superamento dell'indicatore relativo alla media su 8 ore massima giornaliera per 25 giorni (come media di 3 anni), la media dei giorni di superamento riferita al triennio 2007-2009, corrispondente a 16 giorni, è coerente ai casi massimi ammessi. Se consideriamo i superamenti del solo anno 2009, in relazione ai giorni di superamento registrati nell'anno precedente, si riscontra un decremento significativo.

Non sono stati registrati casi di superamento della soglia di informazione e di allarme; il valore massimo orario si attesta su valori pari al 75 % del livello di informazione ( $155 \mu\text{g}/\text{m}^3$  il giorno 31 luglio alle ore 12).



Per quanto attiene i valori bersaglio relativi alla protezione della vegetazione (AOT40 da maggio a luglio) e di protezione delle foreste (AOT40 da aprile a settembre) che hanno valenza per le stazioni suburbane, rurali, rurali di fondo e che pertanto hanno solo valore informativo per la stazione di misura di Acropoli si rileva che:

- il valore dell' AOT40 da maggio a luglio relativo alla media di 5 anni è leggermente superiore al relativo valore limite;
- l'indicatore riguardante la protezione delle foreste (AOT40 da aprile a settembre) è stato superato ampiamente.

La media annuale relativa all'indice di degrado dei beni materiali presenta un valore di poco superiore al limite. I valori degli indicatori elaborati per questa stazione non si discostano in modo significativo da quelli elaborati nell'anno precedente.

#### Verifica di conformità al valore limite

Come peraltro già riscontrato nel triennio precedente, la stazione rurale di fondo di Casa Stabbi, appartenente alla rete regionale di ozono, presenta un duplice contesto contraddistinto da situazioni contrapposte: da un lato vi è conformità all'indicatore relativo al valore bersaglio per la protezione della salute umana e dall'altro vi è difformità ai valori bersaglio definiti per la tutela della vegetazione e delle foreste.

Indicatori di protezione della salute: nell'anno 2009 sono stati registrati 44 casi di superamento relativi all'indicatore della media mobile di 8 ore distribuiti su 7 giorni del periodo estivo. La media dei giorni di superamento dell'indicatore della media su 8 ore massima giornaliera, riferita al triennio 2007-2009, è coerente ai criteri definiti dalla legislazione poiché i 17 giorni riscontrati sono inferiori ai casi massimi ammessi (25 giorni come media di 3 anni). In relazione ai giorni di superamento registrati nell'anno precedente, l'anno 2009 presenta un netto decremento dei giorni con casi di superamento del valore bersaglio.

Non sono stati registrati casi di superamento della soglia di informazione e di allarme; il valore massimo orario si attesta tuttavia su valori prossimi al livello di informazione ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  il giorno 31 luglio alle ore 16).

Per quanto attiene gli indicatori relativi ai valori di protezione della vegetazione (valori bersaglio), delle foreste e dei beni materiali, si riscontra una generalizzata difformità dei valori limite:

- l'indice relativo alla protezione della vegetazione, rappresentato dell'AOT40 da maggio a luglio come media di 5 anni (2005-2009), che ha valenza per la stazione di misura in oggetto, è superiore di circa il 14 % del relativo valore limite;
- l'indicatore riguardante la protezione delle foreste rappresentato dell'AOT40 da aprile a settembre è stato superato ampiamente, (+ 35 %);
- la media annuale relativa all'indice di degrado dei beni materiali presenta un valore di superiore al limite (+ 70 %). Questo è dovuto ai livelli di fondo più elevati che caratterizzano la stazione anche nel periodo invernale, a causa della presenza di bassi livelli di inquinanti primari ( $\text{NO}_x$ , THC) che con l'ozono dell'aria ambiente reagiscono nelle reazioni secondarie di formazione degli inquinanti fotochimici.

Rispetto all'anno precedente, si rileva un decremento significativo dell'indicatore dell'AOT40 da aprile a settembre per la protezione delle foreste ed una sostanziale stabilità dell'AOT40 da maggio a giugno per la protezione della vegetazione e dell'indice di degrado dei beni materiali.





## 7. CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE E FINALI

I dati dell'anno 2009, valutati in relazione all'andamento degli anni precedenti nonché agli obiettivi relativi all'anno 2010, anno in cui andranno a regime tutti i valori limite definiti dalla normativa che disciplina la qualità dell'aria (DM 60/2002), mettono in rilievo il seguente quadro di sintesi:

nell'area urbana di Arezzo, in particolare nelle zone interessate maggiormente dai flussi veicolari, è riscontrata una forte criticità dovuta al superamento dei seguenti indicatori finalizzati alla protezione della salute umana:

- biossido di azoto media annuale;
- PM10 numero superamenti nell'anno civile della media giornaliera;
- benzene media annuale.

L'elemento positivo dell'anno 2009, riguardante la riduzione del numero di superamenti della media giornaliera di PM10, non è tuttavia accompagnato da una corrispondente tendenza per l'indicatore della media annuale, il quale resta stazionario. Il contesto presenta anche un elemento peggiorativo rappresentato dall'incremento dei valori riguardanti l'indicatore della media annuale di benzene, nel quale in due postazioni supera il relativo valore limite. La distribuzione spaziale dei livelli più critici degli agenti inquinanti riguarda sostanzialmente le zone dell'area urbana caratterizzate da maggiori flussi veicolari, essa concorda con la struttura della mobilità urbana contraddistinta, relativamente alle autovetture, da 220.000 spostamenti al giorno.

La stazione di fondo dell'area urbana di Arezzo, rappresentativa del livello di esposizione della popolazione, registra livelli buoni conformi ai limiti.

La situazione per l'ozono mette in rilievo superamenti degli indicatori di protezione della salute umana rispetto **agli obiettivi a lungo termine** stabiliti dal D.Lgs 183/2004 sia nell'area urbana sia in quella rurale di fondo (Casa Stabbi-Catenaia), dove in questo caso sono difforni anche gli indici relativi ai valori bersaglio per la protezione della vegetazione e gli indici di protezione delle foreste.

E' da ritenere che la riduzione significativa del numero di superamenti del valore limite dell'indicatore della media giornaliera di PM10 nella stazione di misura di Via Fiorentina, sia da attribuire sostanzialmente a condizioni socioeconomiche e meteorologiche. Se si analizza tuttavia da un lato la principale fonte di emissione dell'area urbana, quale il traffico veicolare e dall'altro i sistemi alternativi di trasporto che possono controbilanciare la domanda di mobilità e contribuire alla riduzione dei flussi veicolari all'interno dell'area urbana si assiste ad un progressivo incremento del numero di autovetture (+ 1,8 % nell'anno 2008 rispetto al 2006 – Dati ACI Arezzo) e dall'altro da una progressiva riduzione del numero di passeggeri che usufruiscono dei trasporti pubblici locali (- 3,3 % nell'anno 2009 rispetto all'anno precedente). Per quanto attiene le autovetture è da considerare inoltre che il parco veicolare ha subito un rinnovamento caratterizzato da un decremento delle vetture motorizzate Euro 0 (decremento più significativo per le autovetture alimentate a benzina pari al - 25 %) ed un incremento delle Euro 4 (incremento più rilevante per le autovetture alimentate a benzina-gpl per un + 80 % e per le autovetture alimentate a benzina-metano per un + 74 %). Da questo contesto, nel quale va comunque considerato per il parco veicolare l'evidente aspetto positivo legato alla riduzione significativa delle autovetture motorizzate Euro 0, la situazione relativa all'aria ambiente non ha tratto benefici sostanziali giacché persistono nel tempo, con variazioni dipendenti dalle condizioni meteorologiche dell'anno valutato, le situazioni di diffornità rispetto al valore limite per alcuni inquinanti rappresentativi come il PM10 e l'NO<sub>2</sub> con l'aggiunta periodica di altri agenti inquinanti come ad esempio, per il 2009 del benzene. Il fatto che questo contesto si riferisca a zone direttamente influenzate dai flussi veicolari e pertanto marginalmente rappresentativo dell'effettiva esposizione della popolazione, non significa che debba essere svalutato poiché rappresenta un elemento tangibile della necessità della revisione complessiva della mobilità urbana.



## 2<sup>A</sup> SEZIONE

### 1. STRUMENTI E METODI

#### 1.1 Analizzatori automatici

La strumentazione automatica appartenente alla rete di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo è mostrata nella tabella sottostante:

tabella 1.1 strumentazione automatica rete di Arezzo

Inquinante	Marca Modello	Principio Misura	Limite Rilevabilità	Precisione
O <sub>3</sub>	Monitor Labs ML 8810	Assorbimento UV-354	4 µg/m <sup>3</sup>	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 4 µg/m <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Thermo Electron TECO 49C	Assorbimento UV-354	0,2 ppb	1,0 ppb
NO <sub>x</sub>	Monitor Labs ML 8841	Chemiluminescenza	0,5 ppb	1,0 ppb
NO <sub>x</sub>	Thermo Electron TECO 42C	Chemiluminescenza	0,5 ppb	1,0 ppb
NO <sub>x</sub>	API 200E	Chemiluminescenza	0,04 ppb	0,5 % della lettura
CO	Monitor Labs ML 8830	Correlazione Infrarosso	0,2 mg/m <sup>3</sup>	dal 20 al 80 % del campo di misura +/- 0,2 µg/m <sup>3</sup>
CO	Thermo Electron TECO 48C	Correlazione Infrarosso	0,10 ppm	+/- 0,1 ppm
CO	API 300E	Correlazione Infrarosso	0,04 ppm	0,5 % della lettura
PM <sub>10</sub>	FAG Kugelfischer FH 62 I-N	Assorbimento raggi β	3 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup> (relativa a 2 misure dalla durata di 24 ore)
PM <sub>10</sub>	ENIRONNEMENT P101M	Assorbimento raggi β	0,5 µg/m <sup>3</sup>	ND
PM <sub>10</sub> /PM <sub>2,5</sub>	FAI Instruments SWAM 5a	Assorbimento raggi β	ND	15 µg
PM <sub>10</sub>	OPSIS SM 200	Assorbimento raggi β	2,5 µg/m <sup>3</sup>	14 µg (campionamento dalla durata di 24 ore)

Come già accennato in premessa, nell'ottica di attuare un'azione di rinnovamento del patrimonio strumentale della rete di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo, il Centro Operativo in accordo con la Provincia e con le linee di indirizzo previste dal Programma Operativo Regionale (P.O.R.) della Toscana finanziato con fondi dell'Unione Europea e della Provincia di Arezzo, ha provveduto presso la stazione urbana – traffico di P.za della Repubblica, appartenente alla rete regionale PM<sub>10</sub>, alla sostituzione (dal mese di novembre 2009) degli analizzatori di monossido di carbonio e biossido di azoto (provvisto del relativo sistema di calibrazione) in esercizio dall'anno 1992; contestualmente sempre in relazione agli indirizzi del P.O.R. è stato messo in servizio l'analizzatore bicanale di materiale particolato PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>.

#### 1.2 Campionatori passivi

Il monitoraggio del benzene è stato effettuato attraverso campagne discontinue manuali mediante campionatori passivi nell'area urbana del comune di Arezzo e nelle quattro vallate della provincia (postazioni di Bibbiena, Sansepolcro, Camucia e Montevarchi). Tale attività è stata realizzata a seguito di specifici contratti e convenzioni stipulate con la Provincia ed il Comune di Arezzo. Il piano di monitoraggio è stata articolato in campagne settimanali per ogni mese dell'anno civile per complessivi 12 campioni/annuo (84 giorni distribuiti uniformemente nell'anno) corrispondenti ad un periodo di copertura del 23 %. In relazione ai criteri riguardanti gli obiettivi di qualità dei dati definiti dall'allegato X del DM 60/2002 i dati ottenuti rientrano nelle misure indicative. L'indagine, è stata caratterizzata dal campionamento manuale con campionatori passivi e determinazione in laboratorio mediante metodo interno basato sulla tecnica analitica della gascromatografia FID (limite di rilevabilità = 1 µg/m<sup>3</sup>).



## 2. ELABORAZIONI INTEGRATIVE

### 2.1 Andamenti temporali

I grafici seguenti riportano, per ogni stazione di misura, l'andamento temporale dei valori medi mensili registrati nell'anno 2009, nonché i valori minimi e massimi per singolo inquinante (orari per NO<sub>2</sub>, CO ed O<sub>3</sub>, giornalieri per PM10). Poiché i valori relativi al benzene sono ottenuti con campionatori passivi, è riportato il solo valore medio.

#### P.za Repubblica

Grafico 2.1.1 valori mensili biossido di azoto

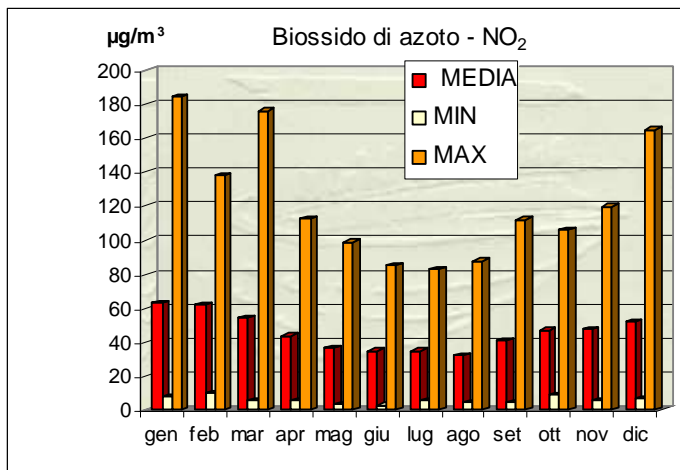


Grafico 2.1.2 valori mensili monossido di carbonio

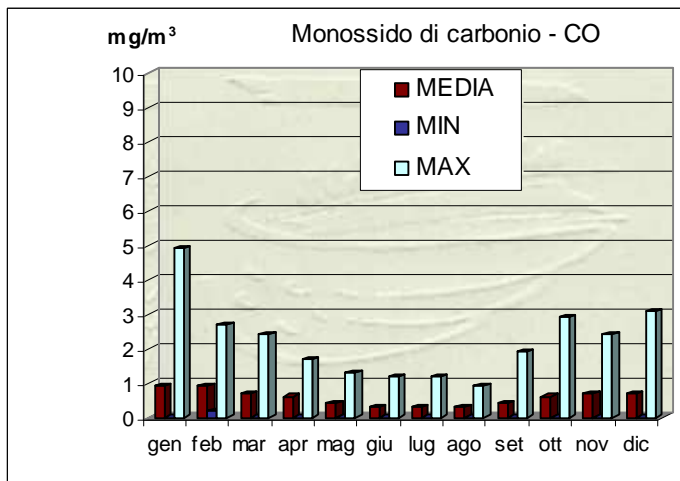


Grafico 2.1.3 valori mensili materiale particolato PM10

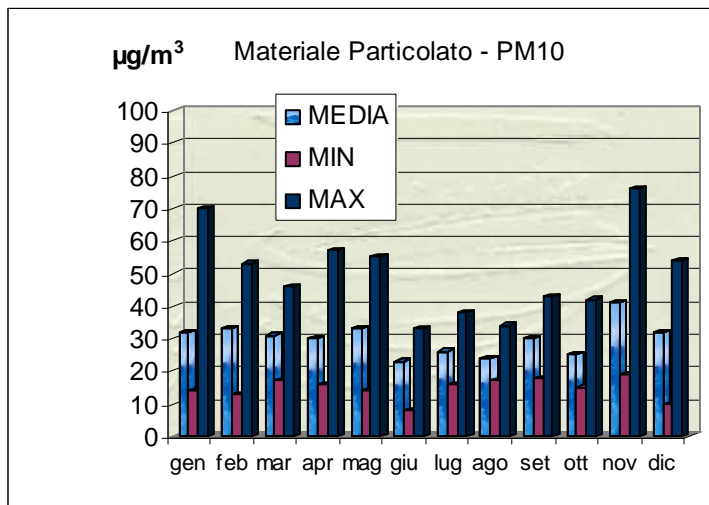
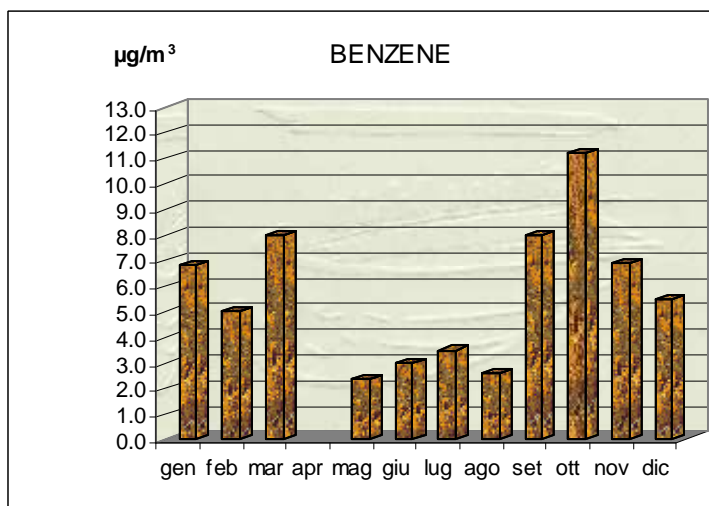


Grafico 2.1.4 valori mensili benzene



Gli andamenti dei livelli relativi alla stazione di misura in oggetto mettono in evidenza il caratteristico trend delle stazioni urbane da traffico, nel quale le variazioni tra livello massimo e media sono meno marcate rispetto alle stazioni di fondo. Il trend dei valori nel corso dell'anno, registra un andamento caratteristico nel quale le estremità (mesi invernali) sono caratterizzate dai valori più elevati ed il punto centrale di flesso, relativo ai mesi estivi, dai valori più bassi. Per il PM10, le variazioni tra i livelli medi di concentrazione dei mesi invernali e dei mesi estivi sono meno marcate; ciò è dovuto sostanzialmente alla presenza di un livello fondo consistente.



## Via Fiorentina

Grafico 2.1.5 valori mensili biossido di azoto

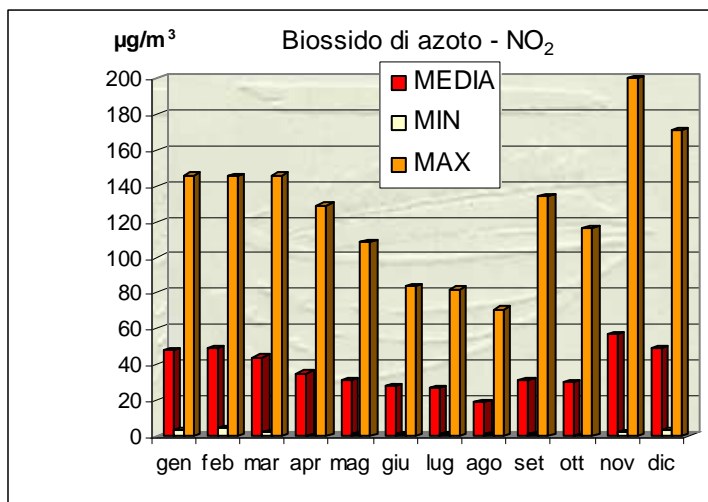


Grafico 2.1.6 valori mensili monossido di carbonio

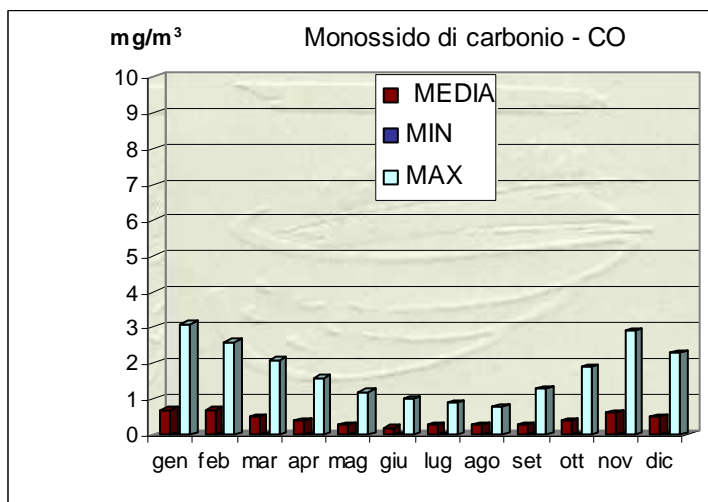
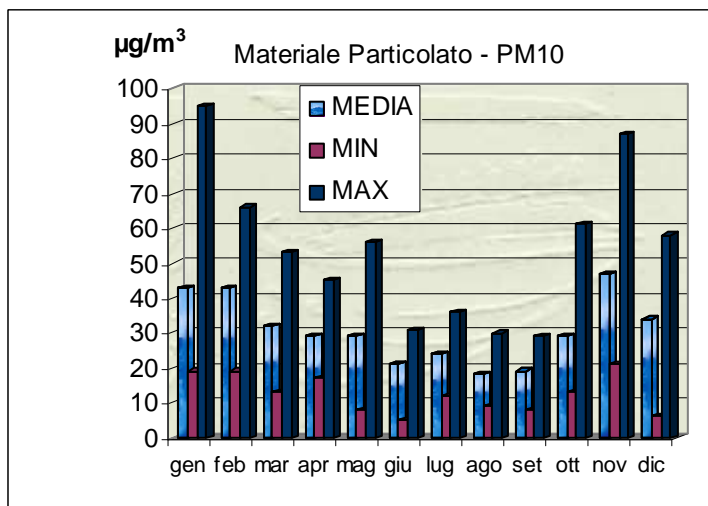
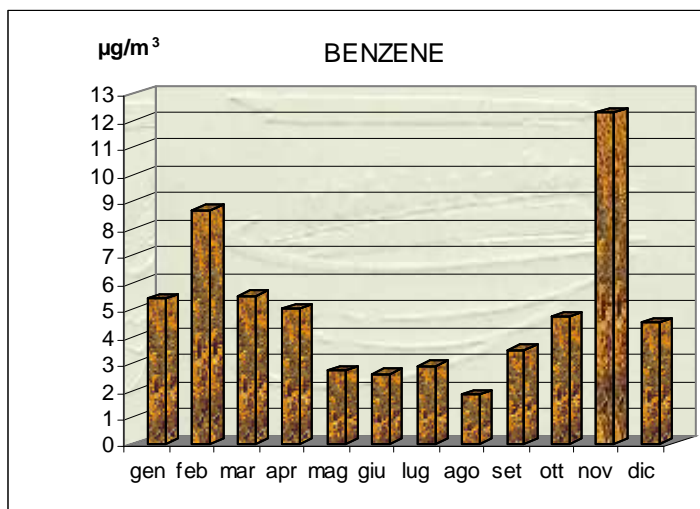


Grafico 2.1.7 valori mensili materiale particolato PM10





### Grafico 2.1.8 valori mensili benzene



Gli andamenti dei livelli medi mensili della stazione di Via Fiorentina sono simili a quelli della stazione di misura appartenente alla stessa tipologia (urbana-traffico) di P.za della Repubblica. Sono presenti tuttavia delle differenze riguardanti lo scarto più consistente tra valori massimi e valori medi, dovuto alla presenza di livelli di fondo più bassi e da livelli di picco più elevati della zona. Le evoluzioni temporali mettono in evidenza valori più elevati nei mesi di gennaio (monossido di carbonio e materiale particolato PM10) e novembre (biossido di azoto e benzene).

### Acropoli

### Grafico 2.1.9 valori mensili biossido di azoto

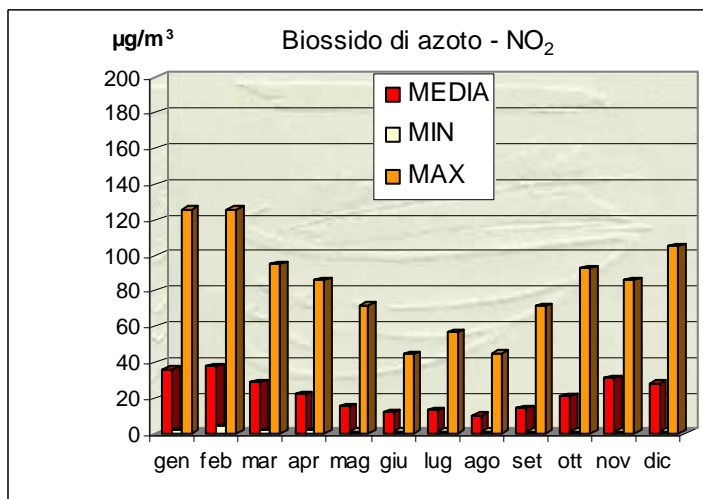




Grafico 2.1.10 valori mensili monossido di carbonio

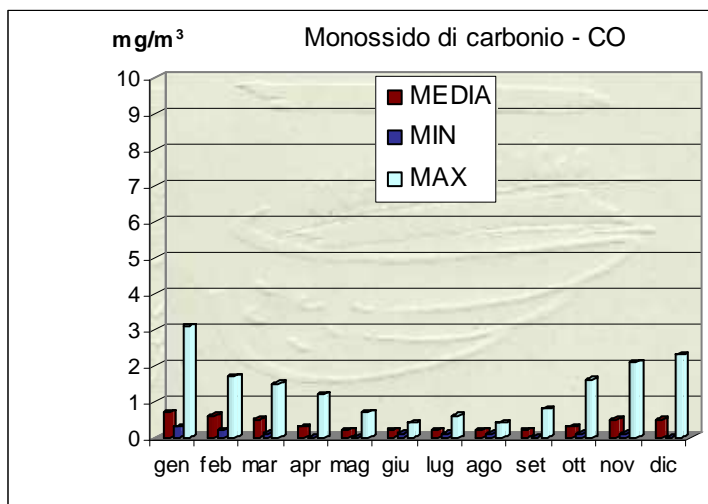


Grafico 2.1.11 valori mensili benzene

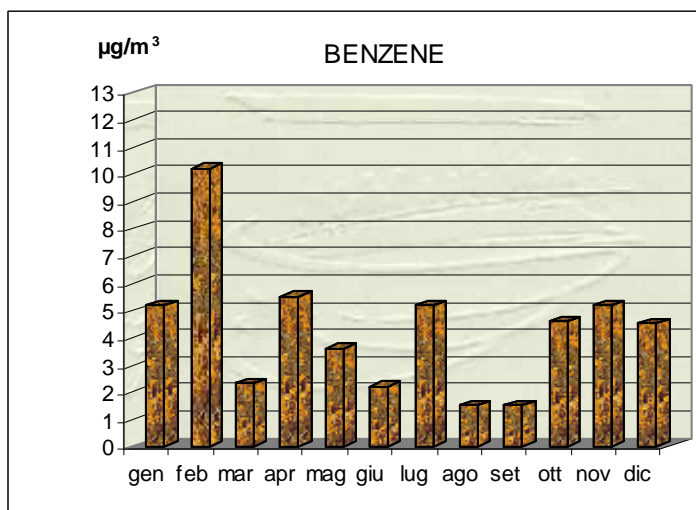
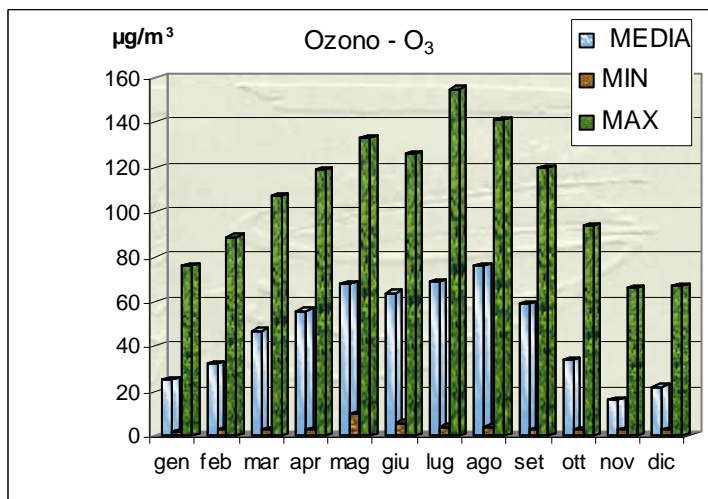


Grafico 2.1.12 valori mensili ozono





La stazione di misura di Acropoli presenta andamenti corrispondenti alle altre stazioni dell'area urbana, nel quale le concentrazioni più significative sono distribuite nei mesi invernali caratterizzati dalla presenza del fenomeno meteo dell'inversione termica responsabile dell'accumulo al suolo degli inquinanti. I livelli sono tuttavia più attenuati rispetto alle altre postazioni urbane giacché il contesto dell'aria ambiente non è interessato direttamente dalle sorgenti di emissione antropica. L'ozono presenta il tipico andamento a campana contraddistinto da livelli più elevati nei mesi estivi nel quale l'effetto catalitico della radiazione solare nelle reazioni di formazione dell'ozono ha maggior rilevanza.

