



**Comune
di Signa**
Provincia di Firenze

PIANO DI AZIONE COMUNALE

2014 – 2016



**PIANO DI AZIONE COMUNALE
2014 – 2016**

INDICE

1. GENERALITA'	3
1.1. Premessa	3
1.2. Finalità del PAC	4
1.3. Contesto territoriale	4
1.3.1. Area metropolitana Fiorentina	4
1.3.2. Il Comune di Bagno a Ripoli	5
1.3.3. Il Comune di Calenzano	6
1.3.4. Il Comune di Campi Bisenzio	6
1.3.5. Il Comune di Lastra a Signa	6
1.3.6. Il Comune di Scandicci	7
1.3.7. Il Comune di Sesto Fiorentino	7
1.3.8. Il Comune di Signa	8
1.4. Quadro normativo	8
1.4.1. D. Lgs. n. 155/2010 (modificato e integrato dal D. Lgs. 250/2012)	8
1.4.2. L.R. n. 9/2010	10
1.4.3. D.G.R. n. 1025/2010	11
1.4.4. D.G.R. n. 22/2011	12
2. RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	14
2.1. La rete di rilevamento regionale	14
2.2. Limiti delle sostanze inquinanti in atmosfera	14
2.3. Bollettino giornaliero della qualità dell'aria	17
2.4. Inquinanti atmosferici	17
2.4.1. PM ₁₀	17
2.4.2. Monossido di carbonio (CO)	18
2.4.3. Biossido di zolfo (SO ₂)	19
2.4.4. Biossido di azoto (NO ₂)	19
2.4.5. Idrocarburi non metanici	19
2.4.6. Benzo(a)Pirene (BaP) e altri idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	20
2.4.7. Idrogeno solforato (H ₂ S)	20
2.4.8. Ozono (O ₃)	21



3.	LO STATO DELLA QUALITA' DELL'ARIA	23
3.1.	<i>Qualità dell'aria dal 2007 al 2012</i>	23
3.2.	<i>I risultati del monitoraggio 2012</i>	23
3.3.	<i>Particolato atmosferico PM10</i>	24
3.4.	<i>Particolato atmosferico PM2,5</i>	29
3.5.	<i>NO₂ e NO_x</i>	33
3.6.	<i>CO</i>	35
3.7.	<i>SO₂</i>	37
3.8.	<i>O₃</i>	38
3.9.	<i>Considerazioni finali e riassuntive</i>	40
4.	FATTORI DI PRESSIONE E CONDIZIONI METEOCLIMATICHE	41
4.1.	<i>Le sorgenti di emissione in atmosfera</i>	41
4.2.	<i>Analisi dei dati IRSE riferiti all'Agglomerato di Firenze – Inquinanti principali</i>	41
4.3.	<i>Emissioni di gas serra – analisi dei dati riferiti all'Agglomerato di Firenze</i>	46
4.4.	<i>Le condizioni meteo-climatiche</i>	47
4.5.	<i>Dati climatici</i>	48
4.6.	<i>Caratterizzazione Climatica</i>	49
4.7.	<i>Classificazione in base alla diffusività atmosferica</i>	50
5.	STUDI DI SETTORE PER IL PARTICOLATO ATMOSFERICO	51
5.1.	<i>PATOS</i>	51
5.2.	<i>PASF2</i>	55
5.3.	<i>PASF3</i>	58
5.4.	<i>PASF4</i>	61
6.	AZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA	63
6.1.	<i>Premesse</i>	63
6.2.	<i>Provvedimenti urgenti</i>	63
6.3.	<i>Azioni ed interventi strutturali</i>	66
6.4.	<i>Schede delle azioni</i>	68

1. GENERALITA'

1.1. Premessa



Comune di Signa

Provincia di Firenze

Il presente PAC, Piano di Azione Comunale, è il frutto del lavoro congiunto dei tecnici degli uffici preposti alla tutela dell'ambiente di sette Amministrazioni Comunali dell'Agglomerato di Firenze (Bagno a Ripoli, Calenzano, Campi Bisenzio, Lastra a Signa, Scandicci, Sesto Fiorentino e Signa), per i quali la normativa impone l'obbligo di redazione. La condivisione dei contenuti del Piano ha permesso di ottimizzare le risorse umane, in termini di competenze e di tempo impiegato, a disposizione delle Amministrazioni coinvolte. Inoltre la redazione congiunta delle schede delle singole azioni permetterà, nella fase attuativa del PAC, di sfruttare ulteriormente le sinergie avviate, evitando la duplicazione di procedimenti e istruttorie, consentendo invece di unificare le modalità di attuazione delle azioni che, nell'ambito della lotta all'inquinamento atmosferico, non trovano limiti nei confini dei singoli Comuni nell'Agglomerato di Firenze.



**Comune di
Bagno a Ripoli**



**Comune di
Calenzano**



**Comune di
Campi Bisenzio**



**Comune di
Lastra a Signa**



**1.2. Fi Comune di
Scandicci**



**Comune di
Sesto Fiorentino**



**Comune di
Signa**

Attraverso un'analisi dello stato della qualità dell'aria nell'agglomerato di Firenze, il Piano di Azione Comunale ha il fine di individuare le azioni contingibili per ridurre il rischio di superamento dei limiti normativi degli inquinanti atmosferici nonché le azioni ed interventi strutturali volte a ridurre a scala locale le emissioni di sostanze inquinanti correlate alle attività antropiche.