## Casa Stabbi

Grafico 2.1.13 valori mensili biossido di azoto

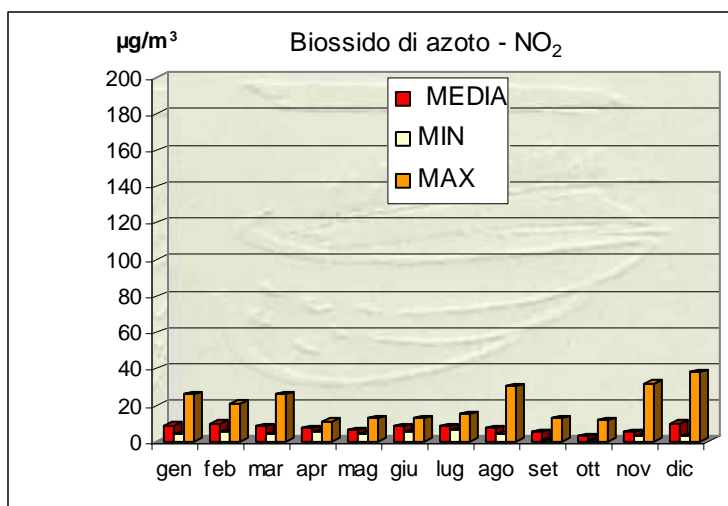


Grafico 2.1.14 valori mensili ozono

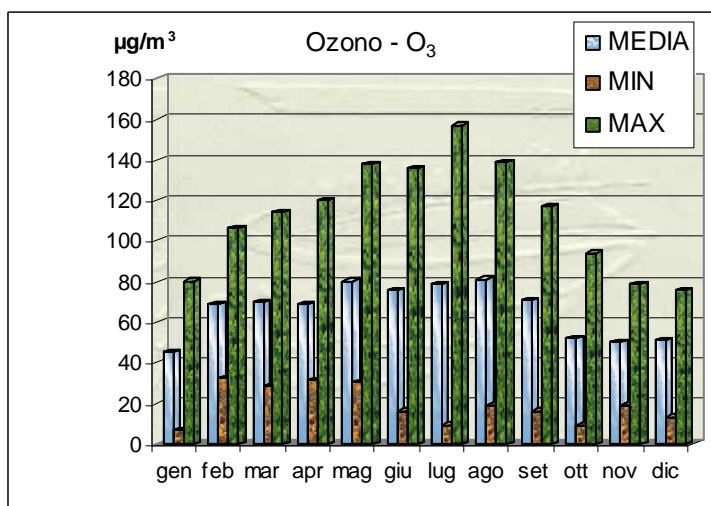
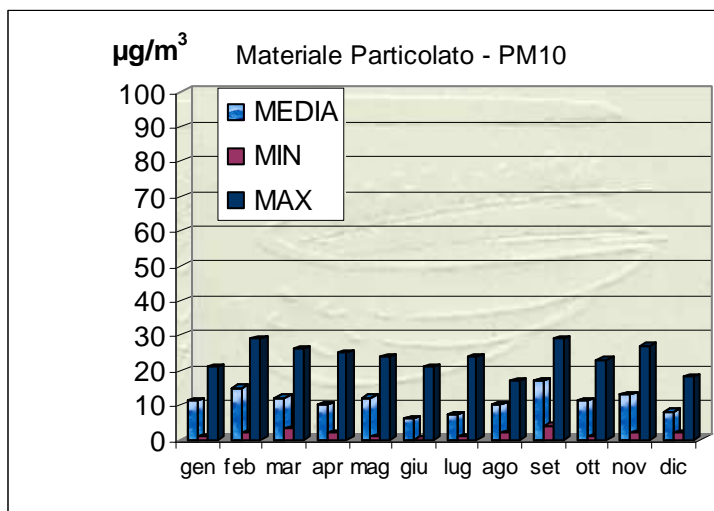




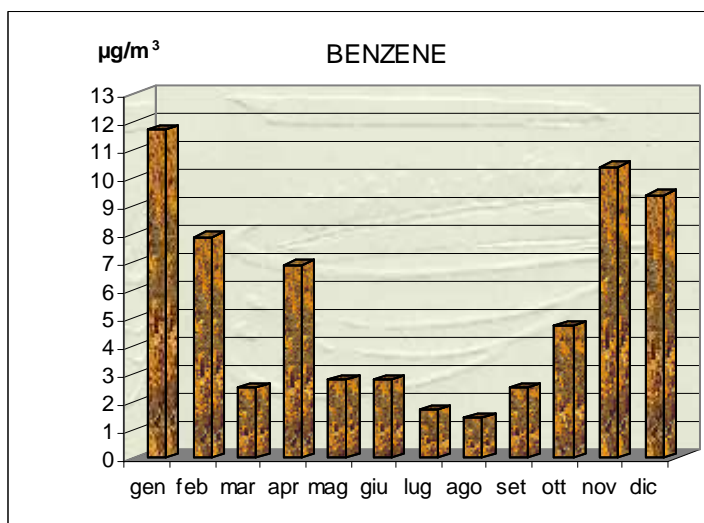
Grafico 2.1.15 valori mensili materiale particolato PM10



L'evoluzione dei livelli di ozono è riconducibile al tipico andamento a campana nel quale il livello massimo coincide con il periodo di massima insolazione; sono tuttavia ravvisabili peculiarità specifiche per questa stazione riguardanti variazioni contenute del valore medio mensile con scarti tra valore massimo e valore medio minori rispetto alla stazione urbana di Acropoli a causa del livello di fondo più elevato nella zona. Dagli andamenti di biossido di azoto sono contraddistinti in generale da bassi livelli; traspare un trend nel quale i valori più elevati ricorrono in prevalenza nei mesi invernali, in questi mesi lo scarto tra valori massimi e valori medi è significativo. Relativamente al materiale particolato PM10, gli andamenti descrivono variazioni dei livelli massimi giornalieri nell'intervallo 20 – 30 µg/m³ (i valori più elevati nei mesi di febbraio, settembre e novembre); per quanto riguarda i livelli medi mensili il trend si distribuisce su livelli sostanzialmente più uniformi.

## Piazza Grande

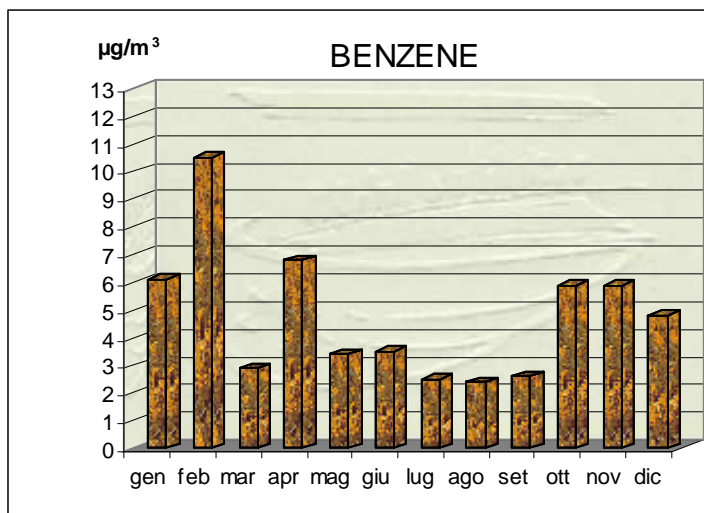
Grafico 2.1.16 valori mensili benzene





## Tortaia

Grafico 2.1.17 valori mensili benzene



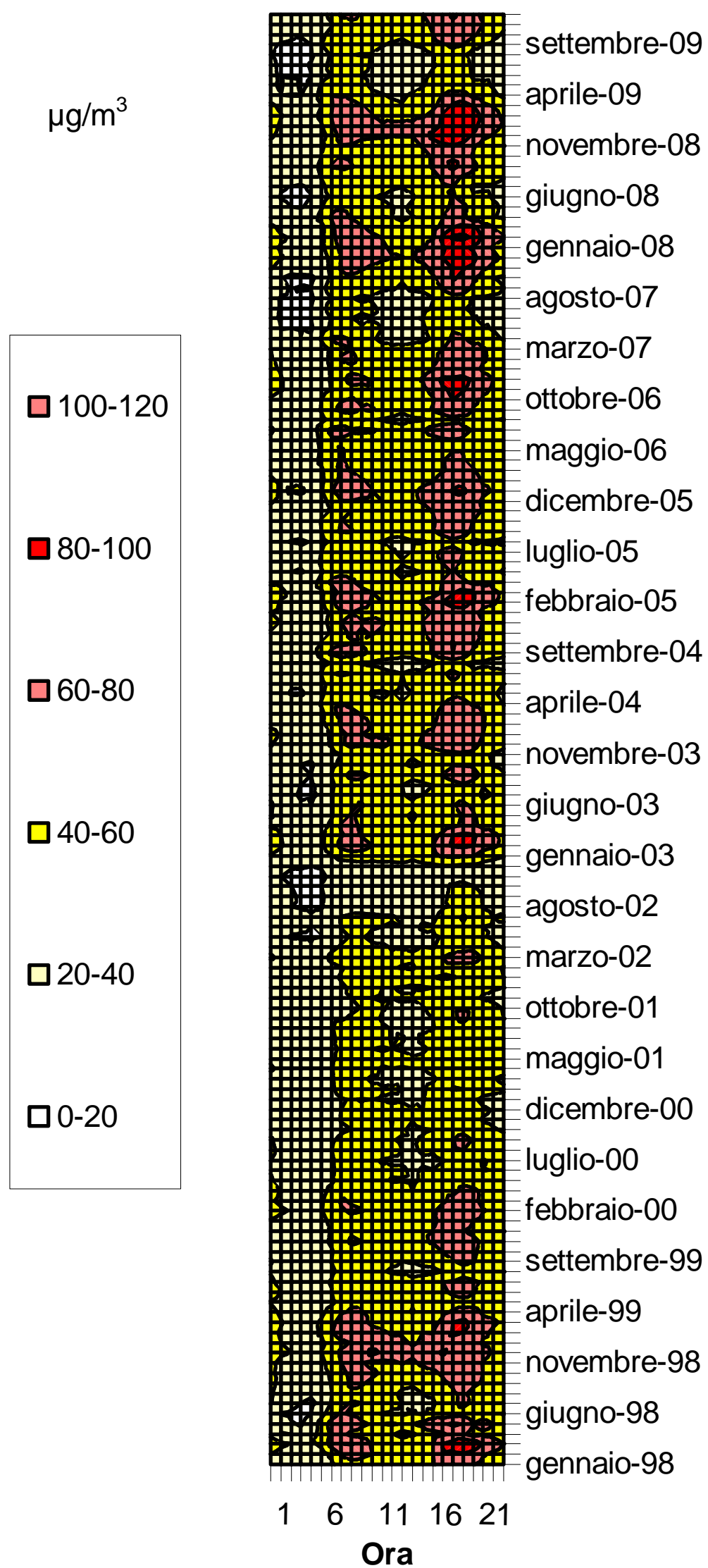
Gli andamenti mensili delle postazioni di Piazza Grande e Tortala ripresentano il caratteristico trend dell'area urbana, nel quale prevalgono i massimi livelli dei mesi invernali in relazione all'influenza del fenomeno meteo dell'inversione termica. Di particolare rilievo i valori mensili di gennaio, novembre e dicembre, nella postazione di P.za Grande nel quale sono registrati livelli di circa il doppio del valore limite previsto per la media annuale. Questa situazione è da attribuire a particolari condizioni di microscala della zona nell'anno esaminato. La postazione di Tortaia registra generalmente livelli mensili più bassi negli stessi mesi della stagione invernale ad esclusione del mese di febbraio nel quale è rilevato un valore medio mensile pari al doppio del valore limite definito per la media annuale.



## 2.2 Giorni tipo Tipo mensili 1998-2009

Stazione di misura di P.za della Repubblica

Grafico 2.2.1 giorno tipo mensile Biossido di Azoto





**Grafico 2.2.2 giorno tipo mensile Monossido di Carbonio**

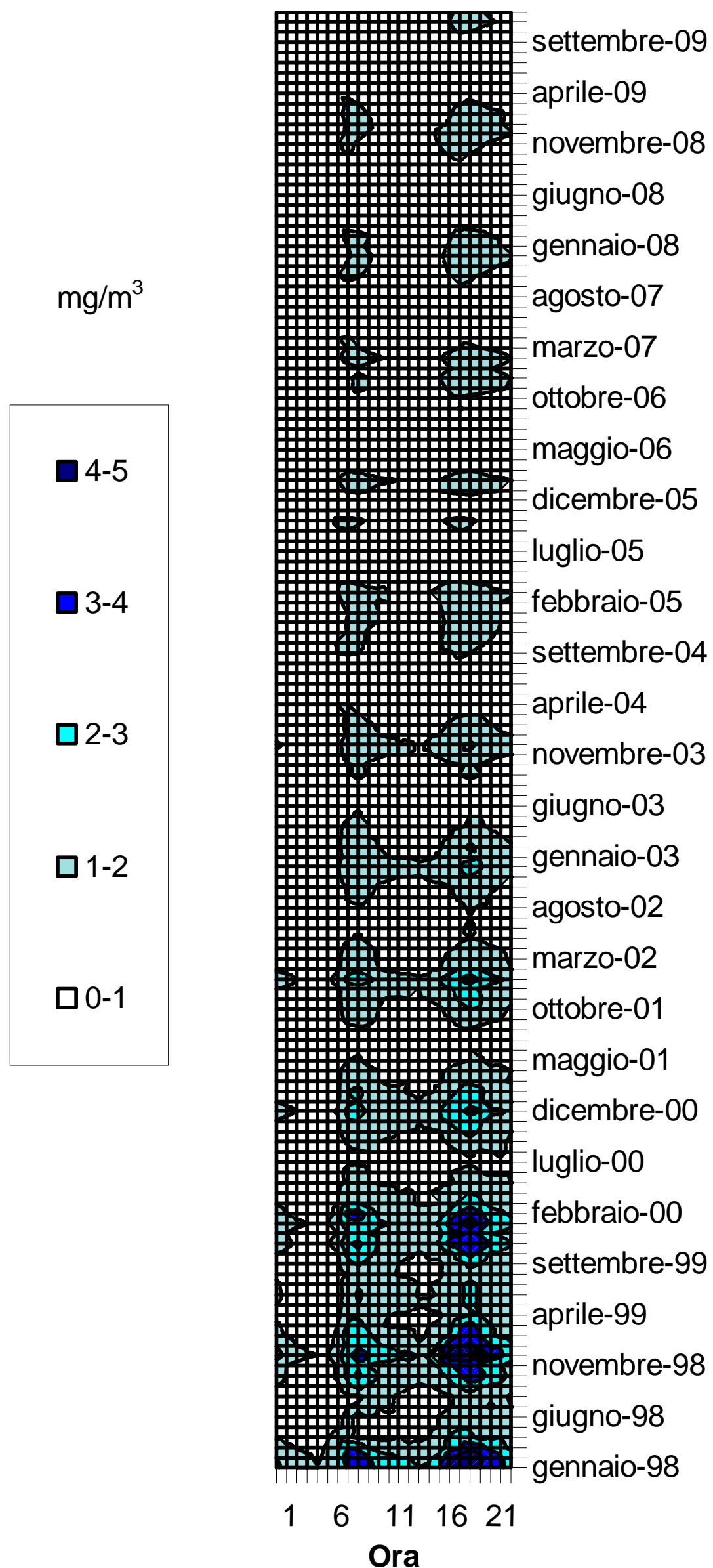
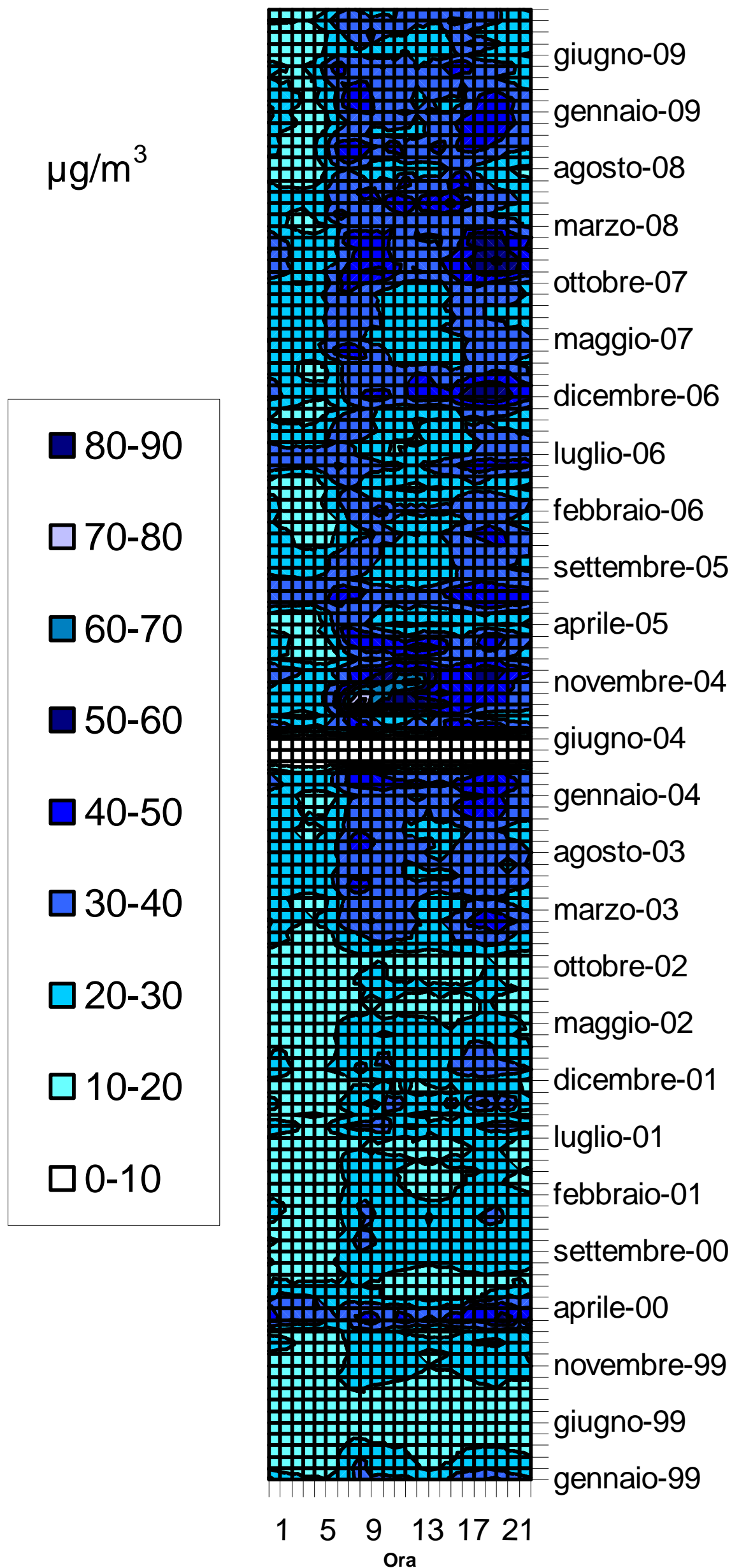




Grafico 2.2.3 giorno tipo mensile  $PM_{10}$



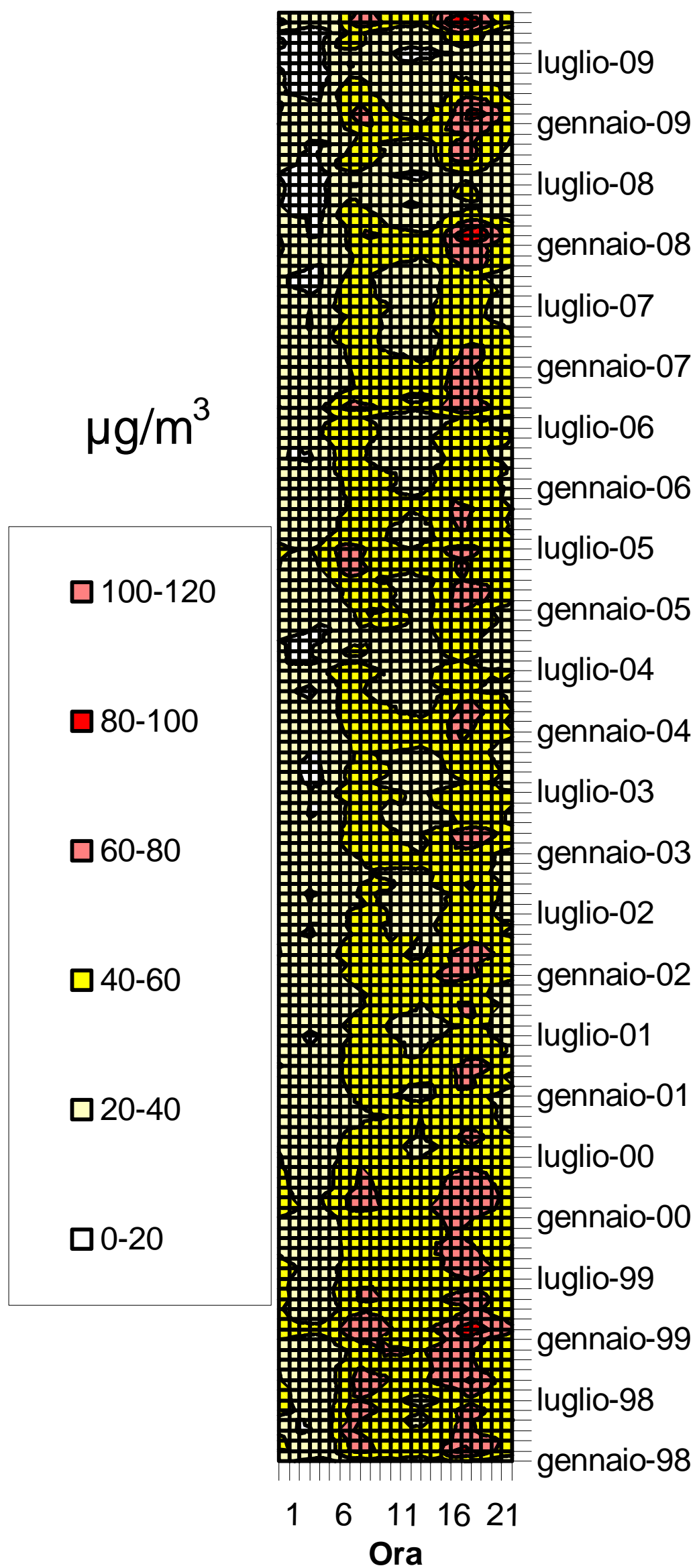
Le elaborazioni del giorno tipo mensile terminano con il mese di ottobre 2009, poiché successivamente è stato installato un analizzatore di materiale particolato bicanale ( $PM_{10}/PM_{2,5}$ ) che fornisce dati giornalieri e pertanto non è possibile effettuare elaborazioni con tempi di mediazione orari.