1.3. Contesto territoriale

1.3.1. Area metropolitana Fiorentina

Il sistema ambientale e il sistema insediativo dei Comuni dell'agglomerato fiorentino non possono essere compresi e pianificati limitando lo sguardo all'interno dei confini di ogni singolo territorio comunale.

L'evoluzione che si è registrata in questi ultimi anni mostra un progressivo cambiamento della struttura del sistema insediativo metropolitano. Da un modello sostanzialmente centripeto (polarizzato prima su Firenze e poi su Firenze e Prato) si sta passando ad uno multipolare, in cui assumono un ruolo preminente non solo alcuni centri urbani, ma



Comune di Signa

Provincia di Firenze

anche aree ed elementi fortemente specializzati: i centri commerciali, l'aeroporto, l'università, le aree industriali intorno alla città di Firenze. Nel solo centro commerciale dei Gigli si recano, ogni anno, oltre 6 milioni di visitatori, pari a circa 20.000 persone al giorno, equivalenti alla popolazione di una cittadina o di un quartiere urbano.

Una struttura centripeta genera un'elevata intensità delle relazioni da/verso il capoluogo, mentre in un modello multipolare prevalgono le relazioni di rete. Osservando i movimenti anagrafici della popolazione, i flussi di traffico, la localizzazione delle imprese si coglie la sovrapposizione di questi due modelli di funzionamento.

Certamente va sottolineato come tali cambiamenti non annullino né si contrappongano al sistema di relazioni che continuano a sussistere fra Firenze, Prato e gli altri comuni. Al contrario, proprio la complessità dei fenomeni e l'accentuarsi delle relazioni rendono ancora più pressante l'esigenza di coordinamento.



1.3.2. Il Comune di Bagno a Ripoli

Il Comune di Bagno a Ripoli copre una superficie di circa 74 km² e si estende a est di Firenze verso le colline del Chianti. Il territorio ripolese ha la forma di un triangolo, con la base a nord, in gran parte lungo il corso dell'Arno, e il vertice a sud, a Santo Stefano a Tizzano, nel punto in cui finisce la valle dell'Ema ed inizia la Val di Rubbiana; il



Comune di Signa

Provincia di Firenze

confine orientale è caratterizzato dalla presenza della catena di poggi che separano il Valdarno Fiorentino da quello Aretino, mentre il confine occidentale è più articolato e non segue precisamente elementi naturali. Il suo territorio amministrativo attuale è frutto di una serie di successive modificazioni nel corso della storia, ossia dell'aggregazione di tre precedenti circoscrizioni amministrative: Ripoli, Antella e Villamagna. Questo ha determinato la conformazione di un territorio non omogeneo, fatto di molteplici centri abitati, in cui sono le strade che marcano la suddivisione interna al territorio, e le pievi che ne definiscono i punti cardine attorno alle quali si sono sviluppate le principali vie di comunicazione.

Le principali frazioni del comune di Bagno a Ripoli sono: Bagno a Ripoli, Grassina, Antella, Vallina, Case San Romolo, Villamagna, Capannuccia, Quarate, Rimaggio, Osteria Nuova, San Donato, Ponte a Ema, Ponte a Niccheri, Balatro e Candeli.

Il comune ha una popolazione di 25.488 abitanti, aggiornata al 2012, per lo più residente nelle 3 frazioni principali. L'età media è in aumento, pari a 46,9 anni.

1.3.3. Il Comune di Calenzano

Il comune di Calenzano si estende su una superficie territoriale di 76,87 Km², il centro cittadino si trova a 108 m. s.l.m., è per i due terzi montuoso e si sviluppa tra i Monti della Calvana a ovest, nei quali il Monte Maggiore raggiunge i 918 metri e il Monte Morello ad est con i 934 metri di Poggio dell'Aia. A ovest scorre il torrente Marina da cui prende nome la zona della Val Marina. A est, alle pendici del Monte Morello, scorre il torrente Marinella di Legri. Più a sud, il torrente Garille. Complessivamente i corsi d'acqua si estendono per 108,90 ettari di territorio. La Zona boschiva si estende per 4.867,20 ettari, mentre la Zona agricola ha un'estensione di 2.082,90 ettari. Sono presenti Parchi e Oasi naturalistiche: ANPIL Monti della Calvana - Parco del Neto - Area botanica Quercia Mencola - Parco agricolo di Travalle. Il Comune conta 17.266 abitanti, al 31/12/2013.

1.3.4. Il Comune di Campi Bisenzio

Campi Bisenzio situata nella Piana tra Firenze, da cui dista 6 chilometri, e Prato si sviluppa su una superficie di 28 chilometri quadrati e conta 45.250 abitanti (aggiornamento 31/12/2013), composti in 16.721 famiglie; gli stranieri residenti risultano 3.322 maschi e 3.097 femmine, per un totale di 6.419 abitanti. La popolazione residente risulta in costante crescita a dimostrazione di uno spostamento degli interessi produttivi e commerciali dai grossi centri urbani verso la Piana fiorentina.