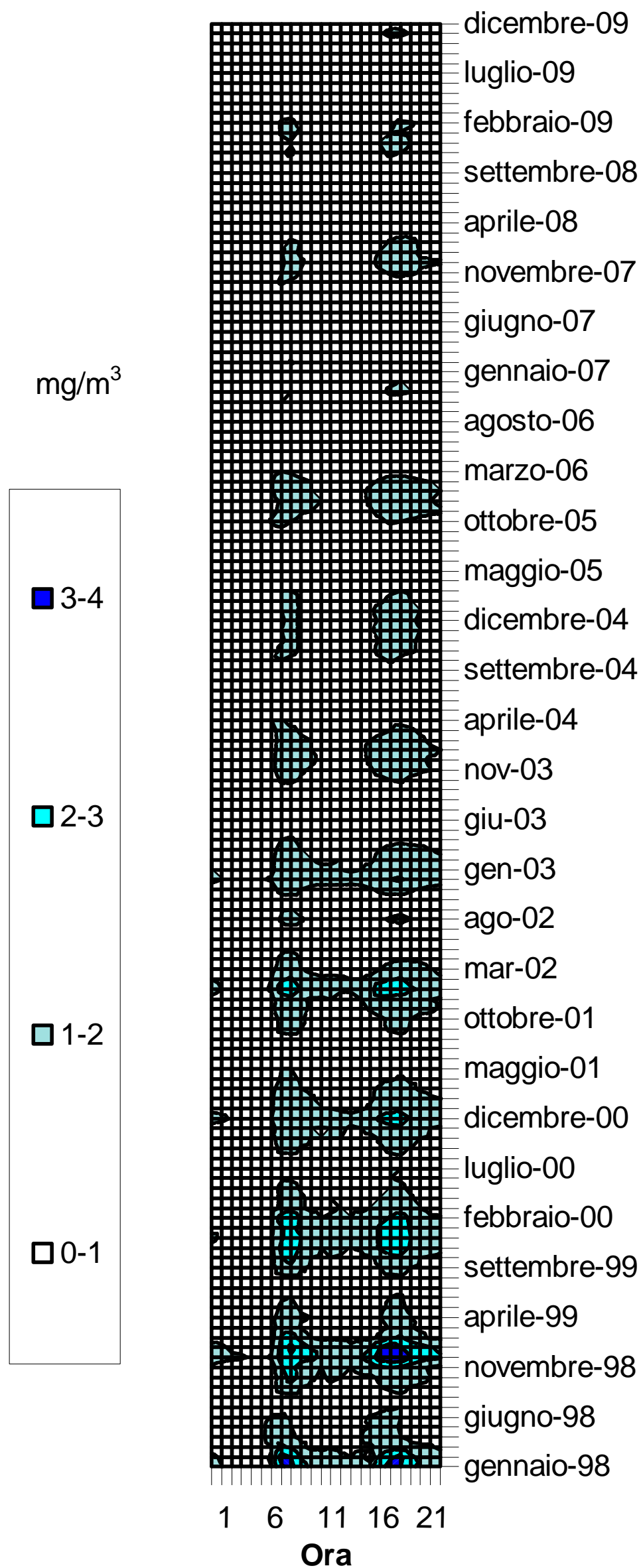
Stazione di misura di Via Fiorentina

Grafico 2.2.4 giorno tipo mensile Biossido di Azoto





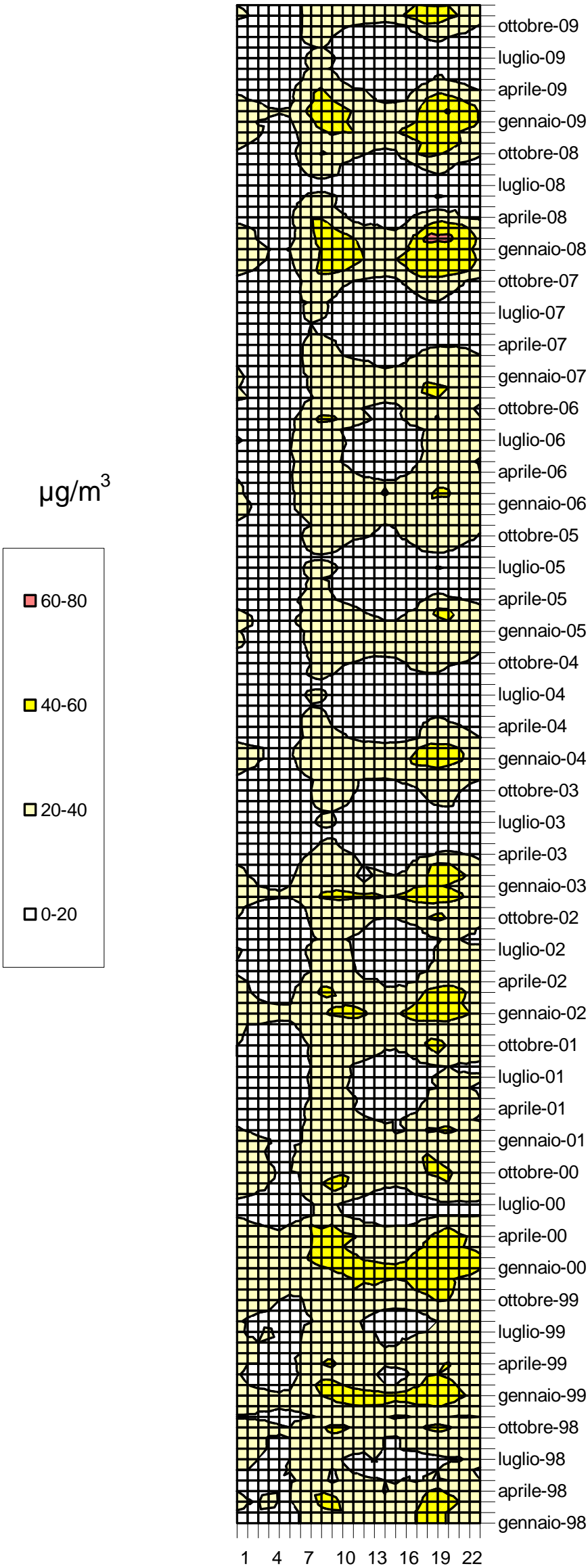
**Grafico 2.2.5 giorno tipo mensile Monossido di Carbonio**





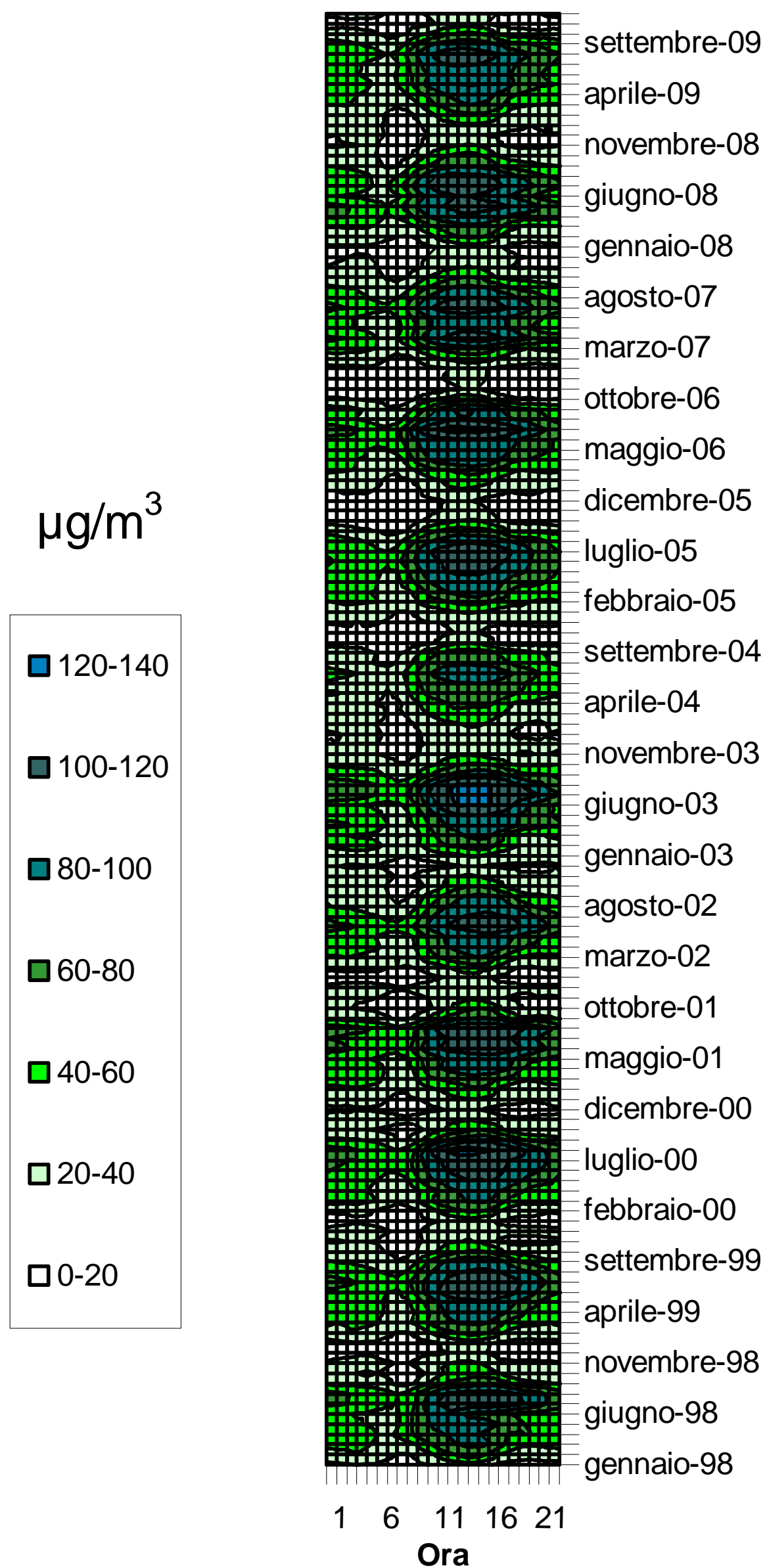
Stazione di misura di Acropoli

Grafico 2.2.6 giorno tipo mensile Biossido di Azoto



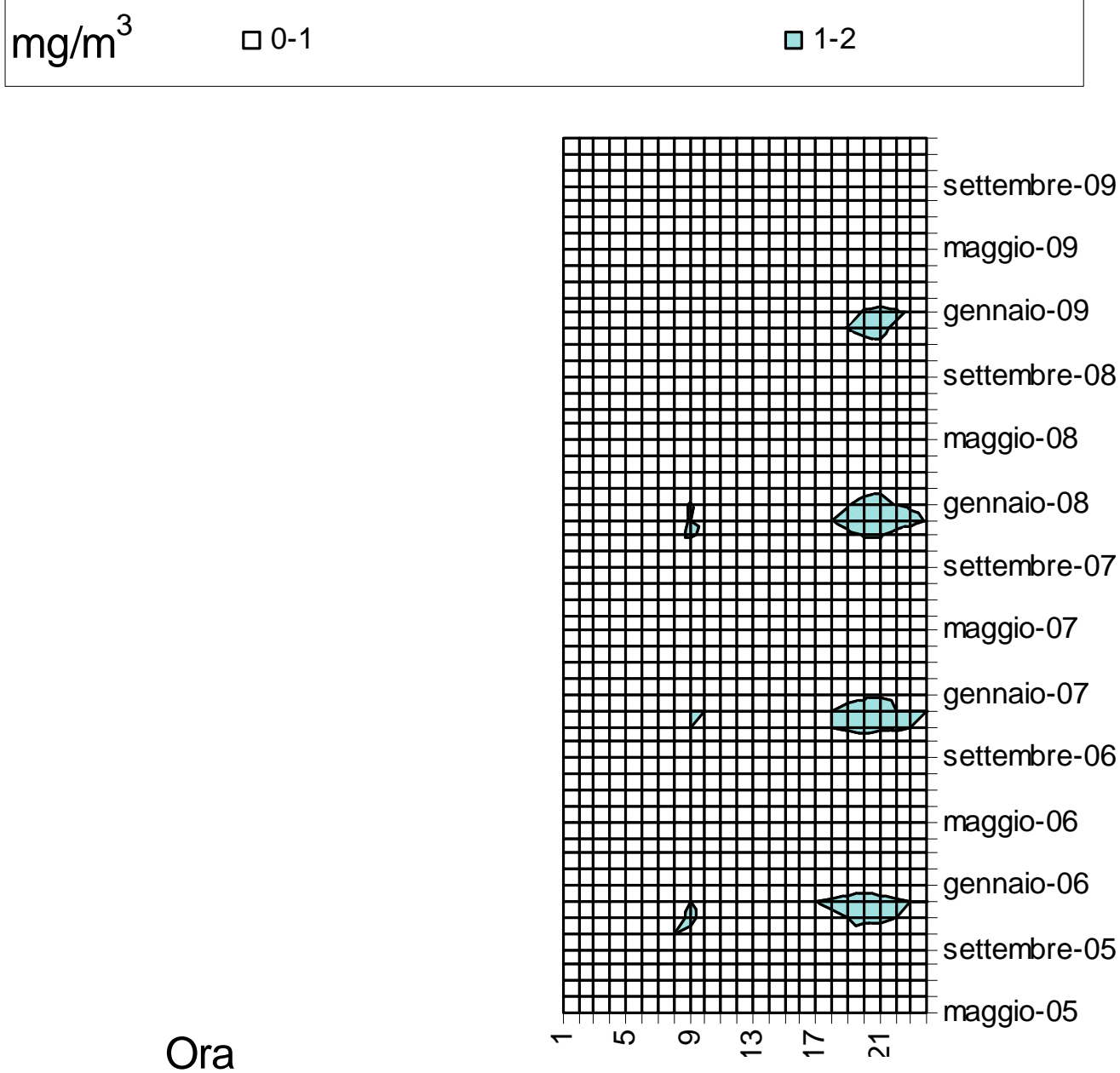


## Grafico 2.2.7 giorno tipo mensile Ozono





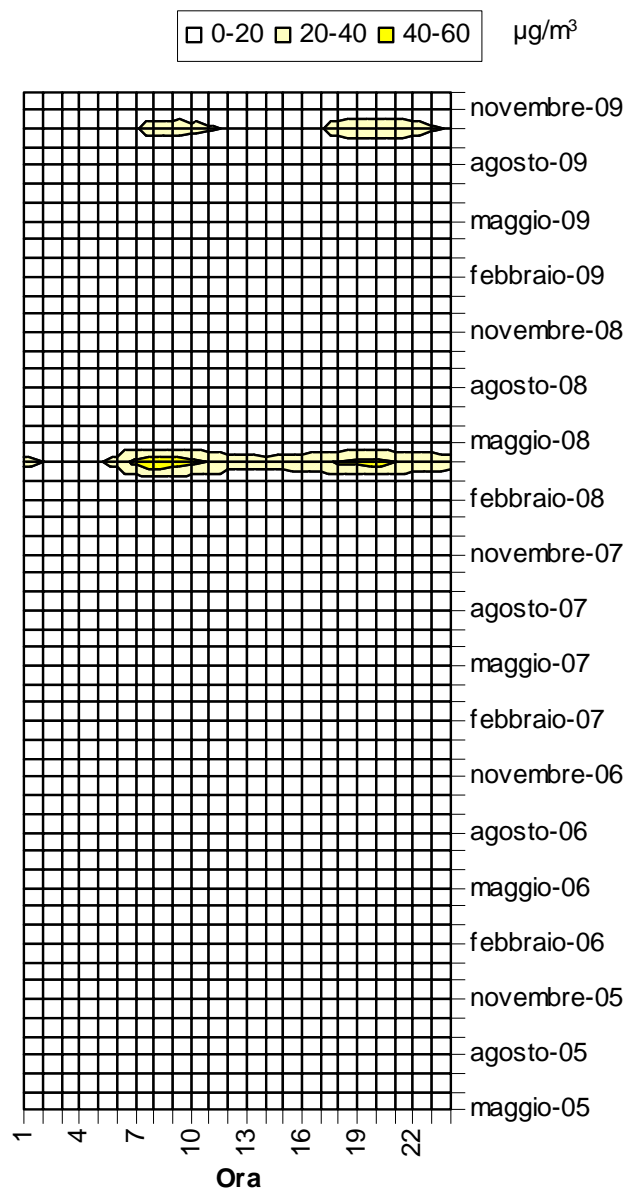
## Grafico 2.2.8 giorno tipo mensile Monossido di Carbonio





## Stazione di misura di Casa Stabbi

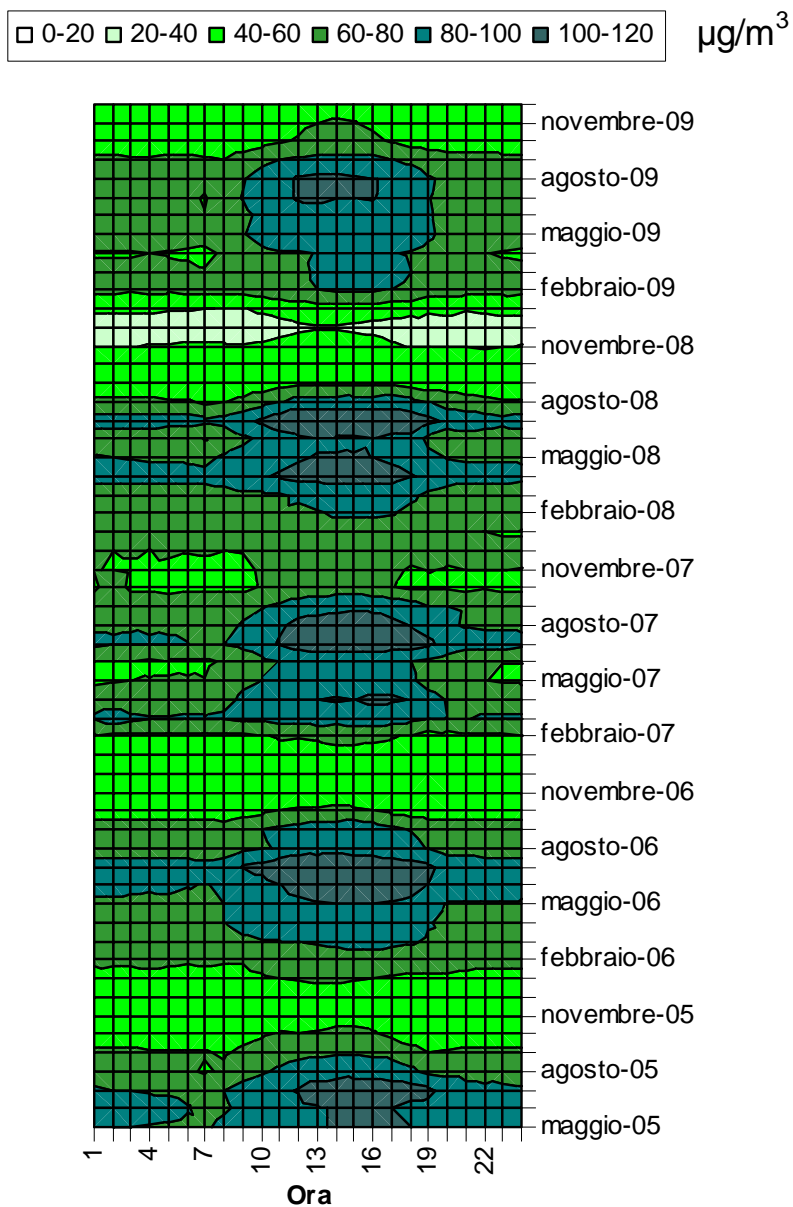
### Grafico 2.2.9 giorno tipo mensile Biossido di Azoto







## Grafico 2.2.10 giorno tipo mensile Ozono





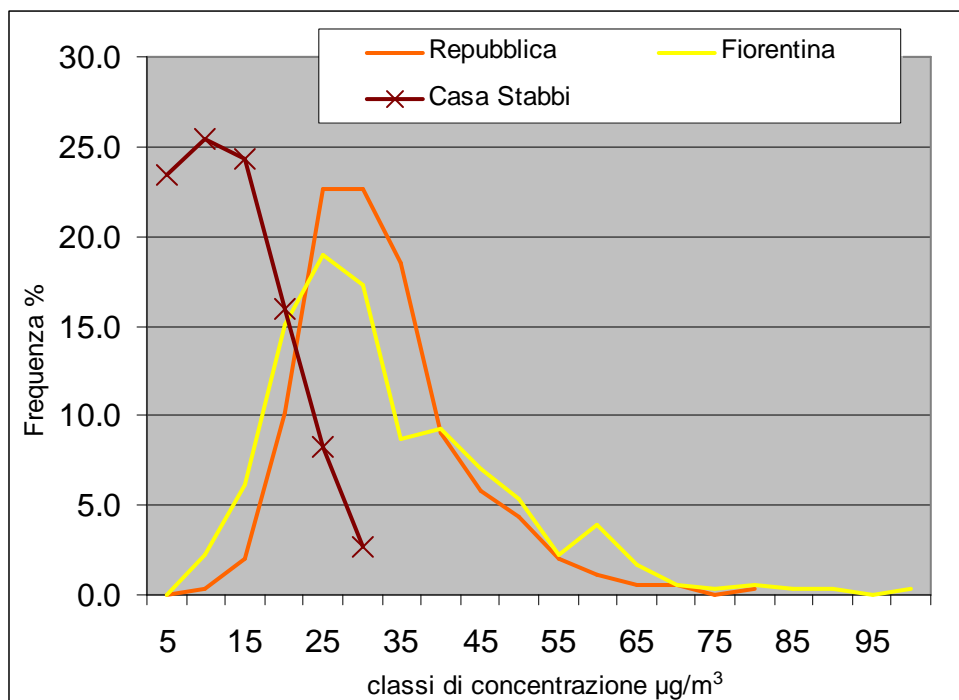
## 2.3 Mappa dei superamenti relativi al Valore Limite della media giornaliera di materiale particolato PM10

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
gennaio	Repubblica					55	70																									
	Fiorentina	79				84	95	57									63	77					56							56		
	Casa Stabbi																															
febbraio	Repubblica																	52														
	Fiorentina														51						56	60	58	63	54			53	66			
	Casa Stabbi																															
marzo	Repubblica																															
	Fiorentina	52																		53												
	Casa Stabbi																															
aprile	Repubblica															57																
	Fiorentina																															
	Casa Stabbi																															
maggio	Repubblica																		55													
	Fiorentina																		56													
	Casa Stabbi																															
giugno	Repubblica																															
	Fiorentina																															
	Casa Stabbi																															
luglio	Repubblica																															
	Fiorentina																															
	Casa Stabbi																															
agosto	Repubblica																															
	Fiorentina																															
	Casa Stabbi																															
settembre	Repubblica																															
	Fiorentina																															
	Casa Stabbi																															
ottobre	Repubblica																					60								60		
	Fiorentina																															
	Casa Stabbi																															
novembre	Repubblica													67	64				53	63	76	57	57	52								
	Fiorentina						60				58			67	59	57		59	74	86	58	61										
	Casa Stabbi																															
dicembre	Repubblica						54														53											
	Fiorentina						54				53	51									58	55										
	Casa Stabbi																															

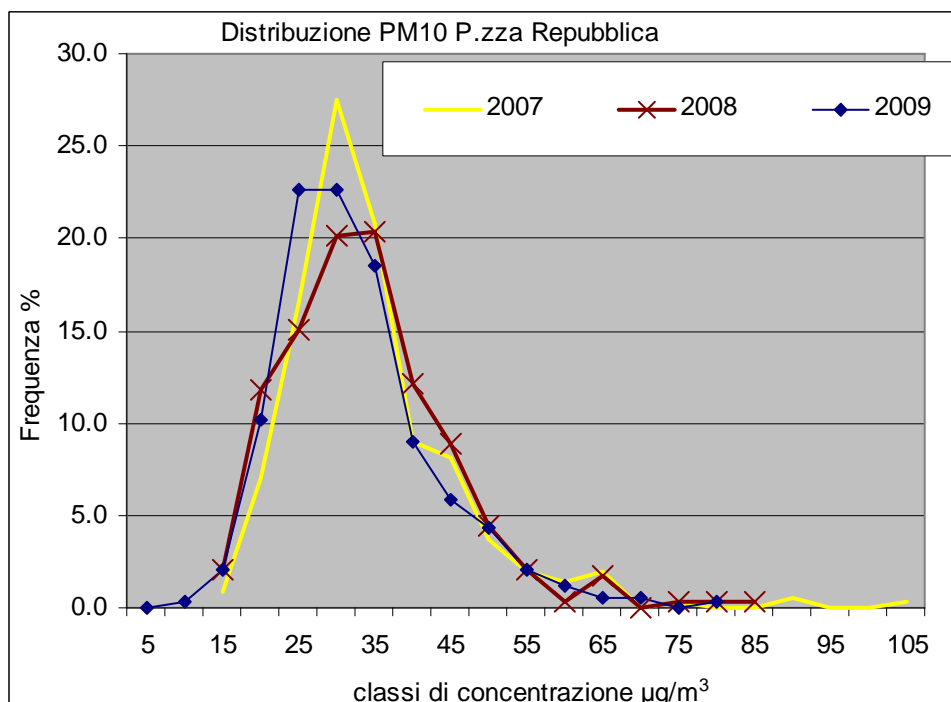


## 2.4 Distribuzione delle concentrazioni medie giornaliere di materiale particolato PM10 in classi di concentrazione 2007 – 2009

**Grafico 2.4.1 distribuzione medie giornaliere PM10 anno 2009**

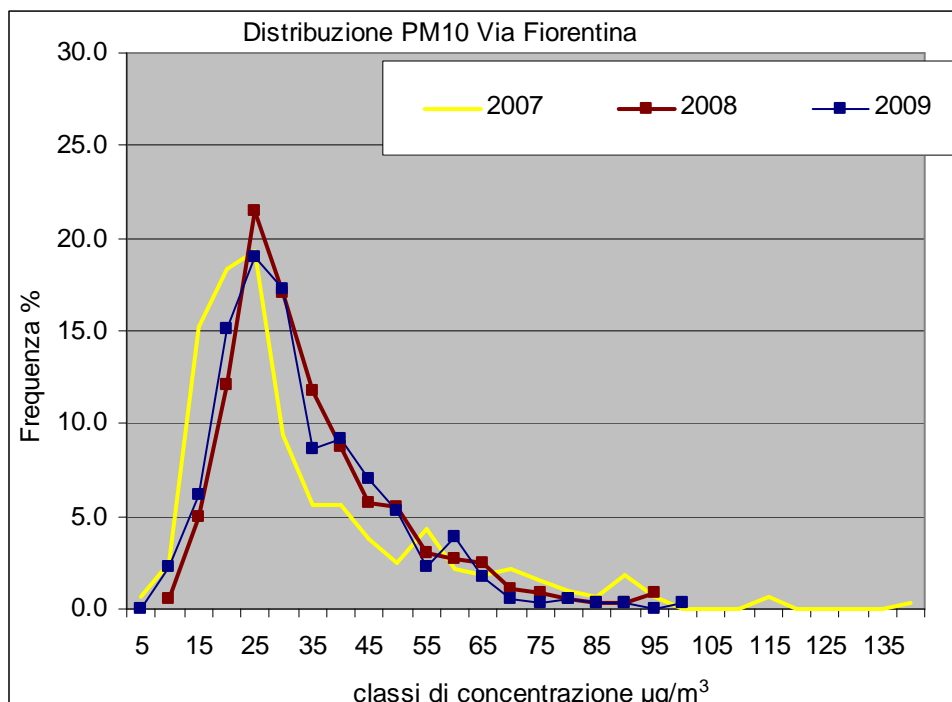


**Grafico 2.4.2 distribuzione medie giornaliere PM10 anni 2007 – 2009 stazione di misura P.za Repubblica**

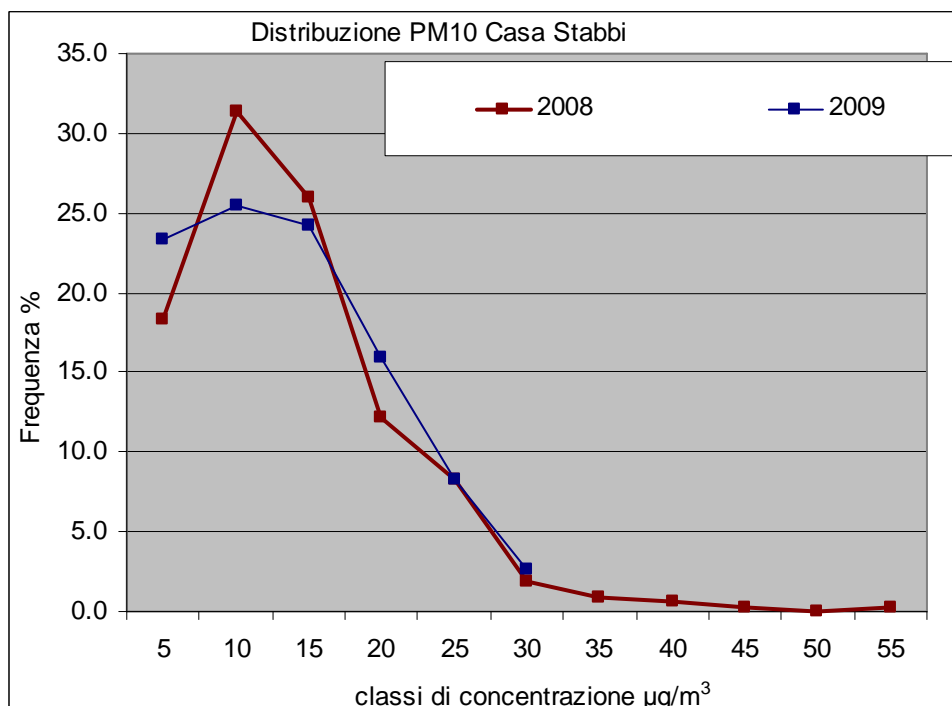




**Grafico 2.4.3 distribuzione medie giornaliere PM10 anni 2007 – 2009 stazione di misura Via Fiorentina**



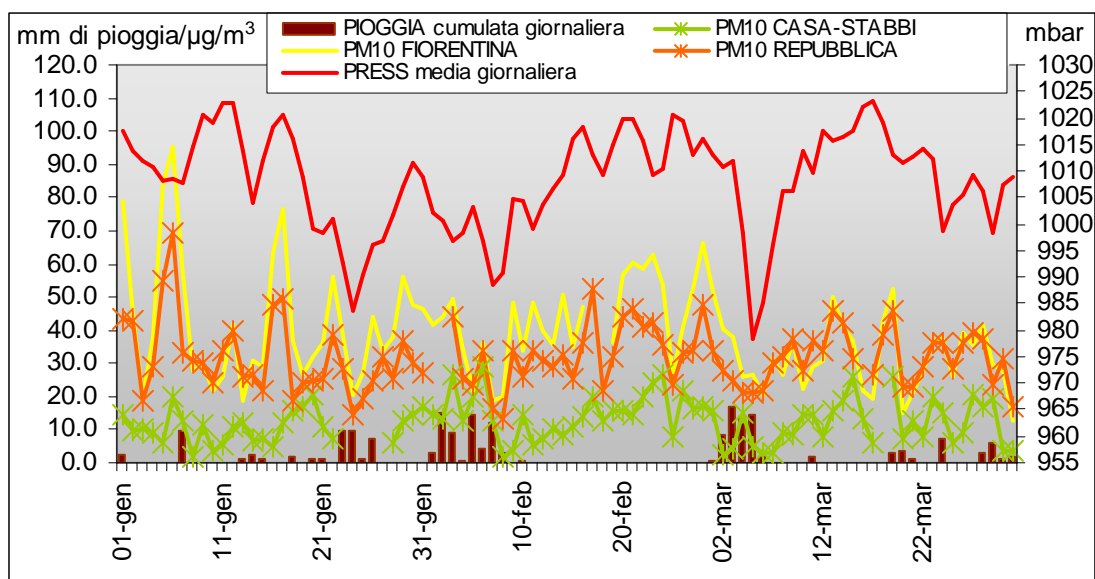
**Grafico 2.4.4 distribuzione medie giornaliere PM10 anni 2008 – 2009 stazione di misura Casa Stabbi**