Il territorio caratterizzato da un andamento pianeggiante, è attraversato dai fiumi Bisenzio, Arno, Ombrone e Marina; un tempo aveva un carattere prevalentemente agricolo, a cui si è sovrapposto un sistema di trasformazione ad elevata industrializzazione ed urbanizzazione che ha portato, negli ultimi decenni, a profondi mutamenti sul piano socio economico.

Lo stesso nome composto della città deriva da una descrizione dei caratteri orografici del territorio: Campi con riferimento alla distribuzione agraria e Bisenzio che allude al corso d'acqua che attraversa lo attraversa.

Campi Bisenzio ha puntato sulla riqualificazione del territorio dal punto di vista ambientale, lavorando con i Comuni della Piana alla realizzazione di opere di salvaguardia dal rischio idraulico, istituendo una serie di parchi e aree verdi, quali il Parco Urbano di Villa Montalvo, il Parco Chico Mendes di San Donnino, l'Oasi Stagni di Focognano gestita dal Wwf, che hanno portato, dai 45 ettari del 1995, a 170 gli ettari di verde pubblico, con 35 metri quadri di verde attrezzato per abitante, una delle più alte medie a livello nazionale. Dal punto di vista urbanistico Campi Bisenzio si presenta oggi come un unico aggregato nel quale vivono le diverse frazioni.

1.3.5. Il Comune di Lastra a Signa



Comune di Signa

Provincia di Firenze

Il comune di Lastra a Signa si estende su una superficie di 43,06 Km², di cui 5,152 Km² rappresentano l'area urbanizzata. Il territorio comunale si estende tra il fiume Arno (a nord) e il torrente Pesa (a sud-ovest) e comprende una parte della dorsale collinare Arno-Pesa, confinando con i comuni di Signa, Carmignano, Montelupo Fiorentino, Montespertoli e Scandicci.

Il territorio lastrigiano comprende una parte della catena montuosa del Montalbano, la massima elevazione è il colle di San Romolo (286 m s.l.m.), mentre la parte più bassa sul territorio si trova nel centro storico di Lastra a Signa.

Nel Comune sono presenti 19.829 abitanti (dato aggiornato al 31/12/2010), di cui circa il 59% risiede nei tre centri abitati di Lastra a Signa, Ponte a Signa e Porto di Mezzo. Oltre ai tre centri abitati principali sono presenti 21 frazioni: Belfiore, Bracciatina in Val di Pesa, Brucianesi, Calcinaia, Capannuccia, Carcheri, Casone, Ginestra Fiorentina, Inno, La Lisca, La Luna, Malmantile, Marliano, Ponte Macinaia, Ponte Torto, Quattro Strade, San Martino a Gangalandi, San Romolo a Settimo, Sant'Ilario a Settimo, Santa Lucia a Monte Orlando, Stagno.

I tre principali centri abitati sono attraversati da arterie stradali ad alto traffico quali la SGC FI-PI-LI, la SS. 67, la SRT 325 e la SP.72. A confine con il Comune di Scandicci è presente l'area produttiva di Stagno con circa 100 aziende di tipo artigianale, commerciale, di servizio e in misura marginale di tipo industriale.

1.3.6. Il Comune di Scandicci

Il territorio comunale di Scandicci si estende su un'area di 59,59 km², dal fiume Arno, nella parte settentrionale, fino alla valle della Pesa che ne stabilisce il confine sudoccidentale. I letti dei due corsi d'acqua segnano il confine, rispettivamente, con le amministrazioni di Signa e Campi Bisenzio, e con quella di Montespertoli. Il comune di Scandicci confina inoltre con i comuni di Firenze (nord e nord-est), Impruneta e San Casciano (sud-est), Lastra a Signa (ovest). La conformazione dei limiti amministrativi e la collocazione del comune di Scandicci fanno sì che sul suo territorio trovi spazio una ricca molteplicità di ambienti naturali ed antropici, caratterizzati da problemi diversi e da esigenze diverse di tutela e/o trasformazione. Percorrendo il territorio da nord verso sud è possibile sinteticamente riconoscere tre ambiti morfologici principali: una fascia di circa 2.000 ettari che fa parte della vasta piana costituita dai depositi alluvionali dell'Arno e della Greve (oltre che di affluenti minori come il torrente Vingone), una fascia collinare centrale che costituisce un netto spartiacque tra i versanti dell'Arno e della Pesa, ed una seconda fascia pianeggiante intorno al fiume Pesa, dove è collocato l'abitato di San Vincenzo.

Il comune di Scandicci, con i suoi 49.624 abitanti (dato aggiornato al 31 dicembre 2012), la densità media di 833 abitanti per km², la superficie urbana di 2,48 km², gli importanti collegamenti viari (che contano 113 km di strade urbane e 61 km di strade extraurbane), rappresenta il secondo comune della Provincia di Firenze dopo il capoluogo. La sua posizione, a 6 km dal centro storico di Firenze e lungo una direttrice percorsa da importanti assi viari di collegamento infraregionale ed interregionale (il territorio comunale è attraversato dal tratto autostradale Firenze Nord-Firenze Sud dell'A1, nonché dalla Strada di Grande Comunicazione Firenze-Pisa-Livorno), è all'origine della crescita nell'ultimo decennio dell'importanza strategica di Scandicci, non solo limitatamente all'area metropolitana.