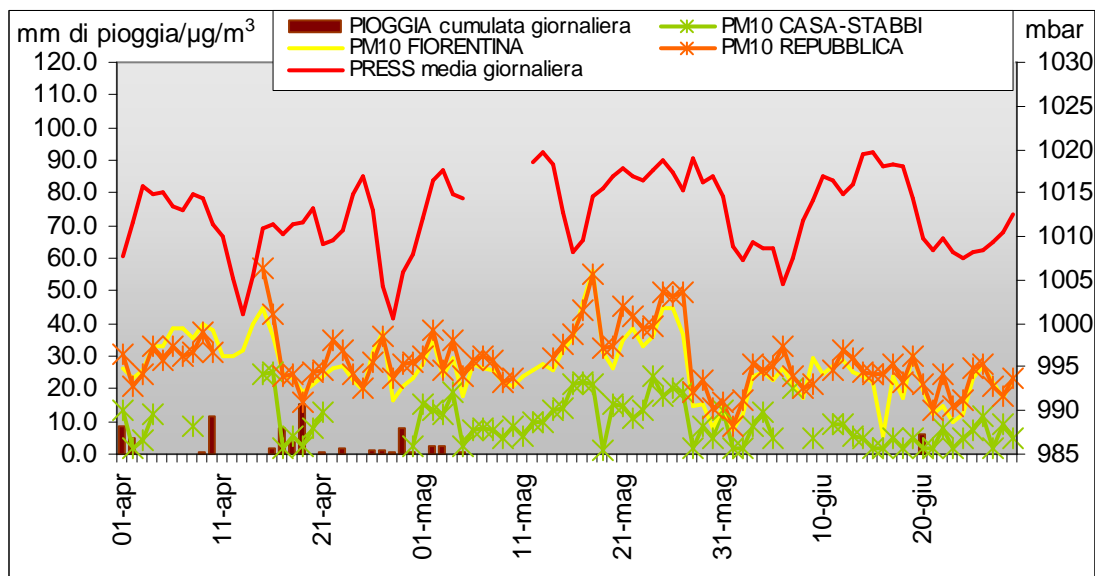


## 2.5 Elaborazione PM10/parametri meteorologici (pressione atmosferica - pioggia)

### Grafico 2.5.1 primo trimestre 2009

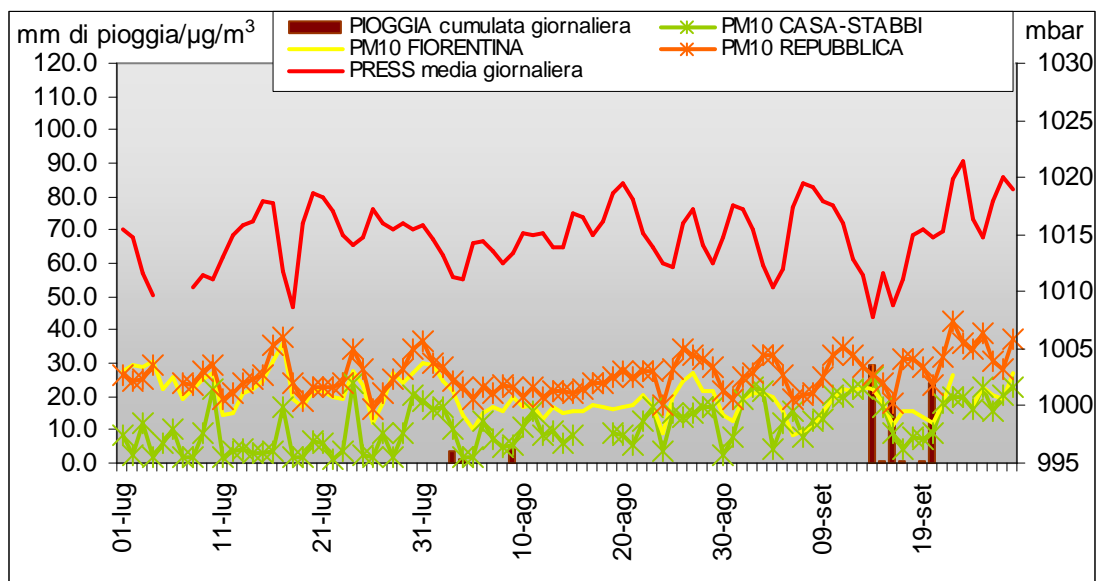


### Grafico 2.5.2 secondo trimestre 2009

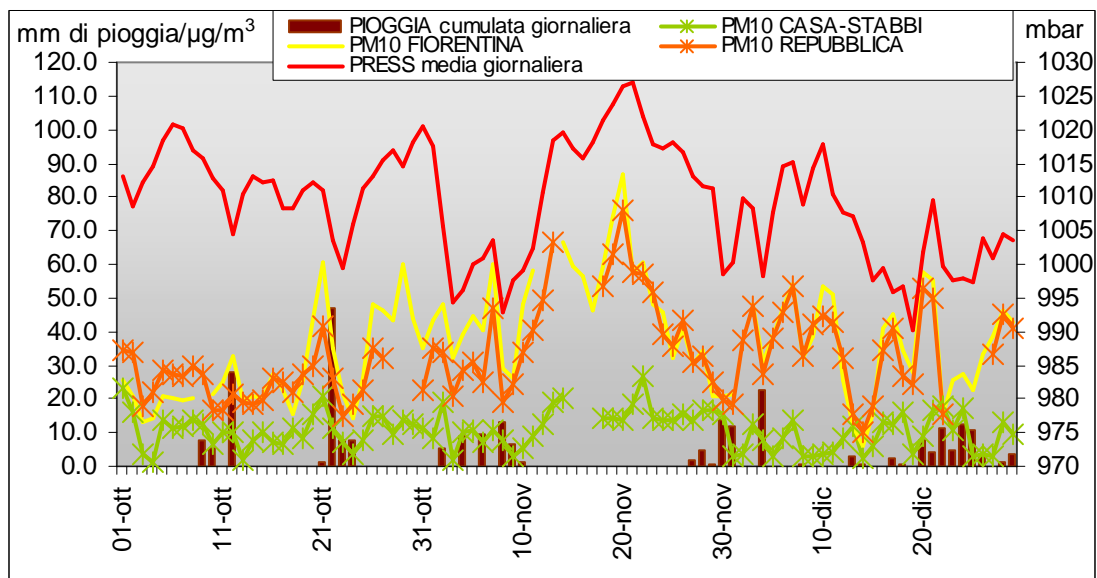




### Grafico 2.5.3 terzo trimestre 2009



### Grafico 2.5.4 quarto trimestre 2009





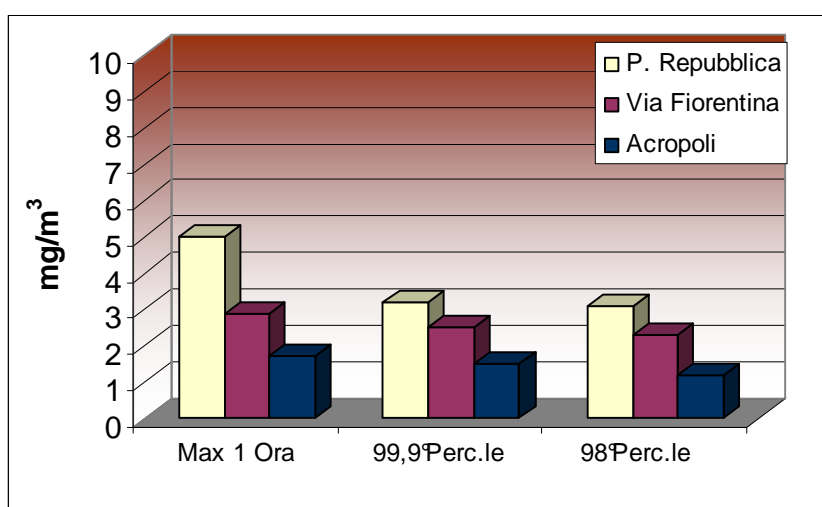


## 2.6 indicatori statistici

tabella 2.6.1 percentili valori medi orari di monossido di carbonio

Stazione di misura	Max 1 Ora (mg/m <sup>3</sup> )	99,9°Perc.le media 1 Ora (mg/m <sup>3</sup> )	98° Perc.le media 1 Ora (mg/m <sup>3</sup> )
<b>P. Repubblica</b>	5	2,9	1,7
<b>Via Fiorentina</b>	3,2	2,5	1,5
<b>Acropoli</b>	3,1	2,3	1,2

grafico 2.6.1 percentili valori medi orari di monossido di carbonio



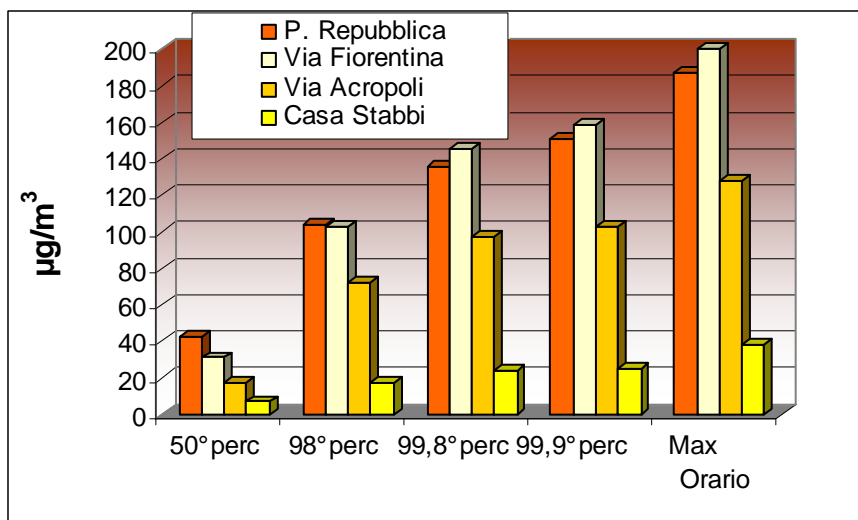
Il quadro delineato dalla tabella mette in evidenza la presenza di uno scarto significativo tra il valore massimo e il 99,9° percentile nella stazione di misura di P.za della Repubblica; le restanti stazioni presentano scarti sostanzialmente equivalenti tra gli indicatori.

tabella 2.6.2 percentili valori medi orari di biossido di azoto

Stazione di misura	50° Percentile (µg/m <sup>3</sup> )	98° Percentile (µg/m <sup>3</sup> )	99,8° Percentile (µg/m <sup>3</sup> )	99,9° Percentile (µg/m <sup>3</sup> )	Massimo Orario (µg/m <sup>3</sup> )
<b>P. Repubblica</b>	43	104	136	151	187
<b>Via Fiorentina</b>	31	103	145	159	205
<b>Acropoli</b>	17	72	97	103	128
<b>Casa Stabbi</b>	7	17	24	25	38
<b>Valore Guida</b>	<b>50*</b>	<b>135*</b>	--	---	---

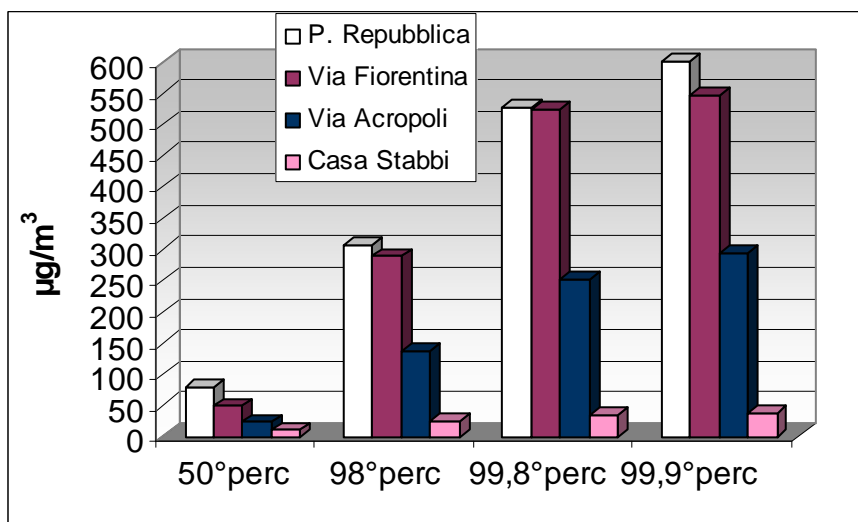
\* DPR 203/88

grafico 2.6.2 percentili valori medi orari di biossido di azoto



Gli indicatori registrano i valori più elevati ed in alcuni casi prossimi al valore guida (50°percentile) nella stazione urbana interessata dal traffico veicolare di P.za della Repubblica. Sempre per quanto riguarda il contesto urbano delle zone interessate direttamente dai flussi di traffico, nella fascia 50 - 98° percentile i valori dell'indicatore della stazione di misura di Via Fiorentina sono inferiori od equivalenti a quelli della stazione di misura di P.za della Repubblica, questo andamento si ribalta a partire dal 99,8° percentile fino al massimo orario (100° percentile). Per quanto riguarda l'altra stazione urbana di fondo di Acropoli, il valore del 50° percentile è inferiore di circa il 100 %, rispetto a quelli delle stazioni da traffico di Repubblica e Fiorentina; gli altri indicatori presentano scarti tra loro omogenei ed inferiori di circa 50 % rispetto a quelli delle stazioni da traffico. Per quanto attiene la stazione rurale di fondo Casa Stabbi, sono registrati modesti livelli di concentrazione degli indicatori coerenti con la tipologia di zona nel quale è ubicata la stazione.

grafico 2.6.3 percentili valori medi orari di ossidi di azoto NOx



Rispetto agli andamenti del biossido di azoto NO<sub>2</sub> i valori degli indicatori della stazione di misura urbana traffico di P.za Repubblica registra tendenzialmente valori più elevati dell'altra stazione della stessa tipologia di Via Fiorentina.



tabella 2.6.3 percentili valori medi giornalieri materiale particolato PM10

Stazione di misura	50°Percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	90°Percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° Percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max. giornaliero ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>P. Repubblica</b>	28	44	57	76
<b>Via Fiorentina</b>	27	50	66	95
<b>Casa Stabbi</b>	10	20	26	29

La distribuzione dei valori degli indicatori statistici evidenzia in maniera chiara i due differenti contesti. Per quanto attiene l'area urbana si riscontrano valori di fondo sostanzialmente equivalenti in entrambe le stazioni, a partire dal 90° percentile si rileva la tendenza, che peraltro è stata già registrata per il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), alla presenza di valori più elevati nella stazione di misura di Via Fiorentina; gli scarti tra le due stazioni di misura aumentano progressivamente fino ad arrivare al 20 % in più nella stazione di Via Fiorentina per l'indicatore del valore massimo giornaliero (100° percentile). La stazione rurale di fondo di Casa Stabbi presenta valori coerenti al contesto territoriale in cui è inserita, che, raffrontati ai valori dell'anno precedente, risultano sostanzialmente stabili per gli indicatori nell'intervallo 50° - 98° percentile e notevolmente inferiori (-79%) per l'indicatore del valore massimo giornaliero (100° percentile).

grafico 2.6.4 percentili valori medi giornalieri materiale particolato PM10

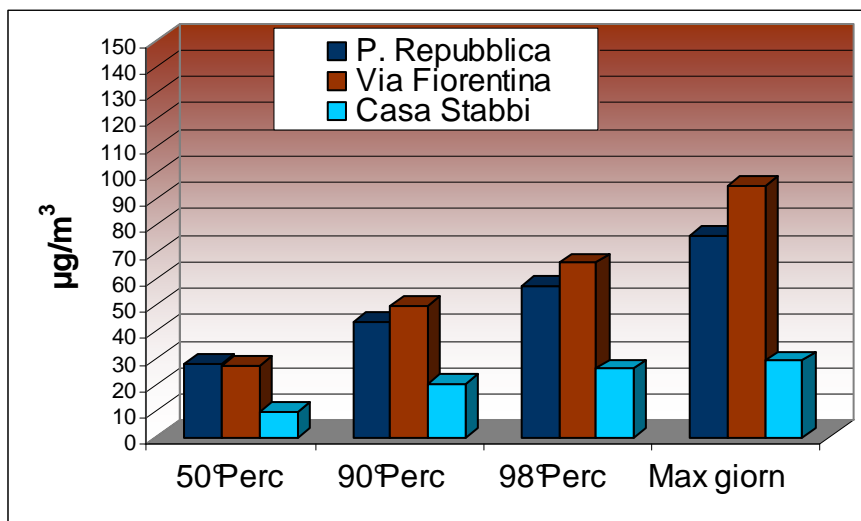




grafico 2.6.5 distribuzione percentili valori medi giornalieri materiale particolato PM10  
Stazione di misura di P.za Repubblica

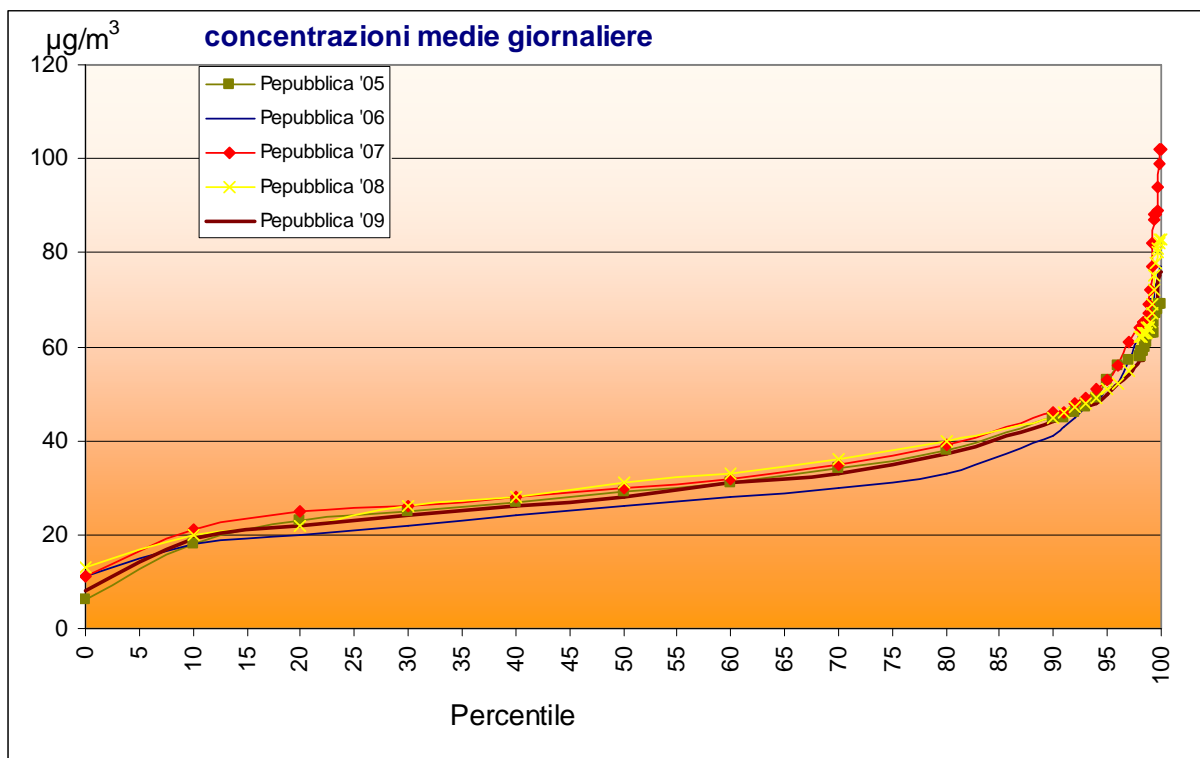


grafico 2.6.6 distribuzione percentili valori medi giornalieri materiale particolato PM10  
Stazione di misura di Via Fiorentina

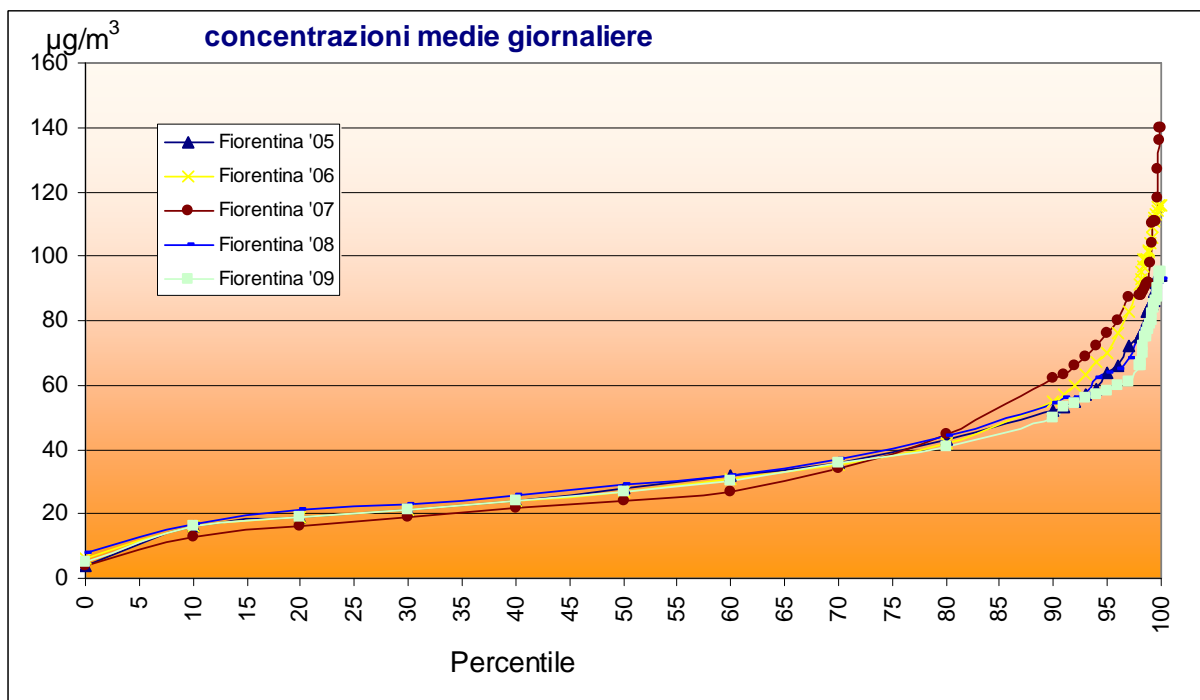
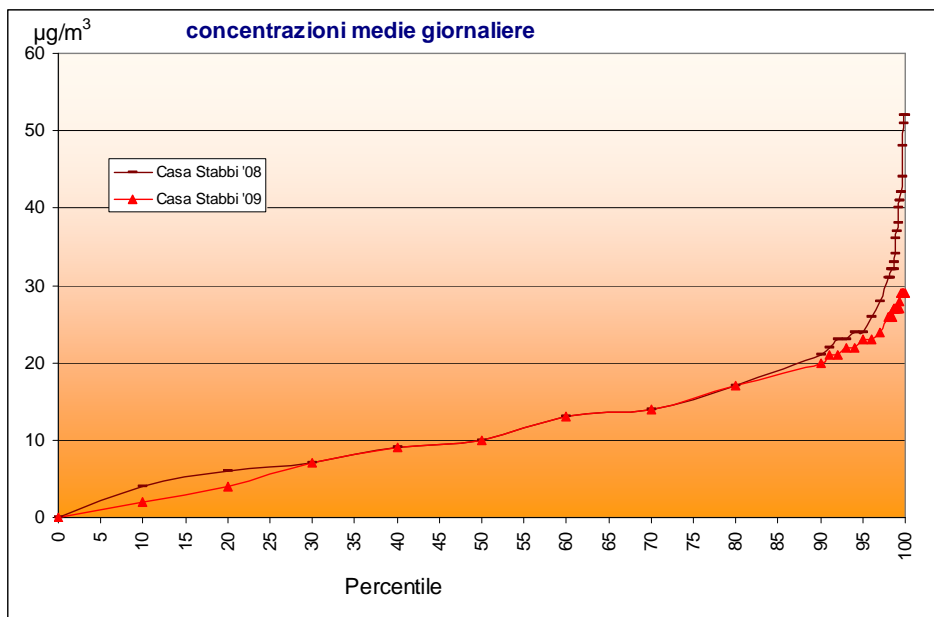




grafico 2.6.7 distribuzione percentili valori medi giornalieri materiale particolato PM10  
Stazione di misura di Casa Stabbi



Le elaborazioni grafiche relative alla distribuzione dei percentili mettono in evidenza nelle stazioni esaminate per l'anno 2009 la riduzione dei valori degli indicatori che rappresentano gli episodi acuti di inquinamento.

tabella 2.6.4 percentili valori medi orari ozono

Stazione di misura	Mediana 1 Ora (µg/m³)	98°Perc.le 1 Ora (µg/m³)	99,9°Perc.le 1 Ora (µg/m³)	Max Orario (µg/m³)	Mediana 8 Ore (µg/m³)	98°Perc.le 8 Ore (µg/m³)	Max 8 Ore (µg/m³)
Via Acropoli	46	118	143	155	46	110	143
Casa Stabbi	66	116	152	160	66	111	149

Le distribuzioni dei valori degli indicatori mettono in rilievo andamenti quasi sovrapponibili con livelli lievemente più elevati nella stazione rurale di Casa Stabbi; lo scarto più consistente riferito alla mediana (+30 %) è da attribuire ai consistenti livelli di fondo della stazione di Casa Stabbi riscontrati peraltro anche nel triennio precedente.



grafico 2.6.8 distribuzione percentili valori medi orari ozono

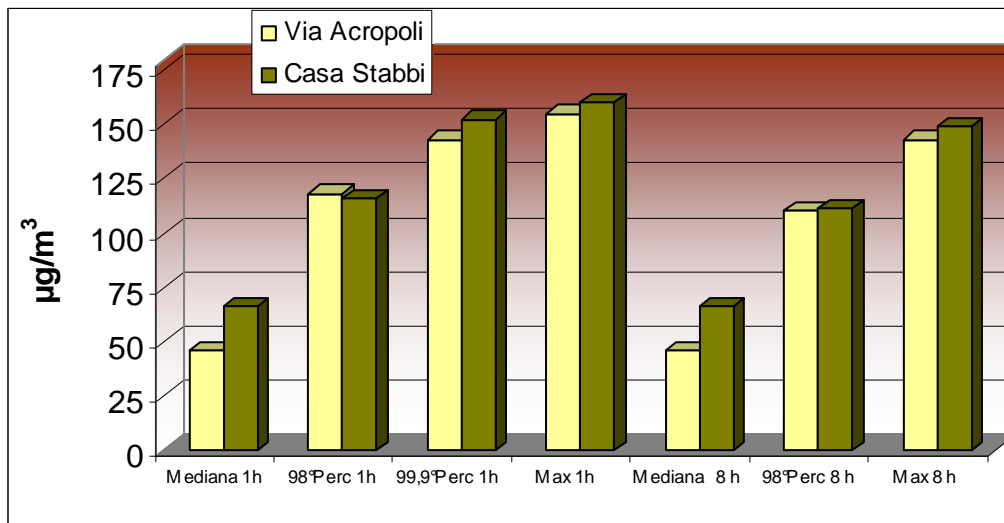


grafico 2.6.9 distribuzione percentili valori medi orari ozono

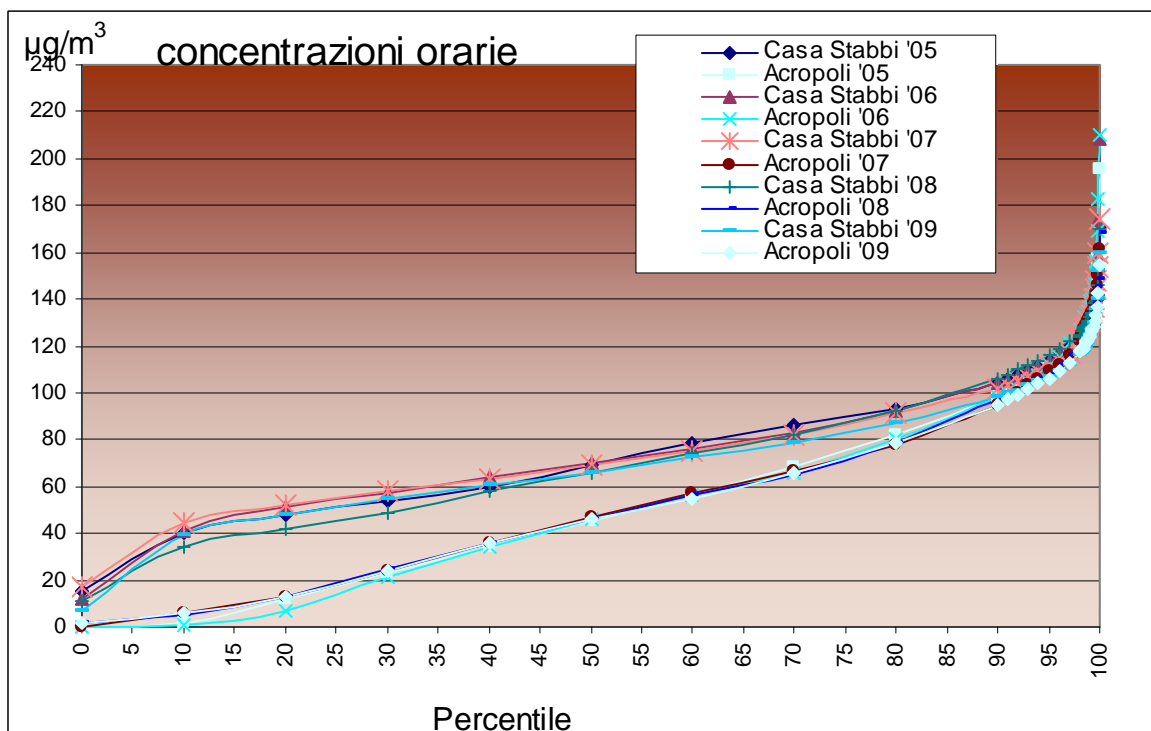
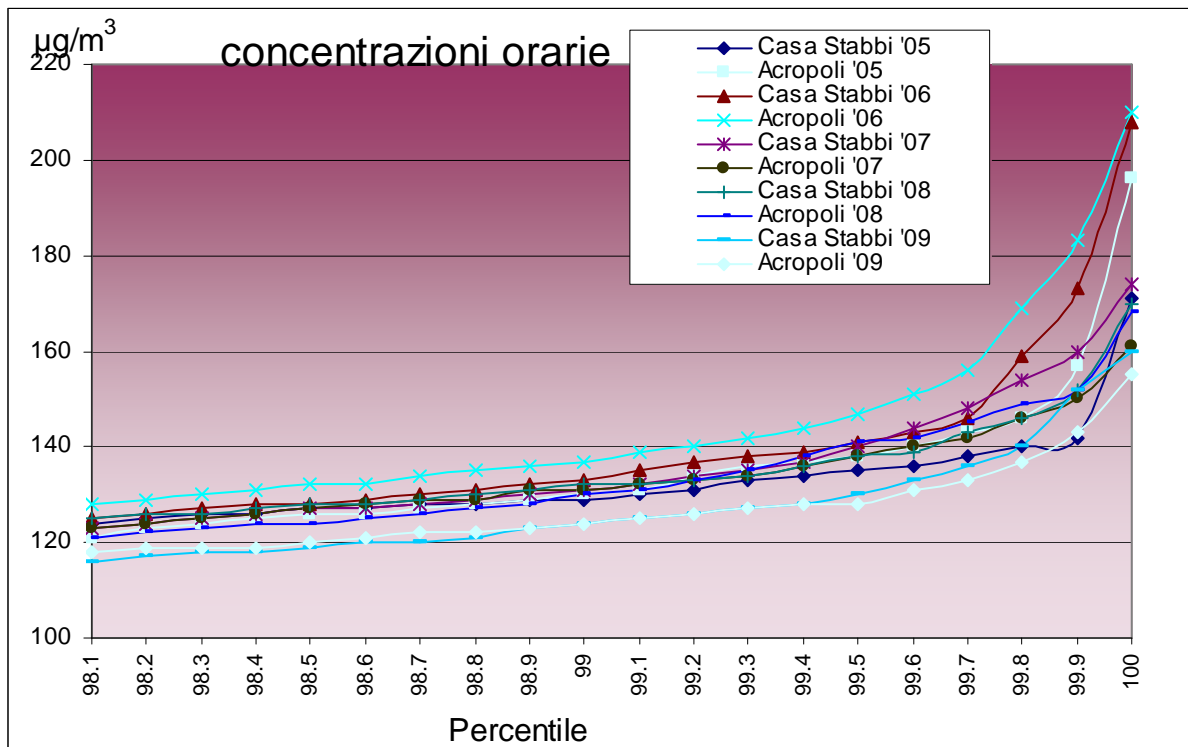






grafico 2.6.10 ingrandimento distribuzione percentili valori medi orari ozono



Le due elaborazioni mettono bene in evidenza i due contesti relativi all'ozono per l'area rurale ed urbana, nel quale nell'area rurale, risalta il livello di fondo significativamente più elevato. Dall'ingrandimento relativo agli indicatori dell'intervallo 98,1° - 100 ° percentile relativi all'anno 2009 si riscontra un sostanziale decremento dei valori degli indicatori rispetto agli anni precedenti.



## **2.7 Classificazione delle zone di misura**

Il D.M. 163/1999, il D.Lgs 351/1999 ed il DM 60/2002, introducono il concetto di “zona” entro la quale si rendono necessari interventi di pianificazione e di monitoraggio.

In relazione a quanto disposto dal decreto legislativo 351/99 (artt. 5-8-9) nonché dal decreto del Ministero dell’Ambiente n. 261/02 (art. 1), le competenze relative alla classificazione delle zone in merito ai livelli di concentrazione degli inquinanti in aria ambiente spettano alla Regione. Le valutazioni riportate in questo capitolo, sono pertanto redatte a scopo informativo, al fine di completare il quadro di informazioni a corredo dai dati analitici registrati.

La classificazione delle zone è stata effettuata valutando i livelli di concentrazione registrati nell’anno 2009 in funzione dei rispettivi valori limite a regime nell’anno 2010 e dei criteri riportati nella legenda sottostante estratti dalla normativa che disciplina la materia (decreti legislativi 351/99 – 183/04). Qualora siano definiti e pertanto valutati più indicatori per lo stesso inquinante, è stata prescelta la classificazione più cautelativa finalizzata alla protezione ambientale, pertanto quella che esprime il giudizio peggiore:

### **Legenda**

**Zone A:** i livelli esistenti sono di sotto ai valori limite e non comportano il rischio di superamenti. Proseguire valutazione e misura e controllare la situazione per non peggiorare la qualità dell’aria.

**Zone B:** i livelli esistenti rischiano di superare il valore limite e/o le soglie di allarme. Adottare piani di azione con misure di breve periodo per ridurre il rischio di superamento.

**Zone C:** i livelli esistenti superano il valore limite e sono di sotto al margine di superamento/tolleranza. Adottare piani di azione e interventi per il risanamento; proseguire la misurazione per verificare l’evoluzione della situazione.

**Zone D:** i livelli esistenti superano anche il margine di superamento/tolleranza. Adottare di piani ed azioni per il risanamento: proseguire la misurazione per verificare l’evoluzione della situazione.

**Art 3. Commi 2- 3 DLgs 183/04:** i livelli di ozono nell'aria ambiente superano i valori bersaglio definiti dall'allegato I, parte II. Dovrà essere adottato un piano o un programma coerente con il piano nazionale delle emissioni predisposto in attuazione della direttiva 2001/81/CE, al fine di raggiungere i valori bersaglio previsti al comma 1, sempreché il raggiungimento di detti valori bersaglio sia realizzabile attraverso misure proporzionate.

**Art 4. Commi 2 - 3 DLgs 183/04:** i livelli di ozono nell'aria ambiente superano gli obiettivi a lungo termine definiti dall'allegato 1, parte III ma sono inferiori ai valori bersaglio definiti dall'allegato I, parte II. Al fine di conseguire gli obiettivi a lungo termine dovranno essere attuate misure efficaci dal punto di vista dei costi, purché proporzionate. Tali misure dovranno essere almeno coerenti con i piani o i programmi di cui all'articolo 3, commi 3 e 5, con le misure previste dal programma nazionale delle emissioni predisposto in attuazione della direttiva 2001/81/CE e con le misure stabilite dalle altre disposizioni vigenti in materia.

**Art 4. Commi 5 - 6 DLgs 183/04:** i livelli di ozono nell'aria ambiente sono conformi agli obiettivi a lungo termine definiti dall'allegato 1, parte III. Dovranno essere adottate misure proporzionate, al fine di preservare la migliore qualità dell'aria compatibile con lo sviluppo sostenibile e con un elevato livello di protezione dell'ambiente e della salute umana.



#### STAZIONE DI MISURA P.za REPUBBLICA - zona D

Monossido di carbonio: zona A  
Biossido di azoto: zona D  
PM<sub>10</sub>: zona C  
Benzene: zona C

#### STAZIONE DI MISURA VIA FIORENTINA - zona D

Monossido di carbonio: zona A  
Biossido di azoto: zona C  
PM<sub>10</sub>: zona D  
Benzene: zona B

#### STAZIONE DI MISURA ACROPOLI - zona B (DM 60/02)/art. 3 comma 2 DLgs 183/04

Monossido di carbonio: zona A  
Biossido di azoto: zona A  
Ozono (prot. vegetazione – AOT40 mag-lug): art. 3 comma 2 DLgs 183/04  
Ozono (prot. salute umana - media mob 8 ore): art. 4 comma 2 DLgs 183/04  
Benzene: zona B

#### STAZIONE DI MISURA CASA STABBI - zona A (DM 60/02)/art. 3 comma 2 DLgs 183/04

Biossido di azoto: zona A  
Ossidi di azoto (come NO<sub>2</sub>): zona A  
PM<sub>10</sub>: zona A  
Ozono (prot. vegetazione – AOT40 mag-lug): art. 3 comma 2 DLgs 183/04  
Ozono (prot. salute umana - media mob 8 ore): art. 4 comma 2 DLgs 183/04

#### Riepilogo classificazione per inquinante

Inquinante	Repubblica	Fiorentina	Acropoli	Casa Stabbi	Riepilogativo Rete
CO	A	A	A		A
NO <sub>2</sub>	D	C	A	A	D/ C/ A
NOx (come NO <sub>2</sub> )				A	A
PM <sub>10</sub>	C	D			C/D
O <sub>3</sub> (prot. vegetazione)			art. 3 comma 2 DLgs 183/04	art. 3 comma 2 DLgs 183/04	art. 3 comma 2 DLgs 183/04
O <sub>3</sub> (prot. salute umana)			art. 4 comma 2 DLgs 183/04	art. 4 comma 2 DLgs 183/04	art. 4 comma 2 DLgs 183/04
Benzene	C	B	B		C/B

P.zza Grande	Tortaia
Benzene C	Benzene B



In merito a quanto riportato sulla tabella riassuntiva riportata nella pagina precedente, possiamo affermare che:

- i livelli di monossido di carbonio sono ampiamente sotto ai valori limite. Saranno proseguite le misure al fine di controllare la situazione per non peggiorare la qualità dell'aria esistente;
- il biossido di azoto registra valori medi annuali (P.za Repubblica) e valori medi orari (Via Fiorentina) superiori al valore limite di protezione della salute umana nelle stazioni urbane interessate dai flussi veicolari;
- in merito al PM<sub>10</sub>, i livelli annuali sono inferiori al valore limite previsto dalla fase 1 all. III DM 60/02. Sono registrati in una stazione urbana da traffico (Via Fiorentina) casi di superamento del valore limite del valore medio giornaliero superiori da quelli consentiti dalla normativa;
- Benzene: il quadro fornito dalle concentrazioni medie annuali mette in evidenza in due stazioni livelli superiori e coincidenti il valore limite, nelle restanti stazioni i valori dell'indicatore rischiano di superare il valore limite;
- Ozono: per la protezione della salute umana i livelli superano gli obiettivi a lungo termine, ma sono inferiori ai valori bersaglio. Per la protezione della vegetazione, i livelli superano i valori bersaglio.

## **Allegato 2.8 SOGLIE DI VALUTAZIONE**

In relazione ai criteri definiti dall'art. 6 del D.Lgs 351/99 e dell'art. 4 DM 60/02, il presente paragrafo fornisce indicazioni al fine di valutare la necessità di proseguire il monitoraggio con sistemi in continuo od impiegare sistemi di monitoraggio alternativi (campagne discontinue, tecniche di modellizzazione). Come già affermato per la classificazione delle zone nell'allegato precedente (2.7), questa valutazione è di competenza della Regione, pertanto le seguenti considerazioni, sono riportate a scopo conoscitivo.

Il riassunto dei criteri applicati per le soglie di valutazione, è riportato nelle righe sottostanti.

**SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE:** un livello di sotto al quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente

**SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE:** soglia di valutazione inferiore: un livello di sotto al quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Relativamente alle stazioni di misura di P. Repubblica, Via Fiorentina ed Acropoli, la determinazione delle soglie è stata effettuata mediante la valutazione dei livelli relativi al periodo 1998-2009. Giacché lo strumento di polveri PM<sub>10</sub> installato nella stazione di misura di P.za della Repubblica è stato dotato di testa di prelievo per il PM<sub>10</sub> dal mese di aprile 1998, la valutazione si riferisce al periodo 1999-2009. Considerato che la stazione di misura di Casa Stabbi è stata attivata nell'anno 2005, le valutazioni si riferiscono al triennio 2005-2009. La valutazione relativa al benzene monitorato nella stazione di misura di P.za della Repubblica si riferisce al periodo 2000-2009.

Oltre alle valutazioni su scala temporale più ampia, è riportato il quadro riassuntivo dell'anno 2009 per singolo inquinante.



## **STAZIONE DI MISURA P.zza REPUBBLICA.**

### **Le valutazioni si riferiscono al periodo '98-'09**

Monossido di carbonio: (media mobile 8 ore)	I valori sono inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore in tutto il periodo di osservazione
Biossido di azoto: (media annuale)	Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel periodo '98-'05. Nel periodo '06-'09 superato il VL
Biossido di azoto: (media 1 Ora) – 18 superamenti anno/consentiti	Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel biennio '98-'99, nell'anno '03 e nel periodo '06-'09. Nei periodi '00-'02 e '04-'05 i valori sono compresi tra la soglia di valutazione inferiore e la soglia di valutazione superiore
NOx: media annuale	I livelli sono superiori al VL nel periodo considerato
Benzene (dati '00-'09): Media annuale	Superata la soglia di valutazione superiore per il periodo '00-'09
PM <sub>10</sub> (dati '99-'09): Media annuale	Superata la Soglia di Valutazione Superiore per il periodo '99-'09
PM <sub>10</sub> (dati '99-'09): Media giornaliera: 7 superamenti anno consentiti per SVI e SVS	Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel periodo esaminato

## **STAZIONE DI MISURA VIA FIORENTINA**

### **Le valutazioni si riferiscono al periodo '98-'09**

Monossido di carbonio: (media mobile 8 ore)	I valori sono inferiori alla soglia di valutazione inferiore nel periodo considerato
Biossido di azoto: (media annuale)	Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel periodo '98-'05 e nel triennio '07-'09. Nell'anno '06 superato il VL.
Biossido di azoto: (media 1 Ora) – 18 superamenti anno/consentiti	I valori sono compresi tra la soglia di valutazione inferiore e la Soglia di Valutazione Superiore nel periodo '00-'05. Nel triennio '06-'08 superata la SVS. Nell'anno '09 superato il VL
NOx : media annuale	I livelli sono superiori al VL nel periodo considerato
Benzene (dati '01-'09): Media annuale	Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel periodo '01-'04 e nell'anno '09, valori compresi tra la soglia di Valutazione Inferiore e la soglia di Valutazione Superiore negli anni '05 e nel biennio '07-'08. Nell'anno '06 valori superiori al Valore Soglia
PM <sub>10</sub> (dati '04-'09): Media annuale	Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel periodo esaminato
PM <sub>10</sub> : (dati '04-'09) Media giornaliera: 7 superamenti anno consentiti per SVI e SVS	Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel periodo esaminato



## **STAZIONE DI MISURA ACROPOLI**

### **Le valutazioni si riferiscono al periodo '98-'09**

Monossido di carbonio: (media mobile 8 ore)	Nel periodo esaminato i valori sono inferiori alla soglia di valutazione inferiore
Biossido di azoto: (media annuale)	I valori sono minori della Soglia di Valutazione Inferiore in tutto il periodo considerato
Biossido di azoto: (media 1 Ora) – 18 superamenti anno/consentiti	Superata la Soglia di Valutazione Inferiore nel periodo '98-'00 e nell'anno '04. Superata la Soglia di Valutazione Superiore nel biennio '01-'02. Nell'anno '03 e nel biennio '05 – '06 i valori sono inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore. Nel triennio '07-'09 valori compresi tra la Soglia di Valutazione Inferiore e la Soglia di Valutazione Superiore
NOx : media annuale	I valori dell'indicatore sono superiori alla Soglia di Valutazione Superiore nel periodo considerato
O <sub>3</sub> : media mobile 8 ore	Superato sempre il valore obiettivo a lungo termine di protezione della salute umana
Benzene (dati '01-'09): Media annuale	I livelli sono compresi tra la soglia di valutazione Inferiore e quelle Superiore nell'anno '01 e nel periodo '03-'07; negli anni '02 e '08 i valori sono stati inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore. Nell'anno '09 i valori sono superiori alla Soglia di Valutazione Superiore.





## **STAZIONE DI MISURA CASA STABBI**

### **Le valutazioni si riferiscono al periodo '05-'09**

O <sub>3</sub> : media mobile 8 ore	Superato il valore obiettivo a lungo termine di protezione della salute umana nel periodo considerato
O <sub>3</sub> : AOT40 – maggio-luglio	Nel periodo considerato superato il livello di protezione della vegetazione
O <sub>3</sub> : AOT40 – aprile-settembre	Superato il livello di protezione delle foreste nel periodo esaminato
Biossido di azoto: (media annuale)	I livelli dell'indicatore sono inferiori alla Soglia di Valutazione Inferiore nel periodo valutato
Biossido di azoto: (media 1 Ora) – 18 superamenti anno/consentiti	Nel periodo esaminato i valori sono minori alla Soglia di Valutazione Inferiore
NO <sub>x</sub> : media annuale	I livelli dell'indicatore per la protezione della vegetazione sono minori della Soglia di Valutazione Inferiore nel periodo valutato
PM <sub>10</sub> (dati '08-'09): Media annuale	Nel biennio considerato i livelli sono compresi tra la soglia di valutazione Inferiore e quella Superiore
PM <sub>10</sub> : (dati '08-'09) Media giornaliera: 7 superamenti anno consentiti per SVI e SVS	Nell'anno '08 i livelli sono superiori alla Soglia di Valutazione Superiore, nell'anno '09 valore compresi tra la soglia di valutazione Inferiore e quella Superiore.



## VALUTAZIONI RELATIVE ALL'ANNO 2009

Per gli indici inerenti la media oraria, la media mobile di otto ore e la media giornaliera, il numero dei casi riportato nelle tabelle rappresenta la frequenza percentuale; nella colonna denominata "N° totale dei dati" è riportato il numero complessivo dei valori validi raccolti nell'arco dell'anno. Per quanto riguarda il parametro della media annuale è espressa l'appartenenza ad una delle classi relative alle soglie di valutazione, la colonna denominata "N° totale dei dati" esprime l'aggregato pluriorario valido nell'anno che costituisce la base di elaborazione per l'indicatore.

### CO

#### Protezione della salute umana – media mobile 8 ore

Soglia di Valutazione Inferiore =  $5 \text{ mg/m}^3$

Soglia di Valutazione Superiore =  $7 \text{ mg/m}^3$

% dati	$\leq \text{SVI}$ < 5	$> \text{SVI} \leq \text{SVS}$ 5 +7	SVS 7 + 10	VL 10	N° totale dati (Media mobile 8 ore)
<b>P. Repubblica</b>	100				8011
<b>Via Fiorentina</b>	100				8178
<b>Acropoli</b>	100				8152

### NO<sub>2</sub>

#### Protezione della salute umana – media oraria

Soglia di Valutazione Inferiore =  $100 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (da non superare più di 8 volte all'anno)

Soglia di Valutazione Superiore =  $140 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (da non superare più di 8 volte all'anno)

% dati	$\leq \text{SVI}$ < 100	$> \text{SVI} \leq \text{SVS}$ 100 +140	SVS 140 + 200	VL 200	N° totale dati (valori orari)
<b>P. Repubblica</b>	97,4	2,5	0,1		8074
<b>Via Fiorentina</b>	97,56	2,18	0,25	<b>0,01</b>	8110
<b>Acropoli</b>	99,9	0,1			8175
<b>Casa Stabbi</b>	100				7603



#### Superamenti della soglia di valutazione inferiore:

Stazione di misura di P.za Della Repubblica = 210  
Stazione di misura di Via Fiorentina = 198  
Stazione di misura di Acropoli = 12

#### Superamenti della soglia di valutazione superiore:

Stazione di misura di P.za Della Repubblica = 12  
Stazione di misura di Via Fiorentina = 21

#### Protezione della salute umana – media annuale

Soglia di Valutazione Inferiore =  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Soglia di Valutazione Superiore =  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$

	$\leq \text{SVI}$ < 26	$> \text{SVI} \leq \text{SVS}$ 26 + 32	SVS 32 + 40	VL 40	N° totale dati (valori orari)
<b>P. Repubblica</b>				■ (46)	8074
<b>Via Fiorentina</b>			■ (38)		8110
<b>Acropoli</b>	■ (22)				8175
<b>Casa Stabbi</b>	■ (7)				7603

#### NO<sub>x</sub>

#### Protezione della vegetazione – media annuale

	$\leq \text{SVI}$ < 19,5	$> \text{SVI} \leq \text{SVS}$ 19,5 + 24	SVS 24 + 30	VL 30	N° totale dati (valori orari)
<b>P. Repubblica</b>				■ (99)	8074
<b>Via Fiorentina</b>				■ (72)	8110
<b>Acropoli</b>				■ (35)	8175
<b>Casa Stabbi</b>	■ (11)				7603



## PM<sub>10</sub>

### Protezione della salute umana – media giornaliera

Soglia di Valutazione Inferiore = 20 µg/m<sup>3</sup> (da non superare più di 7 volte all'anno)

Soglia di Valutazione Superiore = 30 µg/m<sup>3</sup> (da non superare più di 7 volte all'anno)

% dati	≤ SVI < 20	> SVI ≤ SVS 20 + 30	SVS 30 + 50	VS 50	N° totale dati (valori giornalieri)
<b>P. Repubblica</b>	12,5	45,2	37,7	4,6	345
<b>Via Fiorentina</b>	23,5	36,3	30,2	10,1	358
<b>Casa Stabbi</b>	89,1	10,1			338

	N° totale dati (valori giornalieri)	N° superamenti SVI	N° superamenti SVS
<b>P. Repubblica</b>	345	<b>302</b>	<b>146</b>
<b>Via Fiorentina</b>	358	<b>274</b>	<b>144</b>
<b>Casa Stabbi</b>	338	<b>37</b>	

### Protezione della salute umana – media annuale

Soglia di Valutazione Inferiore = 10 µg/m<sup>3</sup>

Soglia di Valutazione Superiore = 14 µg/m<sup>3</sup>

	≤ SVI < 10	> SVI ≤ SVS 10 + 14	SVS 14 + 40	VS 40	N° totale dati (valori giornalieri)
<b>P. Repubblica</b>			■ (30)		345
<b>Via Fiorentina</b>			■ (30)		358
<b>Casa Stabbi</b>		■ (11)			338



## **C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> - Benzene**

Soglia di Valutazione Inferiore = 2 µg/m<sup>3</sup> (da non superare più di 7 volte all'anno)  
Soglia di Valutazione Superiore = 3,5 µg/m<sup>3</sup> (da non superare più di 7 volte all'anno)

### **Protezione della salute umana – media annuale**

	≤ SVI < 2,0	> SVI ≤ SVS 2,0 ÷ 3,5	SVS 3,5 ÷ 5,0	VS 5,0	N° totale dati (giorni campionamento)
<b>P. Repubblica</b>				■ (5,7)	84
<b>Via Fiorentina</b>			■ (5,0)		84
<b>Acropoli</b>			■ (4,3)		84
<b>Piazza Grande</b>				■ (5,4)	84
<b>Tortaia</b>			■ (4,8)		84

Le valutazioni complessive confermano la necessità di proseguire il monitoraggio della qualità dell'aria nella Città di Arezzo con sistemi automatici in continuo.

### **3 VERIFICHE DI QUALITA'**

#### **Controllo Di Attendibilità Dei Dati Forniti Dalla Strumentazione**

Al fine di garantire l'affidabilità dei dati prodotti dalla rete di monitoraggio, in relazione alle linee di indirizzo della IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica" sono stati effettuati controlli strumentali su tre livelli. Il primo, finalizzato ad evidenziare gli eventuali malfunzionamenti e le derive strumentali è rappresentato dal controllo automatico giornaliero. E' effettuato in automatico mediante un sistema di calibrazione ubicato nella stazione di misura e fa riferimento ad una miscela di gas a concentrazione nota ed un calibratore che svolge la funzione di diluitore.

Lo scopo delle verifiche di secondo livello, è di controllare ed eventualmente correggere il segnale strumentale in relazione ai livelli di concentrazione di campioni secondari riferiti a miscele di gas di CO ed NO titolate dal CRTQA di ARPAT. Tale prova è effettuata mediante una taratura manuale a frequenza mensile che impiega un unico sistema di calibrazione per tipologia di analizzatore, indipendente dai sistemi di taratura di stazione. La strumentazione ed i campioni secondari di taratura, sono dedicati esclusivamente per questa attività.

Il terzo livello è rappresentato:

- dalla verifica mediante test statistici agli analizzatori di monossido di carbonio ed ossidi di azoto (limitata al canale del monossido di azoto);
- dalla verifica del canale NO<sub>2</sub> mediante miscela gas campione a bassa concentrazione degli analizzatori di ossidi di azoto;
- calibrazioni GPT finalizzate a verificare l'efficienza del convertitore al molibdeno degli analizzatori di ossidi di azoto;
- dalla determinazione dell'accuratezza sull'analizzatore di polveri PM<sub>10</sub> con filtro a massa dichiarata;
- dalla taratura degli analizzatori di O<sub>3</sub> con fotometro tarato.



I sistemi di calibrazione ed i campioni secondari (ottenuti per trasferimento dallo standard primario di cui è provvisto il CRTQA) relativi alle verifiche di terzo livello sono gli stessi impiegati nelle operazioni di taratura manuale mensile (relative al secondo livello).

I controlli di attendibilità mediante i test statistici del terzo livello, permettono di calcolare il grado di dispersione relativo ai valori stimati per la pendenza e l'intercetta della retta di taratura ottenuta nel corso di tre cicli consecutivi di zero e span strumentale. Il test confronta i valori dei coefficienti della curva di taratura ottenuti nella prova con i relativi indici di accettabilità prefissati, esprimendo un giudizio di valore. L'intervallo di confidenza prescelto per l'elaborazione statistica è del 95%.

Qualora il test non sia superato, sono attivati controlli e verifiche come previsto dalle linee di indirizzo della IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica".

Queste verifiche sono effettuate per i parametri di monossido di carbonio e di azoto con frequenza quadrimestrale.