1.3.7. Il Comune di Sesto Fiorentino

Il Comune di Sesto Fiorentino si estende su una superficie di 49,03 Km², di cui circa il 60,8% è area collinare ed il rimanente 39,2 % di pianura è occupato per un terzo dall'area verde del Parco della Piana. Il consumo di suolo per l'urbanizzazione è di 1.116 ha, mentre l'area boscata, prevalentemente localizzata a Monte Morello, si estende per circa 1.790, per una percentuale rispettivamente pari al 22,7% ed al 36,5% dell'intero territorio.

Il territorio comunale ha un profilo irregolare, caratterizzato da sensibili escursioni altimetriche: si passa da zone quasi pianeggianti, che fanno registrare elevati valori igrometrici in estate, ad altre montane, su cui imperversano inverni piuttosto rigidi. Il palazzo comunale è situato a 55 m s.l.m., l'escursione altimetrica del territorio è pari a 890 m, da 31 m s.l.m. a 921 m s.l.m.



Il Comune ha una popolazione di 49.085 abitanti, aggiornata al 31 dicembre 2012. L'età media è in diminuzione, pari a 45,3 anni, grazie anche all'aumento delle nascite e dell'immigrazione di popolazione giovane. Le famiglie costituite da due componenti nel 2009 sono la maggioranza (il 30,6% del totale), mentre aumentano costantemente quelle composte da una sola persona (dal 24,4% del 2005 si passa al 28% del 2009). Sono invece il 22,1% quelle costituite da tre componenti. Aumenta invece il numero dei componenti delle famiglie straniere: quelle unipersonali sono diminuite costantemente dal 58,9% del 2000 al 50,6 dello scorso anno, mentre le famiglie con più componenti sono aumentate tutte in percentuale, confermando la tendenza verso una progressiva "sedimentazione" dell'immigrazione.

1.3.8. Il Comune di Signa

La popolazione residente a Signa al 30 giugno 2013 è pari a 19.571 abitanti su un territorio di 18,81 Km². L'altitudine media è di m 40 sul livello del mare con una estensione dell'area urbana di circa 5 Km². Il territorio comunale occupa il margine occidentale della conca di Firenze ed è collocato alla confluenza di tre fiumi Arno, Bisenzio e Ombrone Pistoiese. Il profilo del territorio è per lo più pianeggiante ed è caratterizzato da numerosi laghi artificiali e canali di bonifica per una superficie che raggiunge i 300 ettari distribuiti nelle zone del Padule di Signa e dei Renai. Il centro abitato è attraversato dalla ex strada statale 325 val di Setta – Val di Bisenzio per oltre 5 Km ed è interessato da intensi flussi di traffico veicolare con medie giornaliere di 20.000 veicoli.

1.4. Quadro normativo

Nel corso del 2010 è cambiato il quadro normativo nazionale e regionale di riferimento in ambito di qualità dell'aria ambiente. Nei seguenti paragrafi si presentano le principali disposizioni normative.

1.4.1. D. Lgs. n. 155/2010 (modificato e integrato dal D. Lgs. 250/2012)

Il D. Lgs. 155/2010, che recepisce la direttiva comunitaria 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, reca il nuovo quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente, cioè l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro.

Tra le finalità indicate dal decreto, che si configura come un testo unico, vi sono:

- l'individuazione degli obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- la valutazione della qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- la raccolta di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine;
- il mantenimento della qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e il miglioramento negli altri casi;
- la garanzia di fornire al pubblico corrette informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- la realizzazione di una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il D. Lgs. 155/2010 riorganizza ed abroga numerose norme che in precedenza in modo frammentario disciplinavano la materia. In particolare il D.lgs. 351/1999 (valutazione e gestione della qualità dell'aria che recepiva la previgente



normativa comunitaria), il D.lgs. 183/2004 (normativa sull'ozono), il D.lgs. 152/2007 (normativa su arsenico, cadmio, mercurio, nichel e benzo(a)pirene), il Dm 60/2002 (normativa su biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il benzene e il monossido di carbonio), il D.p.r. 203/1988 (normativa sugli impianti industriali, già soppresso dal D.lgs. 152/2006 con alcune eccezioni transitorie, fatte comunque salve dal D.lgs. 155/2010) e un pacchetto di ulteriori provvedimenti ministeriali attuativi.

Di seguito si evidenzia il dettaglio di alcuni degli articoli aventi maggiore rilievo.

Nell'art. 3 viene disciplinata la zonizzazione dell'intero territorio nazionale da parte delle regioni e delle province autonome, fondata, in via principale, su elementi come la densità emissiva, le caratteristiche orografiche, le caratteristiche meteo-climatiche o il grado di urbanizzazione del territorio.

Gli articoli 6 e 7 hanno ad oggetto le stazioni di misurazione in siti fissi di campionamento. Le attività di valutazione della qualità dell'aria con riferimento ai livelli di ozono sono invece disciplinate nell'articolo 8.

L'articolo 9 disciplina le attività di pianificazione necessarie a permettere il raggiungimento dei valori limite e il perseguimento dei valori obiettivo di qualità dell'aria. Si prevede, in via innovativa, che tali piani debbano agire sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque ubicate, aventi influenza sulle aree di superamento, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o agglomerato, né di limitarsi a tale territorio.