La verifica del canale di biossido di azoto, è effettuata con frequenza annuale ed è finalizzata a controllare un elemento di criticità degli analizzatori di ossidi di azoto che utilizzano il principio di misura della chemiluminescenza, rappresentato dal convertitore al molibdeno, il cui grado di inefficienza determina una sottostima dei valori di biossido di azoto. Il controllo della risposta del convertitore al molibdeno è effettuata mediante una miscela gas campione certificata a bassa concentrazione (valore nominale 400 ppb, incertezza dichiarata dal produttore 5%).

La risposta strumentale degli analizzatori di materiale particolato  $PM_{10}$  è controllata con sistemi di taratura forniti dalle ditte produttrici degli analizzatori (filtro dalla massa dichiarata per l'analizzatore TEOM e blocchetto di riscontro a densità superficiale nota per l'analizzatore ENVIRONNEMENT). Per quanto attiene l'analizzatore TEOM installato nella stazione di misura di P.za della Repubblica, i dati ottenuti dalla prova sono impiegati per il calcolo dell'accuratezza in relazione alla costante di calibrazione  $K_0$  impostata nello strumento; questo strumento è stato dismesso il 31 ottobre 2009 e sostituito con un analizzatore bicanale  $PM_{10}/PM_{2,5}$ . Le prove di taratura per l'analizzatore ENVIRONNEMENT installato nella stazione di Via Fiorentina permettono di determinare la costante strumentale nonché la deviazione standard rispetto al precedente valore di costante impostato allo strumento assunto come riferimento.

La prima tabella di quelle sottostanti, riporta i valori di riferimento per l'intercetta e la pendenza nell'ambito del controllo di attendibilità del dato mediante test statistici per gli analizzatori di monossido di carbonio e di azoto. Nella tabella successiva sono mostrati i valori di riferimento per l'accuratezza relativi alla prova sull'analizzatore di  $PM_{10}$  con il filtro a massa dichiarata ( $K_0$  è il valore della costante di calibrazione dell'analizzatore di polveri  $PM_{10}$  per l'analizzatore TEOM) dichiarati dal costruttore.

Tabella 3.1 valori di riferimento per l'intercetta e la pendenza retta di taratura nel controllo di attendibilità del dato per gli analizzatori di monossido di carbonio e di azoto.

Inquinante	Pendenza	Intercetta
CO	$1 \pm 0,1$	$0 \pm 0,1$
NO	$1 \pm 0,1$	$0 \pm 5$

Tabella 3.2 valori di riferimento per l'accuratezza relativi alla prova sull'analizzatore di  $PM_{10}$  con il filtro a massa dichiarata ( $K_0$  è il valore della costante di calibrazione dell'analizzatore di polveri  $PM_{10}$  per l'analizzatore TEOM)

Inquinante	Accuratezza %
	$K_0$
$PM_{10}$	$\pm 2,5$





## Controllo di attendibilità dei dati anno 2009

La presente sezione illustra una sintesi dei controlli di affidabilità relativi al terzo livello effettuati agli analizzatori della rete di Arezzo.

### Test statistici

I test statistici di attendibilità del dato effettuati nell'anno 2009 hanno fornito complessivamente risultati accettabili. La tabella sottostante sintetizza i risultati delle prove mediate giudizi di valore sui test applicati alle tre prove effettuate nel corso dell'anno per ogni singolo analizzatore della rete di rilevamento, il giudizio espresso, rappresenta la valutazione complessiva risultante dalle prove che, almeno in 2/3 dei casi, hanno conseguito lo stesso risultato (es.: positivo/positivo/negativo = positivo).

Tabella 3.3 risultati test statistici anno 2009

ANALIZZATORE/STAZIONE	Pendenza	Intercetta
CO ML 8830/Autolaboratorio	POSITIVO	POSITIVO
NO ML 8841/Autolaboratorio	POSITIVO	POSITIVO
NO ML 8841/Acropoli	POSITIVO	POSITIVO
CO TEI 48C/Acropoli	POSITIVO	POSITIVO
CO ML 8830/Fiorentina	POSITIVO	POSITIVO
NO ML 8841/Fiorentina	POSITIVO	POSITIVO
CO ML 8830-API 300E/Repubblica	POSITIVO	NEGATIVO
NO ML 8841-API 200E/Repubblica	POSITIVO	POSITIVO
NO TEI 48C/ Casa Stabbi	POSITIVO	POSITIVO

Dall'esame della tabella traspare un caso di criticità per i valori di intercetta per l'analizzatore di monossido di carbonio della stazione di misura di P.za Repubblica; tale situazione è dovuta alla fuoriuscita dall'intervallo di accettabilità ( $0 \pm 0,1$ ) dei risultati dei test relativi all'intercetta (2 test negativi su 3), in un caso per il valore massimo e nell'altro per il valore minimo. Questo test risulta complesso perché nelle prove si opera in un intervallo della scala di misura basso, nel quale l'incertezza ha un maggiore peso, considerato che gli analizzatori possiedono un limite di rilevabilità di  $0,2 \text{ mg/m}^3$  ed una precisione  $< \pm 0,02 \text{ ppm}$  dal 20 % all'80 % del fondo scala strumentale (50 ppm). L'analizzatore è stato sostituito nel mese di novembre con uno nuovo avente un limite di rilevabilità molto più basso ( $0,04 \text{ mg/m}^3$ ) e pertanto in grado di fornire dati affetti da una minor incertezza sulla lettura di valori prossimi all'inizio della scala di misura ingegneristica.

I risultati ottenuti dalle prove su tutta la rete sono complessivamente da ritenersi buoni.

### Controlli agli analizzatori di materiale particolato PM10

I controlli effettuati con il filtro a massa dichiarata sull'analizzatore di materiale particolato  $\text{PM}_{10}$  installato nella stazione di P.za della Repubblica hanno fornito, relativamente alla costante  $K_0$ , valori di accuratezza media del  $-4,2\%$ ; tale valore risulta non conforme a quello di riferimento fissato dal costruttore ( $\pm 2,5 \%$ ). A seguito dei risultati di questi controlli, in relazione alle linee di indirizzo della IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica" è stato effettuato dalla società incaricata della manutenzione alla rete di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo, un intervento di manutenzione straordinaria finalizzato a controllare la corretta funzionalità di alcuni elementi critici strumentali quali il flusso di aspirazione, i trasduttori della temperatura, l'efficienza mass dei flow controller e la pulizia della testa di prelievo; tali controlli hanno fornito risultati nella norma. Questo strumento è stato dismesso il 30 ottobre 2009 e sostituito con un analizzatore bicanale  $\text{PM}_{10}/\text{PM}_{2,5}$ .



Per quanto attiene l'analizzatore di PM<sub>10</sub> Environnement installato nella stazione di misura di Via Fiorentina, le prove di taratura hanno fornito un valore medio della costante strumentale di 0,888 ed una deviazione standard media del 2,2 %; tali risultati, in relazione agli indici di riferimento fissati dal manuale di strumento redatto dal costruttore, sono da ritenersi soddisfacenti.

### Controlli effettuati dal CRTQA

L'attività di verifica delle tarature degli analizzatori della rete di Arezzo effettuata nell'anno 2009 dal Centro Regionale di Tutela della Qualità dell'aria (CRTQA) di ARPAT, ubicato presso il dipartimento di Livorno ha riguardato gli analizzatori di ozono ed ossidi di azoto installati nella stazione di misura di Casa Stabbi appartenente alla rete regionale dell'ozono e del PM<sub>10</sub>. E' stato effettuato inoltre un audit agli analizzatori di materiale particolato in particolare per l'analizzatore PM<sub>10</sub> installato nella stazione di misura di Via Fiorentina e di PM<sub>2,5</sub> dell'autolaboratorio in diverse postazioni di misura della provincia di Arezzo.

Per quanto attiene l'ozono, le operazioni di taratura sono state effettuate presso la sede del CRTQA mediante generatore standard primario di riferimento TEI 49 CPS tarato presso l'Istituto Nazionale di Riferimento Metrologico (INRIM) di Torino. Il protocollo di taratura applicato dal CRTQA ha previsto, in una prima fase, l'allineamento zero-span allo standard primario, ed una successiva verifica su sei cicli di generazione e di analisi di ozono, nel quale in ogni ciclo sono stati impostati dieci valori di concentrazione (da 0 a 450 ppb).

Sono stati effettuate due verifiche, la prima nei giorni 30-31 marzo e la seconda nei giorni 13-19 maggio 2009. Nella prima verifica del mese di marzo, in fase di allineamento allo standard primario, il livello di zero si è attestato su valori negativi e lo span è risultato in difetto in maniera significativa (pendenza = 1,709; intercetta = - 13,4 della retta di taratura). Le prove sono state effettuate con i coefficienti interni dello strumento impostati ai valori teorici (pendenza = 1,00; intercetta = 0) mentre i pregressi erano pendenza = 1,483 ed intercetta = 8,4 ppb. Inoltre per quanto riguarda il generatore di ozono interno che fornisce concentrazioni di ozono note per il controllo di span strumentale, lo strumento ha mostrato durante la fase di erogazione a più livelli di concentrazione, uno scostamento percentuale dal riferimento superiore a quanto definito dalla normativa (15 % - D.Lgs 183/2004). In relazione ai risultati della verifica, nonché alle linee di indirizzo della IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica" è stato effettuato dalla società incaricata della manutenzione alla rete di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo, un intervento di manutenzione straordinaria. La nuova verifica effettuata dal CRTQA allo strumento ha mostrato un ottimo allineamento allo standard primario (scostamento % dallo span di riferimento pari all'1%) ed ha restituito una retta di regressione per l'analizzatore rispetto al riferimento caratterizzata dai seguenti termini:

pendenza = 1,002

intercetta = 0 ppb

I risultati del rapporto di prova sono da ritenersi positivi in relazione ai riferimenti tecnico-normativi.

Per quanto attiene l'analizzatore di ossidi di azoto installato nella stazione di misura di Casa Stabbi, le verifiche sono state effettuate nei giorni 1-14 settembre presso la sede del CRTQA. Le prove hanno messo in evidenza:

- un disallineamento dei canali NO-NO<sub>x</sub> rispetto alla miscela primaria di span del 7,5 % (riferimento allegato X DM60/2002 = < 15 %);
- verifiche di linearità con miscele intermedie ed uno zero strumentale conformi ai riferimenti tecnici (differenza tra valore atteso e valore letto entro il 2 % del fondo scala - Standard EPA);
- efficienza del convertitore al molibdeno al 100 % (standard EPA 96 % ≤ E ≤ 102 % - UNI-EN 142111:2005 E ≥ 95 %).

In base ai risultati ottenuti la prestazione dell'analizzatore esaminato è stata positiva.



L'audit alla strumentazione di materiale particolato installata nella stazione di misura di Via Fiorentina e dell'autolaboratorio è stato effettuato nel periodo compreso fra la terza decade di luglio e la metà di ottobre 2009, nel quale sono stati effettuati complessivamente 24 campioni di materiale particolato da sottoporre a prova. La prova si è basata su un campionamento in parallelo del materiale particolato PM10/PM2,5 mediante un sistema di campionamento manuale TCR Tecora completo di testa di prelievo conforme EPA alloggiata in prossimità della testa di prelievo dello strumento automatico da sottoporre a verifica. All'occorrenza, il sistema di prelievo parallelo assunto come riferimento, è stato adattato per il campionamento del PM2,5 mediante modifica del condotto di aspirazione e selezione del flusso di aria ambiente. Per quanto attiene il PM10 sono stati campionati quattordici filtri, nove in fibra di quarzo e 5 in teflon, per il PM2,5 sono stati campionati 10 filtri in teflon. Tutti i filtri sono stati condizionati e pesati (72 ore in condizioni  $T = 20^{\circ}\text{C}$  e U.R. = 50 %) precedentemente presso il laboratorio del CRTQA secondo le specifiche prescrizioni previste dalla norma tecnica europea UNI EN 12341. La sessione di pesate è stata ripetuta, previa nuova climatizzazione, al termine dell'attività di campionamento. Gli analizzatori soggetti ad audit sono stati lo strumento Environnement MP-101 M installato nella stazione di misura di Via Fiorentina e lo strumento FAG modello FH-62-IN installato nell'autolaboratorio impiegato per le attività di monitoraggio del materiale particolato PM2,5 in varie postazione della provincia di Arezzo (Badia al Pino nel Comune di Civitella della Chiana, San Zeno ed Acropoli nel Comune di Arezzo). Il limite superiore di riferimento definito dall'Allegato X del DM 60/2002 definisce un'incertezza nelle misurazioni in continuo come obiettivo per la qualità dei dati del 25 %. Per quanto riguarda la verifica all'analizzatore di PM10 di Via Fiorentina, la correlazione riscontrata soddisfa sostanzialmente le condizioni richieste indipendentemente dal tipo di supporto filtrante utilizzato (scarto percentuale medio dei campioni - 3 %); il rapporto di prova rilasciato del CRTQA ha messo in evidenza tuttavia una discordanza tra le due diverse tipologie di supporto, filtrante poiché il teflon ha fornito un fattore di correlazione ben determinato intorno al 25 % mentre la fibra di quarzo ha presentato scostamenti variabili compresi nell'intervallo da - 11 % a + 36 %. Il numero limitato di campioni non ha permesso di stabilire con certezza mediante statistiche, quale supporto sia da ritenere più affidabile. Per quanto attiene i valori di PM2,5 forniti dall'analizzatore FAG installato nell'autolaboratorio, non sono state soddisfatte in prevalenza le condizioni richieste dal DM 60 (coefficiente di correlazione < 95 %); è da rilevare che il numero di campioni disponibili per la verifica è stato ridotto perché il flusso aspirato nell'arco delle 24 ore dal sistema parallelo assunto come riferimento è risultato inferiore alle specifiche di funzionamento della pompa stessa (standard EPA:  $1\text{ m}^3$  al giorno). I dati disponibili per il controllo, pur se in numero ristretto (50 %) hanno fornito indicazioni riguardanti una sovrastima dell'analizzatore non accettabile. Pertanto in considerazione delle linee di indirizzo della IT SGQ.99.003 "Requisiti tecnici relativi al controllo della strumentazione automatica" è stato effettuato dalla società incaricata della manutenzione alla rete di rilevamento della qualità dell'aria di Arezzo, un intervento di manutenzione straordinaria il quale ha rilevato uno scorretto funzionamento del sensore del flusso di aspirazione che è stato sostituito.

I campioni di materiale particolato ottenuti dall'attività di audit sono stati sottoposti ad analisi in laboratorio per la determinazione dei metalli quali l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) ed il piombo (Pb).



## Controlli agli analizzatori NOx

Tabella 3.4 risultati calibrazioni NO<sub>2</sub> Anno 2009

Inquinante/Stazione	scarto %
NOx/Autolaboratorio	-0.9
NOx/Acropoli	-0.3
NOx/Casa Stabbi	2.5
NOx/Fiorentina	0.8
NOx/Repubblica	-0.3

La risposta del canale del biossido di azoto è controllata mediante una miscela di gas campione secondaria a bassa concentrazione (valore nominale certificato dal produttore 400 ppb  $\pm$  5%); mediante questa verifica, è stata valutata, anche se ad un solo livello di concentrazione, la capacità di conversione del convertitore al molibdeno degli analizzatori di ossidi di azoto e di conseguenza si è ottenuta un'indicazione sull'efficienza del convertitore al molibdeno. Tutti gli analizzatori hanno fornito una risposta buona con scarti compresi ampiamente nel range di incertezza del valore di riferimento nominale della miscela.

La determinazione dell'efficienza del convertitore al molibdeno secondo le indicazioni dello standard EPA e della norma tecnica UNI – EN 14211:2005 mediante calibrazione GPT è stata effettuata dal personale del CRTQA di ARPAT all'analizzatore TEI 42C installato nella stazione di misura di Casa Stabbi; i risultati della verifica hanno fornito esiti positivi giacché le prove hanno fornito un valore medio di efficienza del convertitore al molibdeno prossimo al 100 % (riferimenti: standard EPA 96 %  $\leq$  E  $\leq$  102 % - UNI-EN 14211:2005 E  $\geq$  95 %)

## 4. CAMPAGNE CON AUTOLABORATORIO E CAMPIONATORI PASSIVI

### Le campagne di misura

Nel corso dell'anno sono state effettuate nel territorio provinciale, le seguenti campagne di monitoraggio:

Tabella 4.1 sintesi campagne di misura effettuate con l'autolaboratorio, con campionatori passivi ed attivi

tipologia campagna	n° campagne
laboratorio mobile (strumentazione automatica)	5
campionatori passivi (campionatori manuali discontinui)	1
Metalli (As, Cd, Ni, Pb) (campagna spot – strumentazione manuale)	1

L'autolaboratorio ha effettuato campagne di misura nei Comuni di Arezzo (campagna di monitoraggio del PM<sub>2,5</sub> presso le postazioni di Via Fiorentina, Acropoli e della Zona Industriale di San Zeno), Civitella della Chiana (campagna di monitoraggio del PM<sub>2,5</sub> presso le postazioni di misura di Badia al Pino) e di Montevarchi (postazione di Via Fonte Moschetta).



Per quanto riguarda il benzene, è stata effettuata una campagna di monitoraggio del benzene mediante campionatori passivi nei territori dei Comuni di Arezzo, Bibbiena, Cortona, Montevarchi e Sansepolcro.

### Campagne di monitoraggio realizzate nel Comune di Arezzo

La tabella seguente mostra le campagne di misura realizzate nel Comune di Arezzo nell'anno 2009 mediante la strumentazione automatica installata nell'autolaboratorio, con campionatori passivi e con strumentazione manuale.

Tabella 4.2 sintesi campagne di misura effettuate nel Comune di Arezzo

Parametro	Tipo di campionatore	Periodo misura	n° siti	Note
CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NMHC, DV, VV	Analizzatori in continuo	19/05/09 – 29/05/09 08 – 22/07/09 29/09/09 – 13/10/09 08 – 22/02/2010	1	Zona Industriale San Zeno, strada A
CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NMHC, DV, VV	Analizzatori in continuo	24/02/09 – 10/03/09 21/04/09 – 05/05/09 23/07/09 – 05/08/09 30/10/09 – 10/11/09	1	Via Fiorentina (adiacente stazione di misura di Via Fiorentina)
CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM <sub>2,5</sub> , NMHC, DV, VV	Analizzatori in continuo	10 – 24/02/09 05 – 19/05/09 05 – 29/08/09 13/10/09 – 30/10/09	1	Via Beato Angelico (adiacente stazione di misura Acropoli)
Benzene	passivo	23/01/09 – 29/12/09	5	Campagne articolate nel territorio del Comune di Arezzo (P.za Repubblica, Via Fiorentina, Acropoli, Tortaia e Piazza Grande)
As, Cd, Ni, Pb	Strumentazione manuale	24/07/09 – 15/10/09	3	Campagna articolata nel territorio del Comune di Arezzo (Via Fiorentina, San Zeno)

Le campagne di monitoraggio effettuate con l'autolaboratorio hanno avuto come obiettivo primario il rilevamento della frazione 2,5 respirabile del materiale particolato. Il piano di utilizzo dell'autolaboratorio, predisposto in accordo al documento di processo di ARPAT DP SGQ.99.016 "monitoraggio della qualità dell'aria mediante reti di rilevamento" è stato organizzato, in relazione agli obiettivi di qualità dei dati fissati dalla legislazione che disciplina la qualità dell'aria nei termini di periodo minimo di copertura (per le misure indicative è pari al 14 % articolato su almeno 8 settimane di misurazioni distribuite equamente nell'arco dell'anno) e di raccolta minima dei dati (90 %). La legislazione europea e nazionale che definisce le linee di indirizzo riguardanti le campagne di monitoraggio mediante mezzi mobili sono le seguenti:

- allegato I del Decreto n. 261/2002;
- allegato X DM 60/2002;
- allegato I della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio;
- punto 4 Deliberazione Giunta Regione Toscana N° 450/2009.

Per quanto attiene l'area urbana, è stata monitorata, per un periodo di osservazione di 49 giorni, la zona di Via Fiorentina (posizionamento dell'autolaboratorio a fianco della stazione di misura urbana traffico di Via Fiorentina) e per 63 giorni la zona di Via Beato Angelico (posizionamento dell'autolaboratorio a fianco della stazione di misura urbana fondo di Acropoli).



Relativamente alla zona periferica è stata monitorata per un periodo di osservazione di 47 giorni, la zona industriale di San Zeno, postazione di misura strada A, di fronte all'attività di ristorazione della zona industriale, nello stesso punto di ubicazione della stazione di misura fissa che ha rilevato la qualità dell'aria dall'anno 1990 all'anno 1994 e dell'autolaboratorio nelle precedenti campagne effettuate nel periodo 2006-2009. Il monitoraggio del PM<sub>2,5</sub> è stato effettuato nel biennio 2008-2009 (negli anni precedenti è stato effettuato il monitoraggio del PM<sub>10</sub>).

I periodi di copertura delle postazioni di misura in oggetto, espressi in % e riferiti a 365 giorni, sono indicati nella tabella sottostante:

Tabella 4.3 periodi di copertura campagne di misura effettuate nel Comune di Arezzo

Postazione di misura	Periodo di copertura (%)
Zona Industriale San Zeno, strada A	13 %
Via Fiorentina (adiacente stazione di misura di Via Fiorentina)	13 %
Via Beato Angelico (adiacente stazione di misura Acropoli)	17 %

Le postazioni di Via Fiorentina e San Zeno presentano un periodo di copertura poco inferiore al riferimento del 14 % relativo alle misure indicative a seguito dell'invalidazione di alcuni dati giornalieri nella campagna relativa al periodo estivo (via Fiorentina) ed all'autunno (San Zeno) per attività di manutenzione straordinaria all'analizzatore.

Per la misura del materiale particolato PM<sub>2,5</sub> è stato utilizzato lo strumento automatico FAG mod. FH 62 I-N, inv. n. 4688, basato sul principio di misura dell'assorbimento di radiazioni  $\beta$ , mezzo di filtrazione rappresentato da un nastro in fibra di vetro, prodotto dalla ditta FAG Kugelfischer (ESM Andersen), Germania. Lo strumento non effettua il riscaldamento della linea di prelievo e del filtro di campionamento i quali sono mantenuti alla temperatura ambiente. E' stato impiegato il dispositivo di separazione granulometrica PM 2,5 TCR – TECORA EN 12341 con flusso di aspirazione 1 m<sup>3</sup>/h.

I risultati dell'attività di rilevamento del PM<sub>2,5</sub> sono mostrati nella tabella sottostante:

Tabella 4.4 valori PM<sub>2,5</sub> campagne effettuate con l'autolaboratorio nel Comune di Arezzo

Postazione di misura	media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	valore massimo giornaliero $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>San Zeno</b>	22	39
<b>Via Fiorentina</b>	24	52
<b>Acropoli</b>	24	59

L'esame dei dati mostrati in tabella mette in evidenza una distribuzione spaziale media del materiale particolato PM<sub>2,5</sub> sostanzialmente equivalente; esistono differenze per quanto riguarda il valore massimo giornaliero, per il quale l'area urbana, contraddistinta da valori massimi tra loro equivalenti, registra livelli superiori di circa il 30 % rispetto alla zona industriale di San Zeno. I valori medi annuali sono di poco inferiori al valore limite (25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in vigore al 1 gennaio 2015) nonché al valore obiettivo (25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  da raggiungersi al 1° gennaio 2010) definiti dall'allegato XIV della direttiva 2008/50/CE del 21/5/2008. A differenza del materiale particolato PM<sub>10</sub>, la direttiva non definisce valori limite per l'indicare relativo alla media giornaliera di PM<sub>2,5</sub>; per questo indicatore è stato fissato un valore guida dall'OMS pari a 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  finalizzato alla prevenzione delle malattie derivanti dall'esposizione di questo agente inquinante, mediante la proposta di valori "sfidanti" per richiamare l'attenzione delle autorità pubbliche.



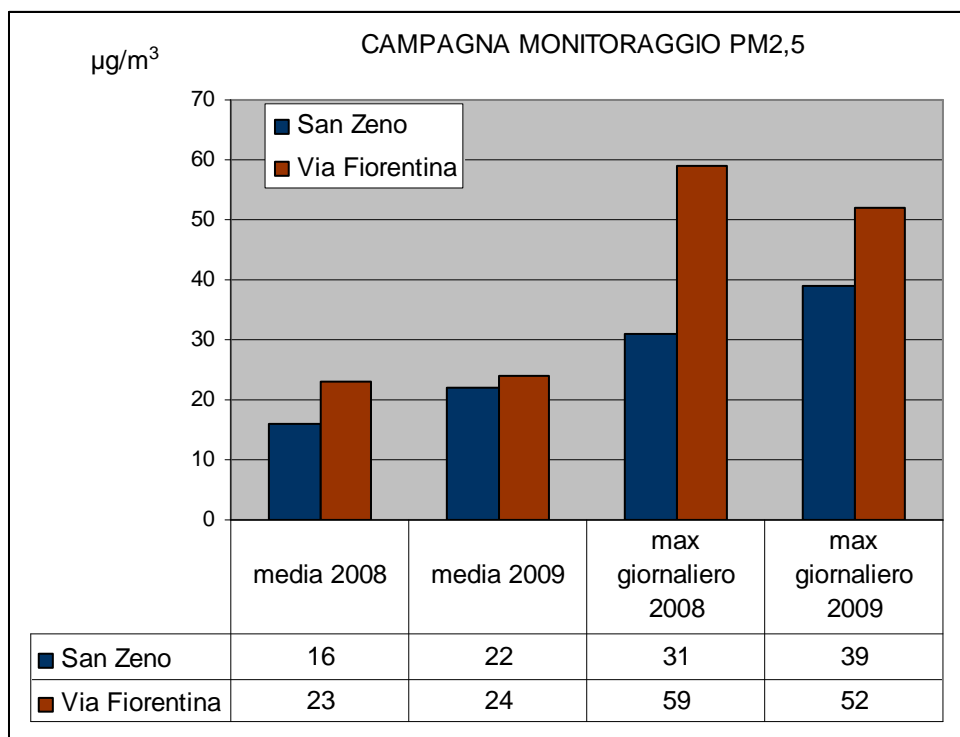


Nella zona industriale di San Zeno è stato ottenuto il valore massimo giornaliero di PM<sub>2,5</sub> superiore al valore guida OMS (39 µg/m<sup>3</sup> il giorno 30 settembre 2009) e complessivamente sono stati registrati 17 giorni (36 %) di superamento nei 47 giorni relativi all'intera campagna di monitoraggio. Relativamente alle postazioni urbane, in considerazione del valore guida OMS relativo alla media giornaliera, si registrano 17 casi di superamento nella postazione di Via Fiorentina (35 %) su 49 giorni complessivi della campagna di misura e 26 casi nella postazione di Acropoli (41 %) su 63 giorni complessivi della campagna di misura.

I superamenti sono stati registrati in tutto il periodo della campagna, i più numerosi si sono verificati nella campagna primaverile ed estiva.

Se si considerano i valori medi di materiale particolato PM<sub>2,5</sub> rilevati nella campagna effettuata nell'anno 2008 nelle postazioni di misura di Via Fiorentina e San Zeno, si riscontra una sostanziale stabilità nella postazione di Via Fiorentina ed un incremento nella Zona industriale di San Zeno (+27 %); per quanto attiene il valore massimo giornaliero sono sostanzialmente riconfermate le variazioni valutate per il valore medio indicate nel presente commento.

Grafico 4.1 valori degli indicatori PM<sub>2,5</sub> campagne 2008 - 2009



La campagna di misura del materiale particolato PM<sub>2,5</sub> con l'autolaboratorio presso le postazioni di misura di San Zeno e di Via Fiorentina, proseguirà anche nell'anno 2010, affinché, al termine del triennio 2008-2010, potrà essere elaborato il relativo valore medio che potrebbe essere utilizzato, tenendo presente che i valori si riferiscono a misure indicative, come informazione per il valore dell'indicatore di esposizione media definito al punto A dall'allegato XIV della direttiva 2008/50/CE del 21/5/2008.





Grafico 4.2 andamenti medie giornaliere PM10/PM2,5 Via Fiorentina

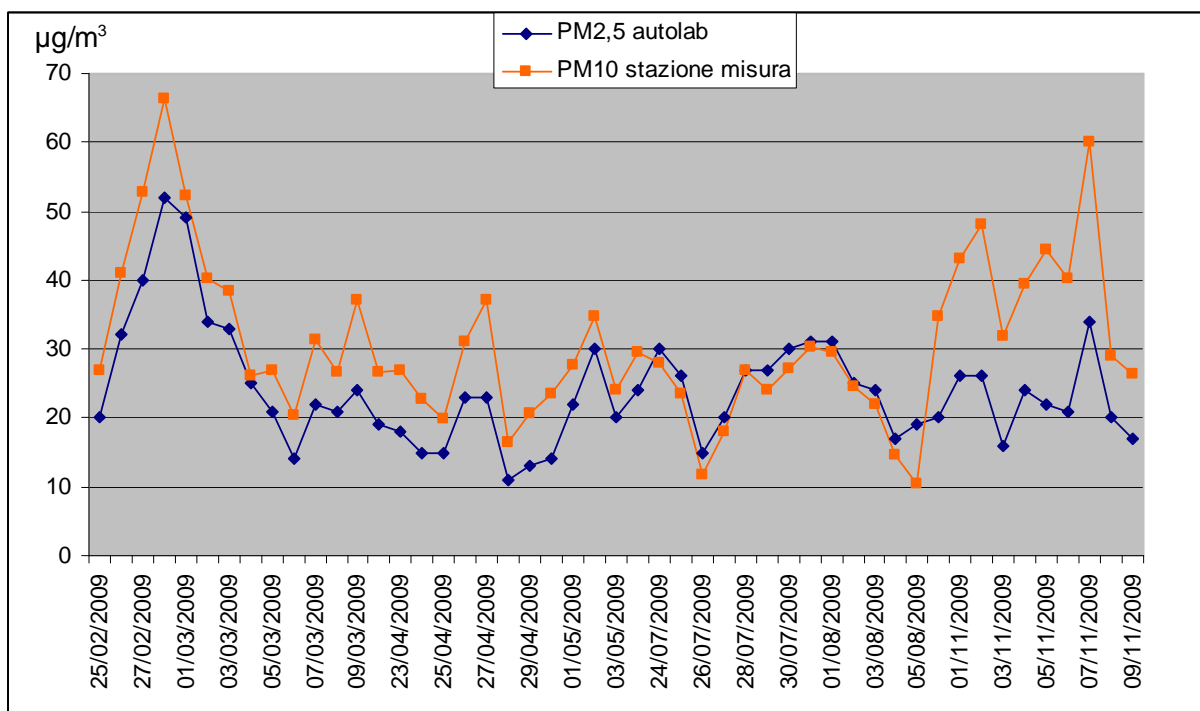
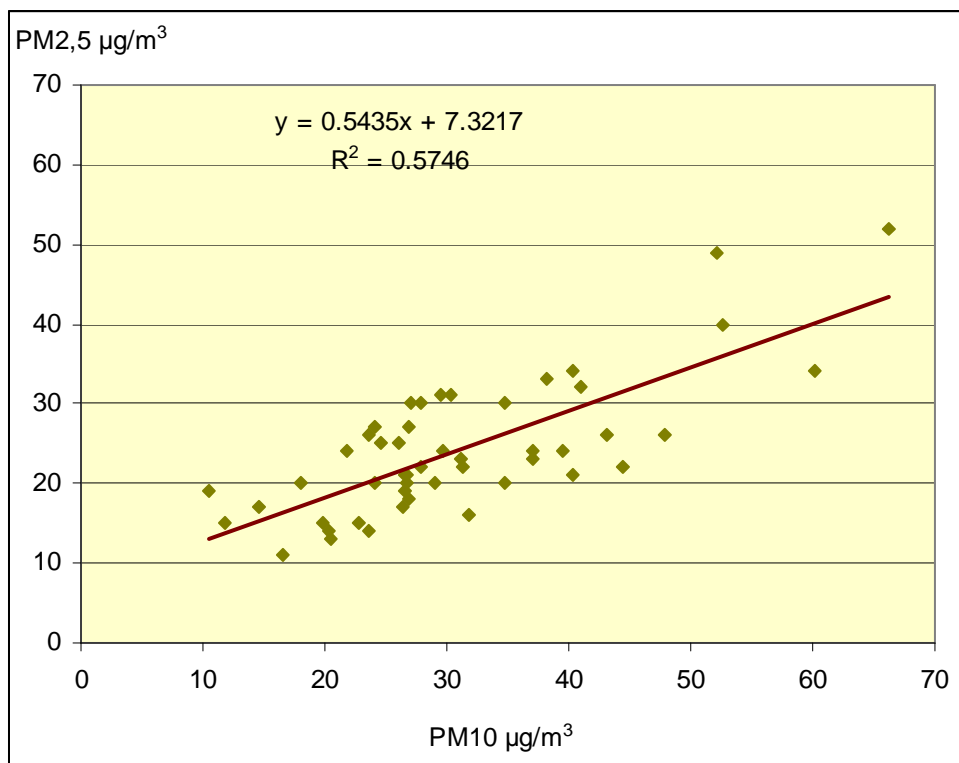


Grafico 4.3 dispersione valori medi giornalieri PM10/PM2,5 Via Fiorentina





Per quanto riguarda la zona di Via Fiorentina, in relazione ai valori di PM<sub>10</sub> misurati nello stesso periodo di osservazione dalla stazione di misura fissa, si riscontra che la frazione PM<sub>2,5</sub> rappresenta circa il 54 % del PM<sub>10</sub> (media PM<sub>10</sub> stazione di misura fissa nello stesso periodo di osservazione = 31 µg/m<sup>3</sup>). In relazione alla campagna effettuata nell'anno 2008 si rileva una riduzione del rapporto poiché nella precedente campagna la frazione 2,5% rappresentava il 65 % del PM<sub>10</sub>. Tuttavia lo studio PATOS promosso dalla Regione Toscana ed effettuato presso la stazione di misura di Via Fiorentina da ARPAT, Università di Firenze, Università di Pisa, e LaMMA, ha fornito, nel periodo settembre 2005 – settembre 2006, rapporti sovrapponibili a quelli rilevati nella campagna 2009 nel quale la frazione PM<sub>2,5</sub> rappresenta circa il 50 % del PM<sub>10</sub>. Anche la campagna la campagna effettuata con l'autolaboratorio nel periodo novembre-dicembre 2004 presso la stazione di misura urbana-traffico di P.zza della Repubblica, ha fornito un rapporto allineato alla campagna effettuata in Via Fiorentina nel 2009 poiché il PM<sub>2,5</sub> rappresentava il 50 % del PM<sub>10</sub>.

L'esame degli andamenti temporali delle medie giornaliere delle frazioni PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub>, mette praticamente in evidenza un'equivalenza dei livelli nel periodo estivo, tale irregolarità, è da attribuire alle particolari condizioni stagionali, caratterizzate dalla prevalenza della frazione secondaria e diminuzione della frazione carboniosa (POM e carbonio elementare) originata sostanzialmente dai motori a combustione interna e dagli impianti di riscaldamento. In queste condizioni di scarto minimo tra le due frazioni, le misure effettuate da analizzatori differenti, i quali possiedono limiti di rilevabilità ed incertezza propri, possono portare a valori sovrapponibili o in alcuni casi leggermente superiori della frazione 2,5 per l'effetto dell'errore strumentale della misura.

#### Campagna spot determinazione dei metalli

Come segnalato nel capitolo riguardante i controlli effettuati dal CRTQA di ARPAT, i campioni di materiale particolato PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub> ottenuti dall'audit agli analizzatori di PM<sub>10</sub> della stazione di misura di Via Fiorentina e di PM<sub>2,5</sub> dell'autolaboratorio nelle postazioni di misura di Via Fiorentina, e San Zeno, sono stati sottoposti ad analisi mediante metodo analitico basato sul principio di misura ECP – Plasma e dell'assorbimento atomico, per la determinazione di arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni), e piombo (Pb). La campagna di monitoraggio del tipo spot, è stata effettuata nel periodo osservazione compreso tra il 24/07/09 ed il 15/10/09 mediante un sistema di campionamento con strumentazione manuale le cui caratteristiche sono indicate nel capitolo riguardante l'audit. Le analisi sono state condotte dal laboratorio ARPAT di Arezzo (Cd, Ni, Pb - metodo UNI-EN 14902:2005) e dal laboratorio ARPAT di Grosseto (As - metodo UNI-EN ISO 17294-2:2005). I risultati sono mostrati nella tabella sottostante:

Tabella 4.5 valori metalli campagna spot 2009 materiale particolato PM<sub>10</sub> Via Fiorentina

	N°campioni	Media	Limite/Valore Obiettivo	Min	Max
Pb (AA) µg/m <sup>3</sup>	14	< 0,05	0,5	< 0,05	0,07
Ni (AA) ng/m <sup>3</sup>	14	5,5	20	< 2	30,5
As (ICP) ng/m <sup>3</sup>	14	< 1	6	< 1	< 1
Cd (AA) ng/m <sup>3</sup>	14	0,7	5	< 0,5	1,8

I valori dei metalli determinati nella campagna spot sono significativamente inferiori ai relativi limiti (valori obiettivo definiti dall'allegato I del D.Lgs 152/2007 e DLgs 120/2008 per Ni, As, Cd – valore limite definito dall'allegato IV DM 60 /2002 per Pb). Il Nichel rappresenta l'inquinante più rappresentativo della zona.



**Tabella 4.6 valori metalli campagna spot 2009 materiale particolato PM<sub>2,5</sub> postazione San Zeno**

	N° campioni	Media	Limite/Valore Obiettivo	Min	Max
Pb (AA) µg/m <sup>3</sup>	4	0,08	0,5	0,05	0,129
Ni (AA) ng/m <sup>3</sup>	4	< 2	20	< 2	< 2
As (ICP) ng/m <sup>3</sup>	4	< 1	6	< 1	< 1
Cd (AA) ng/m <sup>3</sup>	4	1,5	5	< 0,5	2,2

I valori dei metalli determinati nella campagna spot sono significativamente inferiori ai relativi limiti (valori obiettivo definiti dall'allegato I del DLgs 152/2007 e DLgs 120/2008 per Ni, As, Cd – valore limite definito dall'allegato IV DM 60 /2002 per Pb).

### **Campagna di monitoraggio del benzene nel territorio Provinciale**

Il piano di monitoraggio del benzene relativo al territorio provinciale nell'anno 2009 è stato contraddistinto da campionamenti mensili dal periodo di osservazione settimanale in attuazione del piano di monitoraggio già indicato al capitolo 1 della 2ª sezione. Il periodo di copertura programmato nel piano di monitoraggio si riferisce a misure indicative (14 % su base annuale). Le attività di monitoraggio del benzene hanno riguardato le seguenti postazioni di misura:

Bibbiena (SR 71), Montevarchi (Via del Tiglio, incrocio IPERCOOP), Camucia (Viale Regina Elena) e S. Sepolcro (SP 43).

I risultati della campagna di monitoraggio effettuata nel territorio della Provincia di Arezzo sono sintetizzati nella tabella sottostante:

**Tabella 4.7 valori annuali benzene provincia di Arezzo anno 2009**

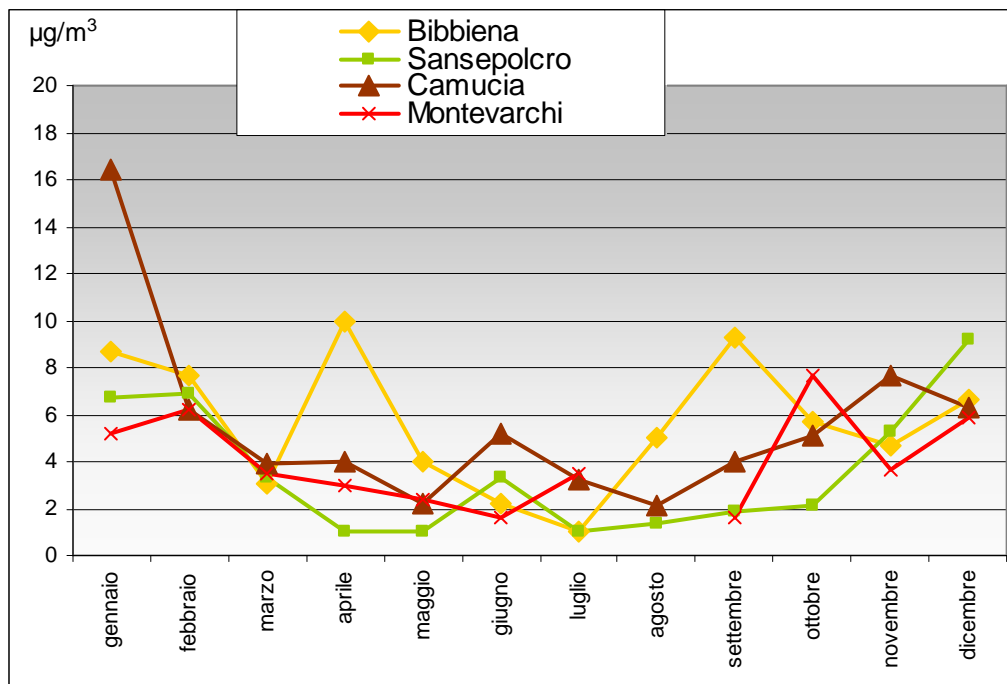
<b>Postazione</b>	<b>Benzene media annuale µg/m<sup>3</sup></b>
Casentino - Bibbiena	5,7
Valtiberina - Sansepolcro	3,6
Valdichiana - Camucia	5,5
Valdarno - Montevarchi	4,0
<b>VALORE LIMITE</b>	<b>5</b>

I valori dell'indicatore della media annuale sono superiori al valore limite a regime nell'anno 2010 nelle postazioni di Camucia e Bibbiena; le restanti postazioni si assestano su valori inferiori ai limiti. Il quadro dei dati rilevato conferma il contesto rilevato nei precedenti anni nel quale le postazioni di Camucia e Bibbiena registrano i valori più elevati.



## andamenti mensili:

grafico 4.4 andamenti mensili benzene provincia di Arezzo



Gli andamenti mensili evidenziano l'evoluzione caratteristica dei livelli di concentrazione in funzione delle variazioni delle condizioni meteorologiche stagionali, nel quale i valori più elevati si presentano nei mesi invernali caratterizzati dalla presenza del fenomeno meteorologico dell'inversione termica che provoca un accumulo degli inquinanti al suolo. E' riscontrata nel mese di gennaio presso la postazione di Camucia, un valore particolarmente elevato pari ai 16,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Gli andamenti mensili della postazione di Bibbiena mettono in evidenza un trend con dati fuori linea nei mesi di aprile e settembre, i quali sono da attribuire a particolari condizioni di microscala del periodo.

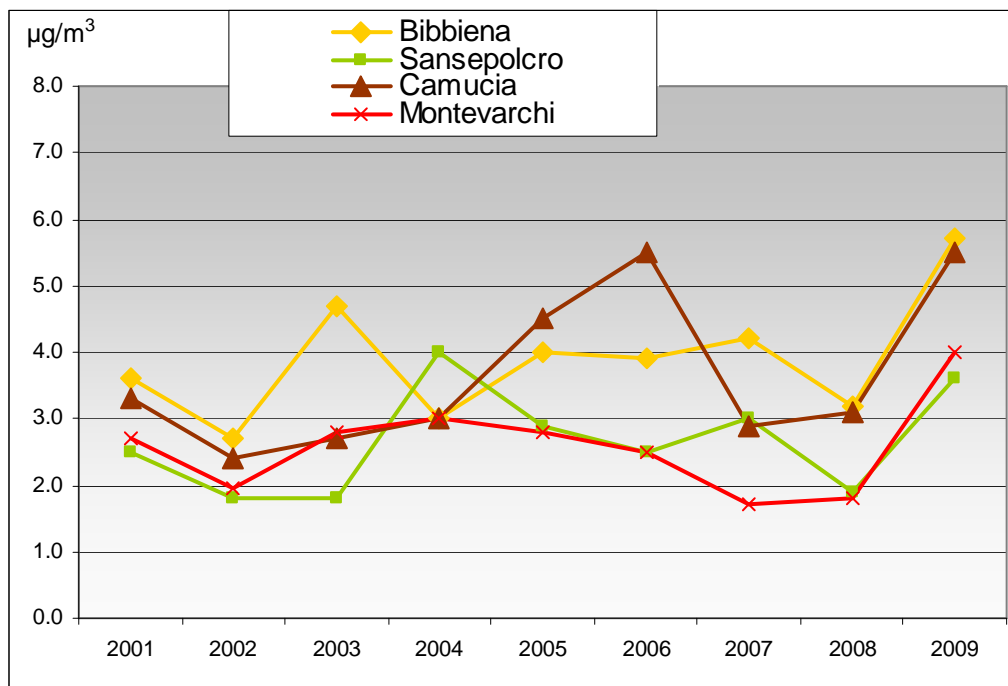
## andamenti annuali:

Tabella 4.87 valori annuali benzene provincia di Arezzo anni 2001 - 2009

ANNO	Bibbiena	Sansepolcro	Camucia	Montevarchi
2001	3.6	2.5	3.3	2.7
2002	2.7	1.8	2.4	2.0
2003	4.7	1.8	2.7	2.8
2004	3.0	4.0	3.0	3.0
2005	4.0	2.9	4.5	2.8
2006	3.9	2.5	5.5	2.5
2007	4.2	3.0	2.9	1.7
2008	3.2	1.9	3.1	1.8
2009	5.7	3.6	5.5	4.0
VALORE LIMITE DM 60	5.0			



grafico 4.5 andamenti media annuale benzene provincia di Arezzo (2001-2009)



Gli andamenti della media annuale mettono in evidenza valori prevalentemente inferiori al valore limite che sarà in vigore nell'anno 2010 ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) con l'eccezione delle postazioni di Bibbiena (anno 2009 =  $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Camucia (anni 2006 e 2009 =  $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). L'anno 2009 è caratterizzato da un incremento generalizzato dei valori dell'indicatore; questo trend è stato riscontrato anche nelle postazioni dell'area urbana di Arezzo.



## 5. LA METEOROLOGIA

### 5.1 Caratteristiche tecniche dei sensori

La tabella sottostante mostra le caratteristiche tecniche dei sensori in dotazione alla stazione meteorologica di Villa Chianini:

Tabella 5.1 caratteristiche tecniche sensori

PARAMETRO	Marca Modello	Principio Misura	CAMPO MISURA	Sensibilità	Precisione
TEMPERATURA	Micros STEP	Termoresistenza	- 50° / + 70°C		+/- 0,1 °C
UMIDITA'	Micros SRHS/C	Capacitivo	10 - 100 %	+/- 0,5 %	+/- 2 %
PRESSIONE	Micros TBAR	Elettronico a ponte piezoresistivo	700 - 1100 mbar	0,1 mbar	0,5 mbar
PIOGGIA	Micros PLUV	Bascula oscillante	0 - 300 mm/h	0,2 mm (500 cm <sup>2</sup> )	2%
RAD. SOL. GLOB.	PH.SHENK	Termocoppia	0 - 1300 w/m <sup>2</sup>	2,5 mV/J cm <sup>-2</sup> m <sup>-1</sup>	+/- 1 %
RAD. SOL. NETTA	NESA LP NET07	Termopila	- 500 / 1500 w/m <sup>2</sup>	17,67 mV (KW/m <sup>2</sup> )	5%
DV	Micros SVDV	Sistema a banderuola ad uscita potenziometrica	0 - 358 ° +/- 2 °	0,3 m/sec	1%
VV	Micros SVDV	rotazione a sistema magneti toroidale, sonda ad effetto Hall	0 - 50 m/sec	0,25 m/sec	+/- 0,25 nel campo 0-20 m/sec +/- 0,7 oltre i 20 m/sec

### 5.2 Rendimenti annuali

I rendimenti percentuali annuali dei sensori nell'anno 2009, peraltro caratterizzati da ottimi valori, sono mostrati nella tabella sottostante:

Tabella 2 all. 7 rendimenti annuali sensori meteo

Sensore	Rendimento %
Direzione Vento	96
Velocità Vento	96
Pressione	96
Temperatura	96
Umidità relativa	96
Radiazione solare globale	97
Radiazione solare netta	97
Pioggia	93



## 5.3 elaborazione dati meteorologici

**Tabella 5.3.1 precipitazioni cumulate giornaliere**

(mm)

giorno	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre
1	2.4	3	0.6	8.4	0	ND	0	0	0	0	0	11.8
2	0	15	8.2	4.6	2.4	ND	0	0	0	0	5.4	0.2
3	0	9	16.6	0	2.2	ND	0	3.4	0	0	0	0.2
4	0	0.4	14	0	0	0	ND	1	0	0	8.8	22.6
5	0	14.4	14.6	0.2	0.6	ND	ND	0	0	0	0	0
6	0	4	1.8	0.2	0	ND	0	0	0	0	9.6	0
7	9.4	12	0	0	0	ND	0	0	0	0	0	0.2
8	0	3	0	0	0	ND	0	0	0	0	13	0.4
9	0	0	0.2	0.4	0	ND	0	4.2	0	8	6.6	0
10	0	0.4	0	11.8	0	0	0	0.2	0	5.4	1.2	0
11	0	0	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.2	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14	2.6	0	0	0	0	0	0	0	29.4	0	0	0.6
15	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0
16	0	0	0	1.6	0	0	0	0	18.8	0	0	0
17	0.2	0	0	8.2	0	0	0	0	0.4	0	0	2.2
18	1.6	0.2	0	3.8	0	0	ND	0	0	0	0.2	0.4
19	0	0	3.2	15.2	0	0	0	0	0.4	0	0.2	0
20	1	0	3.8	0	0	6.4	0	0	24.0	0	0	7.8
21	1.2	0	1	0.6	0	0	0	0	0	1.4	0	4.2
22	0	0	0	0.2	0	0.2	0	0	0	46.8	0	11.2
23	9.8	0	0	1.6	0	0	0	0	0	7.8	0	4.6
24	9.8	0.2	7.2	0	ND	0	0	0	0	8	0	12.2
25	1.2	0	0	0	ND	0	0	0	0	0	0.2	10.4
26	7.2	0	0	1	ND	0	0	0	0	0	0	3.8
27	0.2	0	0	1	ND	0	0	0	0	0	1.8	0
28	0	0	3.2	0.4	ND	0	0	0	0	0	4.6	1.2
29	0		6	8	ND	0	0	0	0	0	0.4	3.8
30	0		1.2	0.8	ND	0	0	0	0	0	13.4	1.6
31	0		2		ND		0	0		0		18

**Tabella 5.3.2 precipitazioni mensili**

	CUMULATO MENSILE mm	MASSIMO GIORNALIERO mm
gennaio-09	48.8	9.8
febbraio-09	61.6	14.4
marzo-09	85.4	16.6
aprile-09	68	15.2
maggio-09	ND	ND
giugno-09	ND	ND
luglio-09	ND	ND
agosto-09	8.8	4.2
settembre-09	73.4	29.4
ottobre-09	105.6	46.8
novembre-09	65.6	13.4
dicembre-09	120.4	22.6

ND = non disponibile





Grafico 5.3.1 precipitazioni mensili

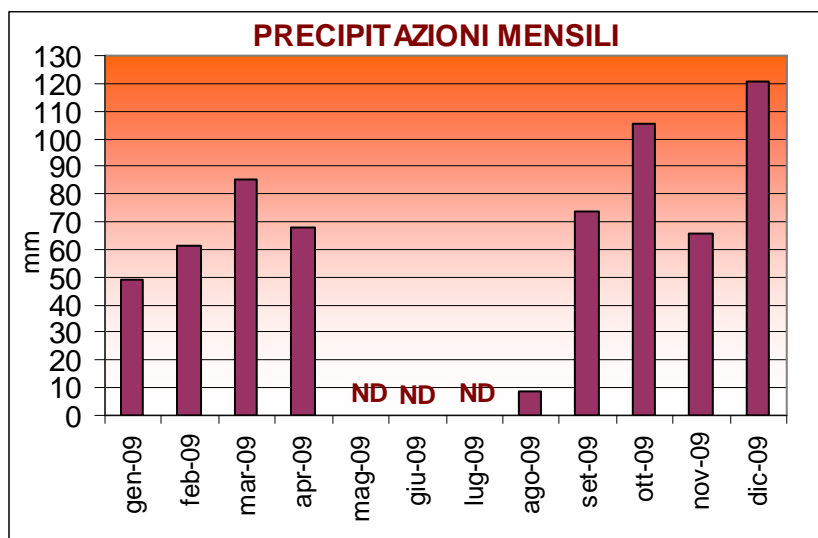


Tabella 5.3.3 numero giorni piovosi (precipitazioni > 1 mm)

	N° giorni
gennaio-09	14
febbraio-09	11
marzo-09	16
aprile-09	18
maggio-09	3
giugno-09	2
luglio-09	0
agosto-09	4
settembre-09	6
ottobre-09	7
novembre-09	14
dicembre-09	21
<b>TOTALE</b>	<b>116</b>

Tabella 5.3.4 Frequenze delle precipitazioni cumulate giornaliere per classi di intensità

intervallo (mm)	giorni
0,2 - 1	38
1 - 10,0	57
10 - 30	20
> 30	1



## Piovosità nell'area urbana di Arezzo

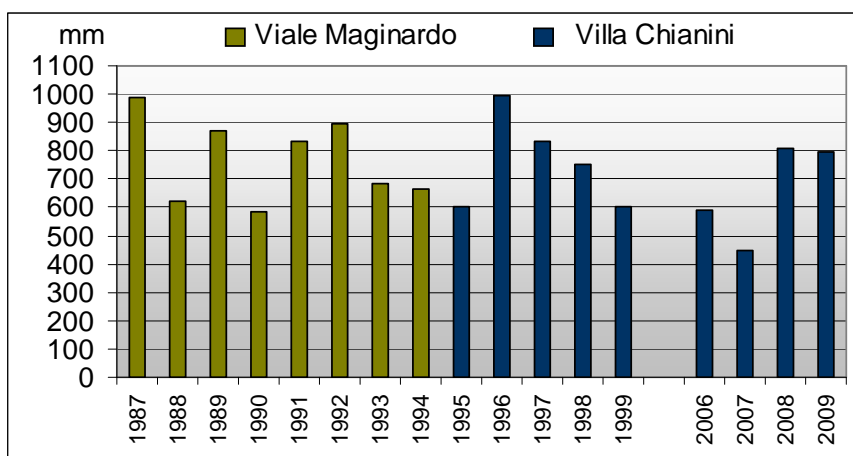
In questo capitolo sono mostrati gli andamenti di piovosità annuale dall'anno 1987 all'anno 2009 nelle postazioni di Viale Maginardo (sede ARPAT periodo osservazione 1987 - 1995) e di Villa Chianini (periodo osservazione 1996 - 1999 e nel periodo 2006-2009). I dati sono stati raggruppati al fine di documentare gli andamenti nell'ultimo ventennio nell'area urbana di Arezzo aggregando i dati della postazione di Villa Chianini, ante e post gestione rete rilevamento qualità dell'aria di Arezzo, con quelli della limitrofa postazione di Viale Maginardo. Tale postazione è stata in servizio dall'anno 1986 all'anno 1997 al fine di monitorare le piogge acide con un sistema di campionamento manuale wet and dry. Il periodo di osservazione esaminato è sprovvisto dei dati annuali relativi al periodo 2000 - 2005 a causa di guasti e malfunzionamenti ai sensori della postazione di Villa Chianini.