Analogamente a quanto previsto dall'articolo 24 della direttiva 2008/50/CE (e innovando quanto previsto dal D.Lgs 351/1999), l'articolo 10 del Decreto di recepimento prevede che le regioni adottino, nel caso sussista il rischio che i livelli degli inquinanti superino una o più soglie di allarme in una zona o agglomerato, dei piani per la riduzione del rischio attraverso, anche, azioni volte a limitare o, se necessario, a sospendere le attività che sono causa di tale rischio.

L'articolo 11 disciplina, in concreto, le modalità per l'attuazione dei piani di qualità dell'aria, indicando le attività che causano il rischio (circolazione dei veicoli a motore, impianti di trattamento dei rifiuti, impianti per i quali è richiesta l'autorizzazione ambientale integrata, determinati tipi di combustibili previsti negli allegati del Decreto, lavori di costruzione, navi all'ormeggio, attività agricole, riscaldamento domestico), i soggetti competenti (secondo quanto stabilito dal D.Lgs 152/2006) ed il tipo di provvedimento da adottare. In merito al materiale particolato (di cui si occupava, già, il D.M. 22 aprile 2002, n. 60, recepimento della direttiva 1999/30/CE), il D.Lgs 152 pone degli obiettivi di riduzione dei livelli di PM_{2,5} al 2020 (dallo zero al 20 per cento a seconda della concentrazione rilevata nel 2010), in linea con quanto stabilito dalla Direttiva 50. Le regioni dovranno fare, sulla base degli indirizzi del Coordinamento di cui all'articolo 20, in modo che siano rispettati tali limiti.

L'articolo 18 disciplina l'informazione da assicurare al pubblico in materia di qualità dell'aria. In particolare, al comma 1, prevede che le amministrazioni e gli altri enti che esercitano le funzioni previste assicurino l'accesso al pubblico e la diffusione de:

- le informazioni relative alla qualità dell'aria,
- le decisioni con le quali sono concesse o negate eventuali deroghe,
- i piani di qualità dell'aria,
- i piani d'azione,
- le autorità e organismi competenti per la qualità della valutazione dell'aria.

In conclusione il Decreto introduce un nuovo approccio di base al monitoraggio della qualità dell'aria, basato sulle misure delle concentrazioni degli inquinanti a cui è sottoposta mediamente la popolazione, attraverso una nuova strategia di campionamento, basata su hot spot rappresentativi, e nuove stazioni di riferimento, che passano dalle "urbana traffico" alle "urbana fondo".



1.4.2. L.R. n. 9/2010

La nuova legge della Regione Toscana, L.R. 9/2010, sulla qualità dell'aria abroga la precedente normativa in materia, costituita dalle leggi regionali n. 33/1994 e n. 63/1998, e definisce un nuovo quadro organico e coerente con le più recenti norme italiane ed europee del settore. La L.R. 9/2010 si prefigge i seguenti obiettivi:

- delineare gli indirizzi per la gestione a livello regionale della qualità dell'aria ambiente e per la lotta ai cambiamenti climatici che incidono sull'ambiente e sulla salute pubblica;
- definire l'assetto delle competenze tra i diversi attori, siano essi enti territoriali (Regione, Provincia e Comuni) che enti di supporto, come ARPAT e ASL;
- integrare le politica ambientale con altre politiche ad essa strettamente connessa, come mobilità, trasporti, gestione rifiuti, energia e sanità.

La norma regionale definisce le competenze della Regione, delle Province, dei Comuni e degli enti di supporto come ARPAT e ASL. Al Consiglio regionale compete l'attuazione del piano regionale della qualità dell'aria e l'individuazione dei limiti di emissione (art.271, comma 3, D.lgs. 152/2006). La giunta regionale, con il supporto tecnico di ARPAT, ha invece il compito di:

- individuare e classificare le zone ed agglomerati (D.lgs.351/99);
- valutare la qualità dell'aria in Toscana;
- individuare le postazioni facenti parte della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, gestire il sistema informativo regionale, gestire ed organizzazione l'inventario regionale delle sorgenti emissive (IRSE).

La Giunta regionale predispose il piano regionale qualità dell'aria, che è uno strumento di programmazione, contenente la strategia che la Regione Toscana intende porre in essere per tutelare la qualità dell'aria e ridurre le emissioni climalteranti. Il piano contiene il quadro conoscitivo sulla qualità dell'aria, stabilisce gli obiettivi e le finalità, nonché gli indirizzi e le prescrizioni, i divieti e le limitazioni, definisce le zone di particolare pregio naturalistico e promuove i programmi di informazione ai cittadini.

La Giunta, basandosi sul sistema di centraline di rilevamento e sull'inventario regionale delle sorgenti di emissione, valuta la qualità dell'aria ambiente ed individua e classifica le zone e gli agglomerati del territorio toscano. Ogni cinque anni la classificazione del territorio viene sottoposta a revisione e comunque ogni qualvolta vi siano cambiamenti significativi delle emissioni in grado di modificare le concentrazioni di inquinanti.

Spetta inoltre alla Giunta regionale definire le linee guida per elaborare i piani di azione comunali (PAC), acquisire i dati della rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, definire le situazioni di rischio di superamento delle soglie d'allarme e dei valori limite, e la redazione del rapporto annuale sulla qualità dell'aria, che deve essere presentato entro il 31 maggio di ogni anno.

Le competenze provinciali rimangono invariate. In particolare organizzano e gestiscono gli inventari provinciali delle emissioni e coordinano i Comuni nell'elaborazione dei PAC.

Ai Comuni spetta l'elaborazione del PAC, ed è il Sindaco l'autorità competente alla gestione delle situazioni di rischio di superamento dei valori limite e delle soglie d'allarme. Nel caso in cui i Comuni interessati non elaborassero i PAC, definendo interventi strutturali di lungo periodo e interventi contingibili, di tipo transitorio e non adeguassero al tempo stesso i piani di mobilità, edilizio, urbano del traffico e degli orari, la legge 9/2010 dispone che la Regione può esercitare i poteri sostitutivi, oltre all'impossibilità di accedere ai contributi e finanziamento stanziati dalla Regione o gestiti dalla stessa per interventi, misure ed azioni di tutela della qualità dell'aria.

La Rete Regionale di rilevamento della qualità dell'aria ambiente viene ridefinita ed individuata, le postazioni che ne fanno parte devono essere gestite dalle Regione ed i dati acquisiti devono essere raccolti da Arpat e gestiti



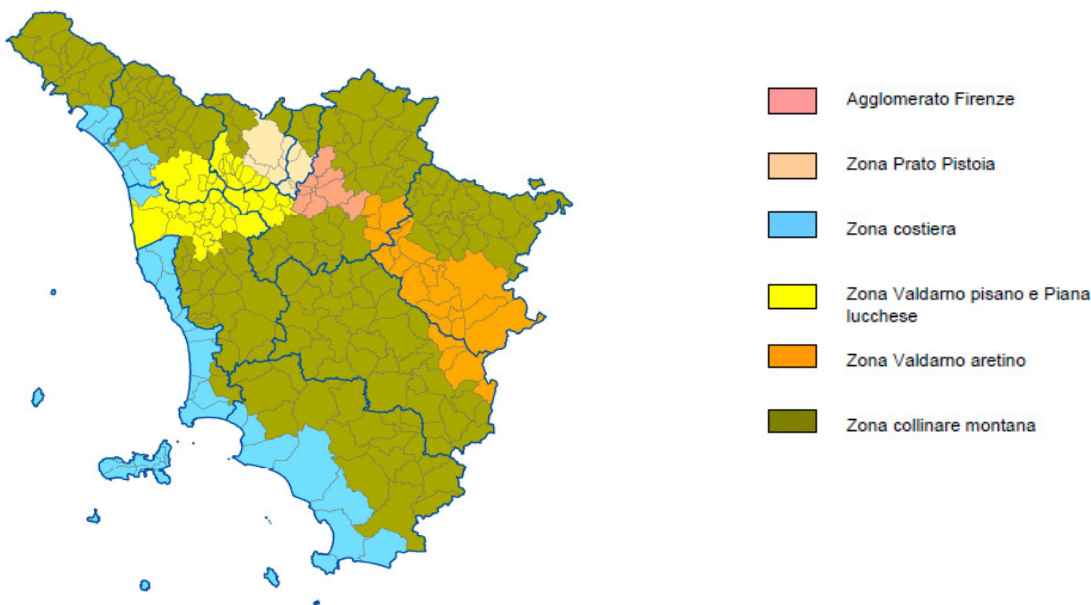
nell'ambito del SIRA (Sistema informativo regionale ambientale della Toscana). Tali dati sono alla base del rapporto regionale sulla qualità dell'aria ambiente che la Giunta regionale deve predisporre entro il 31 maggio di ogni anno.

1.4.3. D.G.R. n. 1025/2010

Il 6 dicembre 2010 la Giunta della Regione Toscana, con la deliberazione n. 1025, ha definito la zonizzazione del territorio regionale e la nuova rete di monitoraggio della qualità dell'aria. Tra l'altro, la deliberazione:

- individua le zone e gli agglomerati in cui risulta suddiviso il territorio regionale ai fini della protezione della salute umana;
- classifica le zone e gli agglomerati per la valutazione della qualità dell'aria;
- individua le stazioni di misura che costituiscono la rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria;
- individua i Comuni tenuti all'adozione dei PAC.

In particolare nell'allegato 1 si definiscono le zone individuate ai fini della protezione della salute umana relativamente a tutti gli inquinanti eccetto l'ozono:



Zonizzazione	Comuni	Descrizione
Agglomerato di Firenze	Campi Bisenzio Bagno a Ripoli Firenze Calenzano	L'agglomerato di Firenze presenta caratteristiche omogenee dal punti di vista del sistema di paesaggio, con alta densità di popolazione e, di conseguenza di pressioni in termini emissivi derivanti prevalentemente dal sistema della mobilità pubblica e privata e dal condizionamento degli edifici e non presenta contributi industriali di particolare rilevanza. Comprende, racchiusi in un'unica piana, i centri urbani di Firenze e



**Comune
di Signa**
Provincia di Firenze

	Lastra a Signa Scandicci Sesto Fiorentino Signa	dei Comuni contigui (Area omogenea fiorentina) per i quali Firenze rappresenta un centro attrattore.
--	--	--