Tabella 5.3.5. precipitazioni annuali

ANNO	Precipitazione mm
1987	991
1988	624
1989	873
1990	585
1991	832
1992	892
1993	686
1994	664
1995	602
1996	993
1997	833
1998	753
1999	603
2006	590
2007	449
2008	808
2009	796*

\* dato estrapolato dai rapporti mensili del LAMMA (relativo alla stazione meteo di Arezzo) poiché nel periodo estivo il sensore della stazione meteo di Villa Chianini è stato fuori servizio.

Grafico 5.3.2. precipitazioni annuali





Gli andamenti annuali mettono in evidenza tendenze caratterizzate da discrete oscillazioni (differenza tra il valore più elevato e quello più basso pari al 55 %); gli anni 1990, 1995, 2006 e 2007 risultano essere i più siccitosi. L'anno 2009 è in linea con l'anno precedente e con la distribuzione dei valori cumulati annuali nel lungo periodo.

Grafico 5.3.3. Temperature medie, minime e massime giornaliere (medie orarie) anno 2009

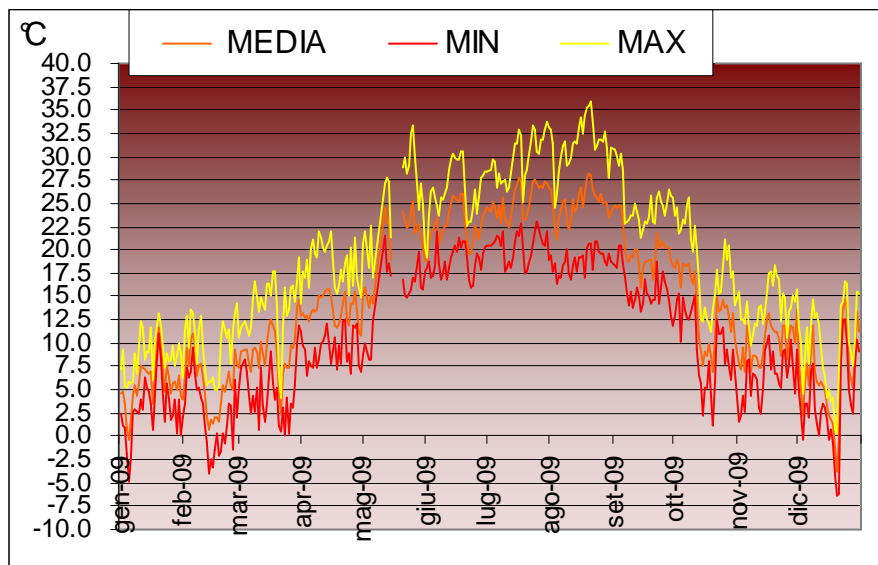


Tabella 5.3.6. valori mensili temperature anno 2009

MESE	VALORE MEDIO	MIN	MAX
GENNAIO	5.7	-4.8	13.1
FEBBRAIO	5.6	-4.1	14.2
MARZO	9.2	0.1	19.3
APRILE	13.6	6.5	22.1
MAGGIO	20.5	8.2	33.4
GIUGNO	22.7	15.9	30.6
LUGLIO	25.3	17.5	33.7
AGOSTO	25.0	16.5	35.8
SETTEMBRE	20.1	11.9	30.8
OTTOBRE	13.7	1.1	25.5
NOVEMBRE	10.0	1.5	18.4
DICEMBRE	6.5	-6.3	16.7

I dati mostrati nella tabella sovrastante, in relazione ai valori mensili della temperatura dell'anno 2008 mettono in evidenza un incremento dei valori di temperatura massima (+1,3 °C) e media (+1,5 °C) ed un decremento della temperatura minima (-1,3°C).



Grafico 5.3.4. giorno tipo temperatura stagionale anno 2009

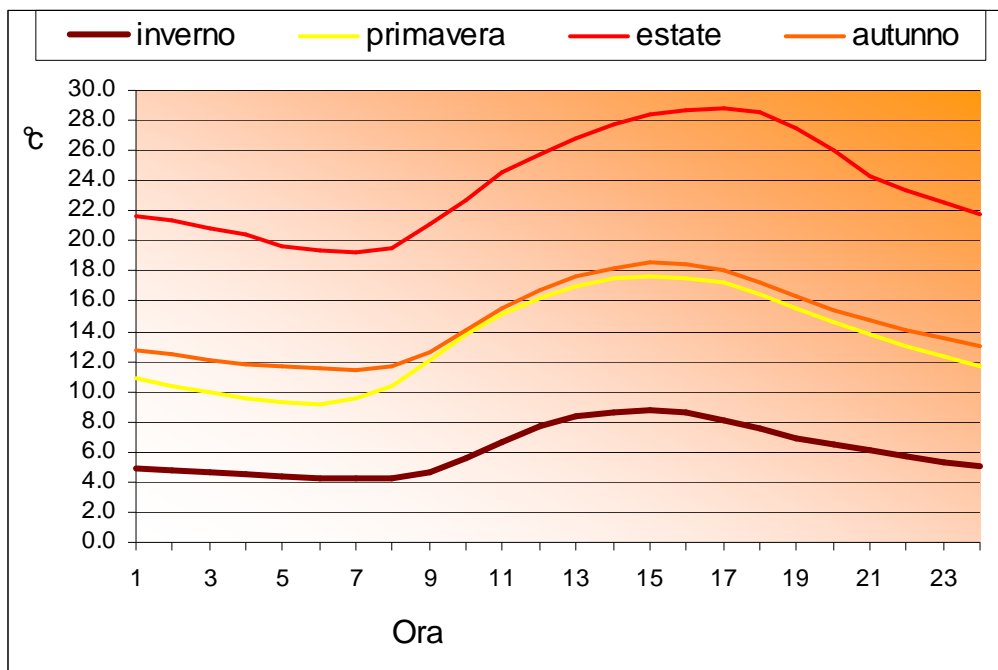


Grafico 5.3.5 Velocità del vento medie e massime giornaliere (medie orarie) anno 2009

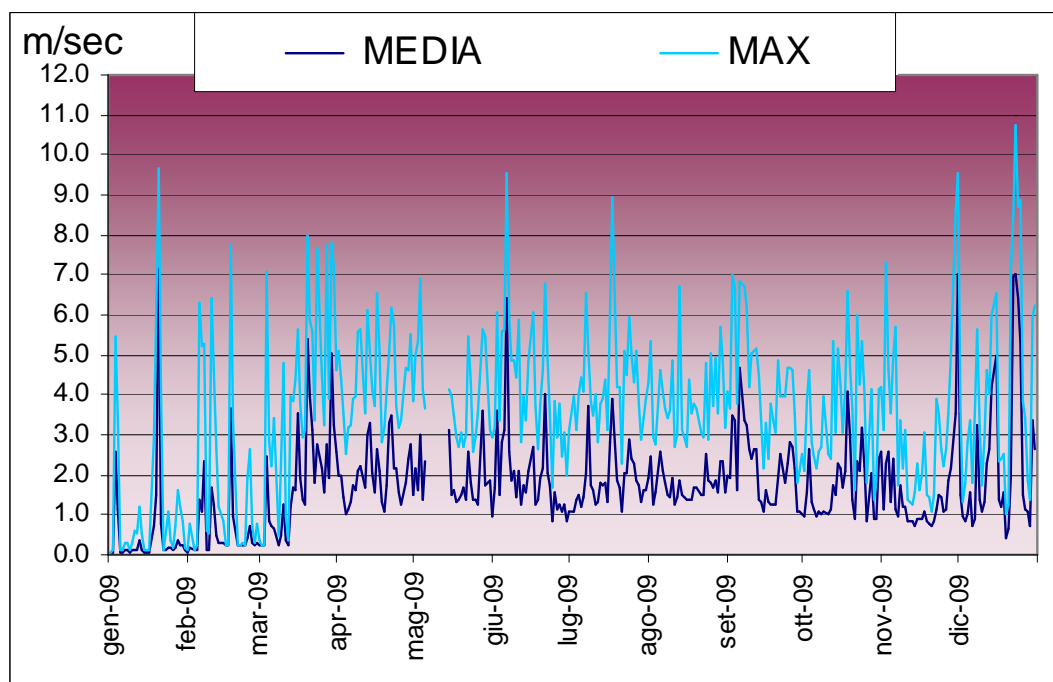




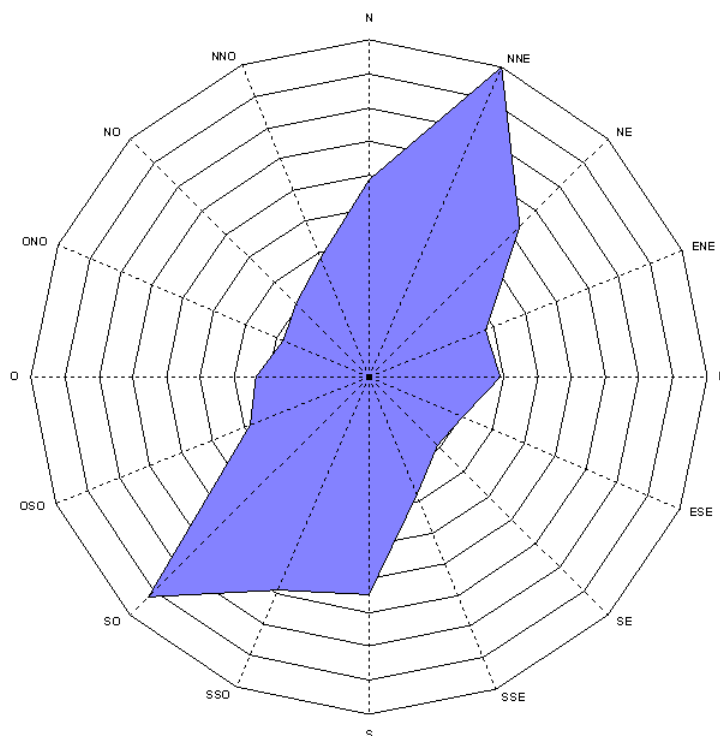
Tabella 5.3.7. frequenza dell'intensità del vento

intervallo (m/sec)	frequenza %
0 - 2	69.6
2 - 4	21.0
4 - 8	9.0
> 8	0.4

La distribuzione delle frequenze dell'intensità del vento mostrata in tabella 5.3.7 riferita a quella dell'anno precedente mette in evidenza per l'anno 2009 una riduzione delle frequenze nell'intervallo 0 – 2 m/sec (- 9 %) ed un incremento delle classi 2 – 4 m/sec (+ 7 %) e 4 – 8 m/sec (+2 %).

### Direzione di provenienza del vento

Grafico 5.3.6. – rosa dei venti Anno 2009

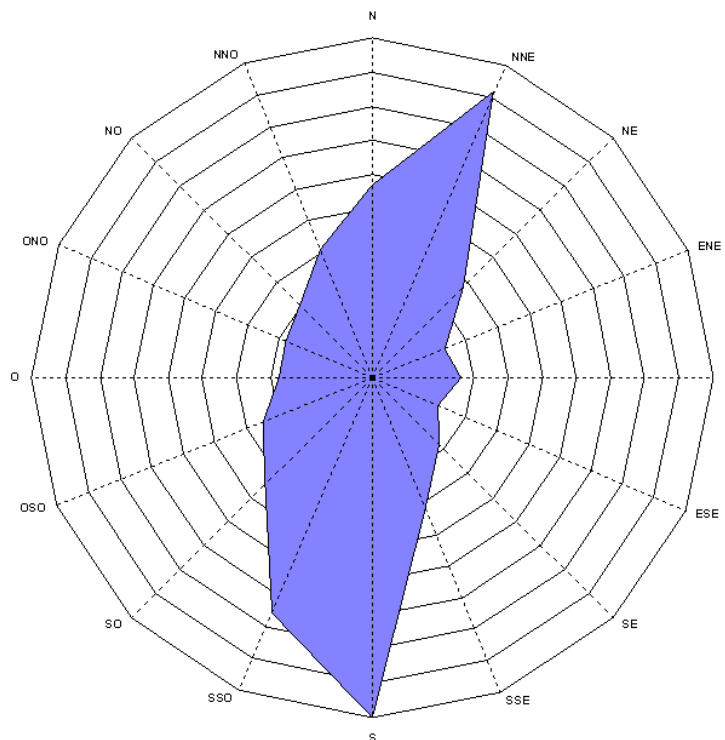


	Occorrenze	Vmedia m/s
N	637	1.13
NNE	1134	2.02
NE	692	2.44
ENE	385	1.64
E	405	1.32
ESE	300	1.02
SE	285	0.84
SSE	388	0.83
S	709	1.67
SSO	760	2.16
SO	1040	2.58
OSO	391	1.46
O	341	1.13
ONO	265	0.95
NO	307	0.78
NNO	396	1.13

Calma	0
Variabile	6
NC	0
Non validi	14
Totale	8465



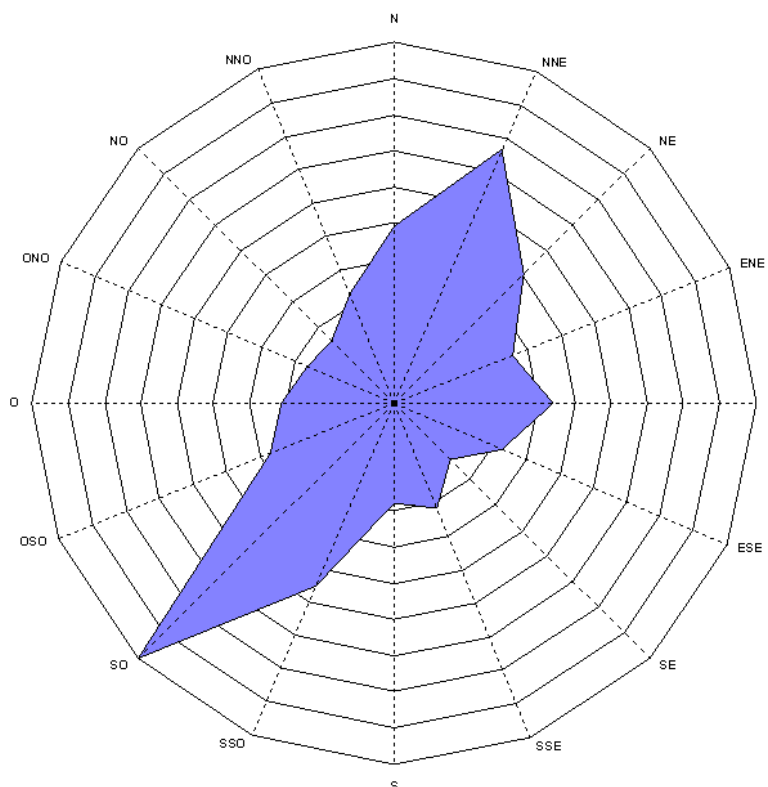
**Grafico 5.3.7. – rosa dei venti Gennaio - Febbraio - Marzo 2009**



	Occorrenze	Vmedia m/s
N	177	1.48
NNE	295	1.54
NE	112	1.27
ENE	62	0.99
E	72	0.77
ESE	55	0.51
SE	78	0.34
SSE	125	0.36
S	325	0.86
SSO	241	1.24
SO	136	1.32
OSO	102	0.63
O	77	0.40
ONO	77	0.33
NO	86	0.28
NNO	123	1.61

Calma	0
Variabile	6
NC	0
Non validi	2
Totale	2151

**Grafico 5.3.8. – rosa dei venti Aprile - Maggio - Giugno 2009**

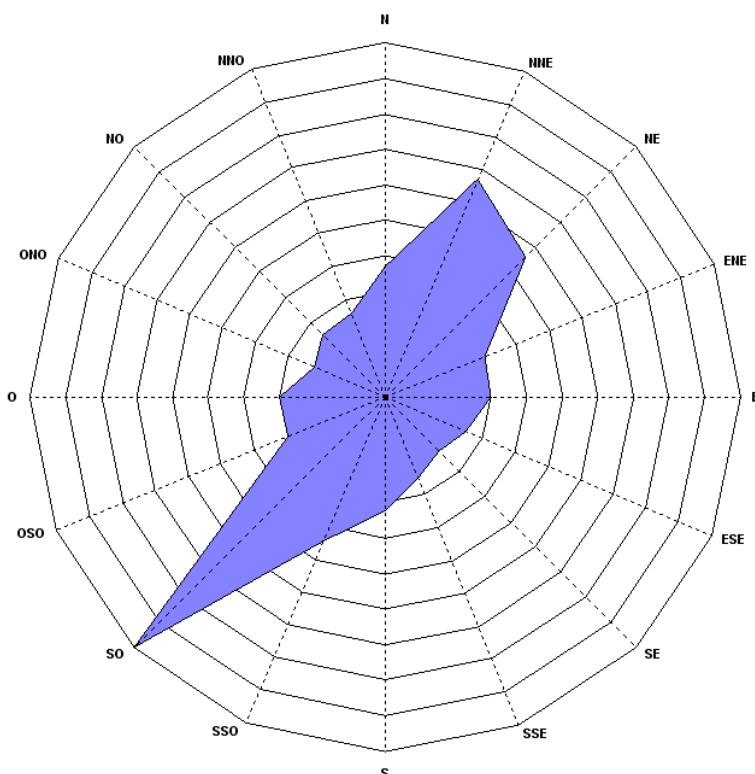


	Occorrenze	Vmedia m/s
N	142	1.04
NNE	230	2.45
NE	147	2.74
ENE	98	1.85
E	125	1.45
ESE	88	1.21
SE	55	1.13
SSE	85	1.06
S	73	1.13
SSO	161	2.82
SO	306	2.89
OSO	102	1.96
O	84	1.57
ONO	68	1.38
NO	62	1.09
NNO	89	0.81

Calma	0
Variabile	0
NC	0
Non validi	3
Totale	1918



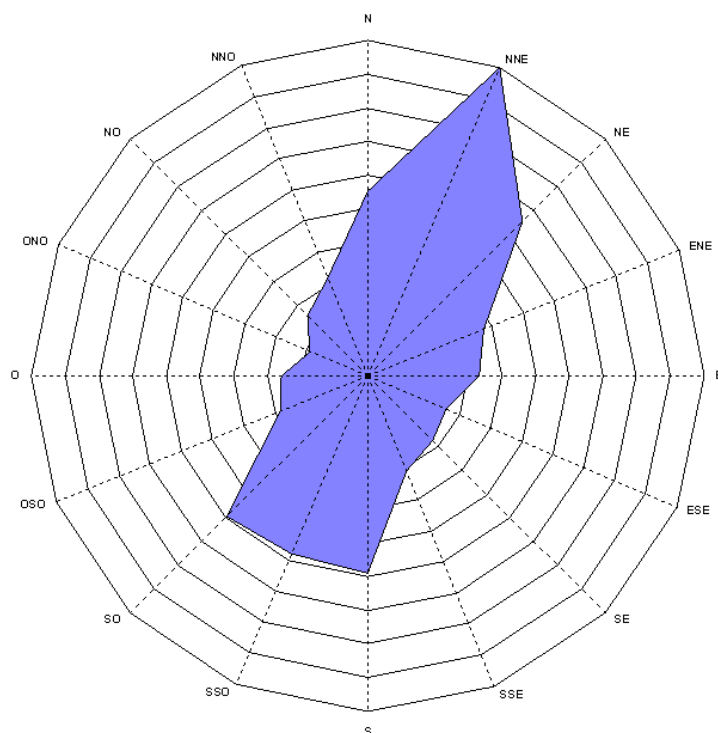
**Grafico 5.3.9 – rosa dei venti Luglio – Agosto – Settembre 2009**



	Occorrenze	V media m/s
N	134	0.88
NNE	259	2.21
NE	213	2.82
ENE	106	1.81
E	104	1.66
ESE	82	1.21
SE	70	1.02
SSE	83	1.05
S	113	1.04
SSO	163	1.89
SO	398	2.89
OSO	102	1.91
O	104	1.48
ONO	70	1.26
NO	84	1.05
NNO	85	0.94

Calma	0
Variabile	0
NC	0
Non validi	9
Totale	2179

**Grafico 5.3.10 – rosa dei venti Ottobre – Novembre – Dicembre 2009**



	Occorrenze	V media m/s
N	184	1.05
NNE	350	1.99
NE	220	2.47
ENE	119	1.67
E	104	1.19
ESE	75	0.94
SE	82	0.97
SSE	95	1.07
S	198	3.54
SSO	195	2.99
SO	200	2.34
OSO	85	1.31
O	76	0.92
ONO	50	0.86
NO	75	0.78
NNO	99	0.96

Calma	0
Variabile	0
NC	0
Non validi	0
Totale	2207





## Radiazione solare

**Tabella 5.3.8 radiazione solare globale anno 2009**

	<b>MEDIA MENSILE w/m<sup>2</sup></b>	<b>MASSIMO ORARIO w/m<sup>2</sup></b>	<b>CUMULATO MENSILE w/m<sup>2</sup></b>
<b>GENNAIO</b>	<b>63</b>	<b>544</b>	<b>46 673</b>
<b>FEBBRAIO</b>	<b>110</b>	<b>672</b>	<b>73 685</b>
<b>MARZO</b>	<b>153</b>	<b>824</b>	<b>111 201</b>
<b>APRILE</b>	<b>187</b>	<b>914</b>	<b>134 295</b>
<b>MAGGIO</b>	<b>300</b>	<b>1205</b>	<b>161 617</b>
<b>GIUGNO</b>	<b>306</b>	<b>1190</b>	<b>219 862</b>
<b>LUGLIO</b>	<b>364</b>	<b>1205</b>	<b>256 371</b>
<b>AGOSTO</b>	<b>270</b>	<b>939</b>	<b>200 668</b>
<b>SETTEMBRE</b>	<b>197</b>	<b>864</b>	<b>141 786</b>
<b>OTTOBRE</b>	<b>136</b>	<b>702</b>	<b>101 149</b>
<b>NOVEMBRE</b>	<b>71</b>	<b>579</b>	<b>51 210</b>
<b>DICEMBRE</b>	<b>51</b>	<b>443</b>	<b>38 494</b>

**Tabella 5.3.9 Radiazione solare netta anno 2009**

	<b>MINIMO ORARIO w/m<sup>2</sup></b>	<b>MASSIMO ORARIO w/m<sup>2</sup></b>	<b>CUMULATO MENSILE w/m<sup>2</sup></b>
<b>GENNAIO</b>	<b>-134</b>	<b>257</b>	<b>-20 911</b>
<b>FEBBRAIO</b>	<b>-135</b>	<b>282</b>	<b>-8 309</b>
<b>MARZO</b>	<b>-133</b>	<b>375</b>	<b>5 628</b>
<b>APRILE</b>	<b>-175</b>	<b>488</b>	<b>20 591</b>
<b>MAGGIO</b>	<b>-136</b>	<b>459</b>	<b>35 049</b>
<b>GIUGNO</b>	<b>-146</b>	<b>518</b>	<b>43 539</b>
<b>LUGLIO</b>	<b>-138</b>	<b>453</b>	<b>49 995</b>
<b>AGOSTO</b>	<b>-133</b>	<b>446</b>	<b>40 331</b>
<b>SETTEMBRE</b>	<b>-141</b>	<b>424</b>	<b>15 762</b>
<b>OTTOBRE</b>	<b>-139</b>	<b>308</b>	<b>-7 414</b>
<b>NOVEMBRE</b>	<b>-130</b>	<b>263</b>	<b>-17 667</b>
<b>DICEMBRE</b>	<b>-163</b>	<b>226</b>	<b>-21 999</b>



## Umidità relativa (%)

**Tabella 5.3.10 Valori mensili anno 2009**

	<b>MEDIA MENSILE %</b>	<b>MINIMO ORARIO %</b>	<b>MASSIMO ORARIO %</b>
<b>GENNAIO</b>	76	41	100
<b>FEBBRAIO</b>	69	30	100
<b>MARZO</b>	67	22	100
<b>APRILE</b>	69	35	100
<b>MAGGIO</b>	56	30	90
<b>GIUGNO</b>	58	32	87
<b>LUGLIO</b>	53	24	88
<b>AGOSTO</b>	58	31	95
<b>SETTEMBRE</b>	65	39	100
<b>OTTOBRE</b>	71	37	100
<b>NOVEMBRE</b>	84	47	100
<b>DICEMBRE</b>	76	36	99

**Tabella 5.3.11 Distribuzione dei valori orari anno 2009**

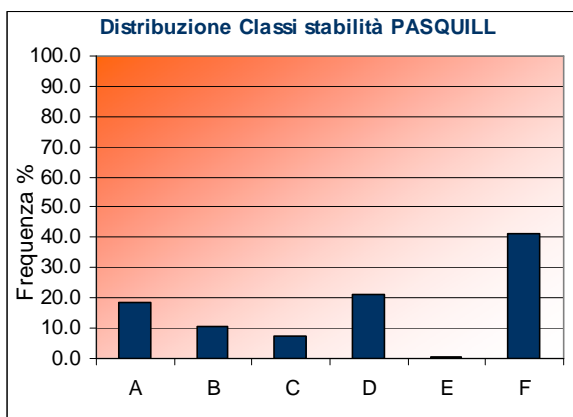
<b>intervallo (RH %)</b>	<b>frequenza %</b>
<b>0 - 30</b>	0.4
<b>30- 60</b>	35.5
<b>60 - 90</b>	55.3
<b>&gt; 90</b>	8.8

## Classe di stabilità atmosferica (Pasquill)

**Tabella 5.3.12 Distribuzione annuale Classi Pasquill anno 2009**

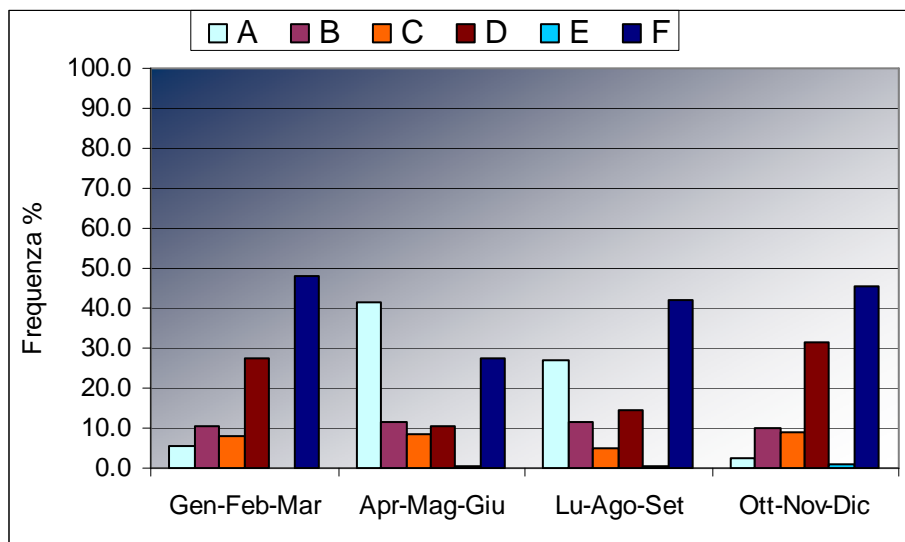
<b>Classe</b>	<b>Frequenza %</b>	<b>n° casi orari</b>
<b>A</b>	18.4	1554
<b>B</b>	10.8	916
<b>C</b>	7.6	645
<b>D</b>	21.3	1800
<b>E</b>	0.5	43
<b>F</b>	41.4	3496

**Grafico 5.3.11 distribuzione annuale classi stabilità Pasquill anno 2009**





**Grafico 5.3.12 Distribuzione trimestrale Classi Pasquill (%)**



**Tabella 5.3.13 Distribuzione trimestrale Classi Pasquill (%)**

Classe	Gen-Feb-Mar	Apr-Mag-Giu	Lu-Ago-Set	Ott-Nov-Dic
A	5.4	41.5	26.9	2.7
B	10.7	11.5	11.3	10.0
C	8.2	8.4	5.2	8.9
D	27.6	10.5	14.3	31.7
E	0.1	0.5	0.4	1.0
F	48.0	27.6	42.0	45.7