Nell'allegato 3 sono riportate le stazioni di misura della rete regionale per gli inquinanti di cui all'allegato V del D. Lgs. 155/2010 e la relativa dotazione strumentale:

Zonizzazione	Class.	Prov.	Comune	Denominazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂	CO	Benz.	IPA	As	Ni	Cd	Pb	
Agglomerato Firenze	RF	FI	Firenze	Settignano			X									
	UF	FI	Firenze	Boboli	X											
	UF	FI	Firenze	Bassi	X	X	X	X		X	X					
	UF	FI	Scandicci	Scandicci	X		X									
	UF	FI	Signa	(1)	X		X									
	UT	FI	Firenze	Gramsci	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	UT	FI	Firenze	Mosse	X		X									

UF – Urbana fondo; UT – Urbana traffico; RF – Rurale fondo

In base all'allegato 4 i Comuni dell'Agglomerato di Firenze sono tenuti all'adozione dei PAC relativamente alle sostanze inquinanti PM10 e NO₂.

1.4.4. D.G.R. n. 22/2011

Il 17 gennaio 2011 la Giunta della Regione Toscana ha adottato la delibera n. 22 introducendo nuove disposizioni relative al monitoraggio della qualità dell'aria nella nostra regione e lotta al PM10, le cosiddette polveri sottili.

Ci sono diverse novità, che comprendono sia una nuova rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria per tutti gli inquinanti normati (D.G.R. n.1025 del 6 dicembre 2010), sia il numero di superamenti consentiti del valore limite giornaliero di 50 microgrammi per metro cubo per il PM10, che rimangono 35 nell'arco dell'anno solare, sia la previsione ed attuazione di una serie di misure-interventi da parte dei Sindaci coinvolti al fine di contenere e ridurre l'inquinamento legato alle polveri sottili.

In ogni zona o agglomerato sono state scelte alcune stazioni di riferimento per il monitoraggio del PM10 relativamente agli interventi contingibili ed urgenti (allegato 1 alla D.G.R. 22/2011). Tali stazioni sono quelle definite come urbane fondo, ovvero sono le stazioni che rilevano livelli di inquinamento riferibili al contributo integrato di tutte le sorgenti presenti nell'area, rispondenti ai criteri di cui all'allegato 5 della DGRT 1025/2010. Sulla base della direttiva CE 2008/50 del 21 maggio 2008 (recepita su scala nazionale con D.Lgs. 155/2010), le stazioni di misurazione di fondo nei siti urbani sono inoltre quelle da utilizzarsi per la valutazione dell'esposizione media della popolazione.

La scelta definitiva, tra le stazioni urbane fondo presenti in regione, è caduta su quelle stazioni valutate come rappresentative del territorio in esame, sempre tenendo come riferimento l'esposizione media della popolazione.

I Sindaci dei Comuni interessati dalla Delibera n. 22 del 17.01.2011 hanno precisi obblighi (anche con il coordinamento delle rispettive Province) tra i quali in primo luogo predisporre un elenco di provvedimenti urgenti da attuare per contenere ed abbattere l'inquinamento atmosferico dovuto al PM10.



**Comune
di Signa**
Provincia di Firenze

I Sindaci, una volta ricevuta la comunicazione di allerta da parte di ARPAT, sono obbligati a dare attuazione alle misure preventivamente definite, a partire dal 15esimo superamento annuo del valore limite giornaliero del PM10.

I Sindaci, comunque, mantengono la potestà di intervenire anche prima del 15esimo superamento annuale quando si verifichi una situazione di inquinamento da polveri sottili particolarmente significativa (es. perdurare del fenomeno del superamento giornaliero dei limiti associato ad un'elevata intensità dei valori medi).

Infine ultimo obbligo, ma non ultimo in termini di importanza, a carico dei Sindaci è quello di comunicare tempestivamente ed efficacemente alla popolazione le misure che dovranno porre in essere, analoga informazione va inoltrata alla Regione, alla Provincia ed alla Ausl competenti per territorio.

Qualora i Sindaci si mostrino inadempienti, è previsto che il Presidente della Giunta Regionale diffidi il Sindaco inadempiente, imponendogli di attivare le misure contingibili entro 24 ore. Se l'inadempienza permane, il Presidente della Giunta Regionale avoca a sé i poteri sostituendosi al Sindaco inadempiente.

ARPAT, quale gestore e supervisore della rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria (all.3 DGRT 1025-2010), è tenuta a comunicare ai Sindaci dei Comuni della zona-agglomerato interessati il superamento del valore limite giornaliero di PM10 ogni qualvolta una stazione urbana-fondo tra quelle dell'allegato 1 della D.G.R. 22/2011 registra tale superamento. La comunicazione avviene secondo le modalità riportate nell'allegato 3 della stessa delibera utilizzando un modello predefinito da inviarsi tramite fax e posta elettronica. La comunicazione viene inoltrata da ARPAT a tutti i Sindaci dei Comuni interessati, alla Regione, alla Provincia e alle AUSL competenti per territorio.

Le normative tecniche di riferimento per il PM10 (EN 12341:2001) e PM2.5 (EN 14907:2005) prevedono come metodo "ufficiale" il metodo gravimetrico, cioè la determinazione della polvere raccolta mediante determinazioni di massa da effettuarsi su filtri campionati per 24 ore.



2. RILEVAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2.1. La rete di rilevamento regionale

La Giunta Regionale, con Delibera n° 1025/2010, ha individuato la nuova rete regionale di qualità dell'aria per tutti gli inquinanti, in applicazione del D. Lgs 155/2010 e della L.R. 9/2010.

Per l'agglomerato di Firenze, corrispondente al territorio comunale di Firenze più altri sette Comuni limitrofi, a partire dal 2011 la nuova rete è costituita da sette stazioni (2 stazioni urbane traffico, 4 stazioni urbane-fondo, 1 stazione suburbana).

Zonizzazione	Classe	Prov.	Comune	Denominazione
Agglomerato Firenze	RF	FI	Firenze	Settignano
	UF	FI	Firenze	Boboli
	UF	FI	Firenze	Bassi
	UF	FI	Scandicci	Scandicci
	UF	FI	Signa	(*)
	UT	FI	Firenze	Gramsci
	UT	FI	Firenze	Mosse

(*) La stazione di misura di Signa è stata attivata a fine 2013.

2.2. Limiti delle sostanze inquinanti in atmosfera

L'allegato XI al D. Lgs. 155/2010 stabilisce i valori limite per gli inquinanti atmosferici:

Periodo di mediazione	Valore Limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
Biossido di zolfo			
1 ora	350 µg/m ³ , da non superare più di 24 volte per anno civile		- (1)
1 giorno	125 µg/m ³ , da non superare più di 3 volte per anno civile		- (1)
Biossido di azoto*			
1 ora	200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno Civile	40 µg/m ³	50% il 19 luglio 1999, con	1° gennaio 2010



		una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	
Benzene*			
Anno Civile	5,0 µg/m ³	5 µg/m ³ (100%) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m ³ fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Monossido di Carbonio			
Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (2)	10 mg/m ³		- (1)
Piombo			
Anno Civile	0,5 µg/m ³ (3)		- (1) (3)
PM10**			
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005.	- (1)
Anno Civile	40 µg/m ³	20% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005.	- (1)
PM 2,5			
FASE 1			
Anno Civile	25 µg/m ³	20% l'11 giugno 2008, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2015.	1° gennaio 2015
FASE 2 (4)			
Anno Civile	(4)		1° gennaio 2020



- (1) Già in vigore dal 1° gennaio 2005.
 - (2) La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.
 - (3) Tale valore limite deve essere raggiunto entro il 1° gennaio 2010 in caso di aree poste nelle immediate vicinanze delle fonti industriali localizzate presso siti contaminati da decenni da attività industriali. In tali casi il valore limite da rispettare fino al 1° gennaio 2010 è pari a 0,1 µg/m³. Le aree in cui si applica questo valore limite non devono comunque estendersi per una distanza superiore a 1.000 m rispetto a tali fonti industriali.
 - (4) Valore limite da stabilire con successivo decreto ai sensi dell'articolo 22, comma 6, tenuto conto del valore indicativo di 20 µg/m³ e delle verifiche effettuate dalla Commissione europea alla luce da ulteriori informazioni circa le conseguenze sulla salute e sull'ambiente, la fattibilità tecnica e l'esperienza circa il perseguimento del valore obiettivo negli Stati membri.
- * Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10: i valori limite devono essere rispettati entro la data prevista dalla decisione di deroga, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.
- ** Per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga prevista dall'articolo 9, comma 10, i valori limite devono essere rispettati entro l'11 giugno 2011, fermo restando, fino a tale data, l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.

Di seguito sono riportati i livelli critici per la protezione della vegetazione:

Periodo di mediazione	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre - 31 marzo)	Margine di tolleranza
Biossido di zolfo			
	20 µg/m ³	20 µg/m ³	Nessuno
Ossidi di azoto			
	30 µg/m ³ NOx		Nessuno

L'allegato XII al decreto stabilisce le soglie di informazione e di allarme per l'ozono e le soglie di allarme per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto:

Finalità	Periodo di mediazione	Soglia
1 ora	1 ora	180 µg/m ³
Allarme	1 ora (1)	240 µg/m ³

(1) Per l'applicazione dell'articolo 10, comma 1, deve essere misurato o previsto un superamento per tre ore consecutive.

Inquinante	Soglia di allarme (1)
Biossido di zolfo	500 µg/m ³
Biossido di azoto	400 µg/m ³



2.3. Bollettino giornaliero della qualità dell'aria

Arpat pubblica sul proprio sito il bollettino giornaliero della qualità dell'aria, riportante le misure, riferite al giorno precedente, dei valori degli inquinanti atmosferici per tutte le stazioni di misura della zona, secondo il "form" di seguito riportato.

In caso di superamento dei limiti normativi per i parametri considerati, Arpat invia comunicazione alle amministrazioni comunali dell'Agglomerato di Firenze.

ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

INSIEME PER UN FUTURO SOSTENIBILE

MAPPA DEL SITO ACCESSIBILITÀ CONTATTI

Regione Toscana

Cerca

Ricerca avanzata...

Sei in: Home → Dati e mappe → Bollettino giornaliero della qualità dell'aria → Bollettino regionale

Agenzia Temi Ambientali Attività Documentazione Notizie Dati e Mappe URP

Bollettino regionale di qualità dell'aria

Altri bollettini: [Bollettino regionale dell'ozono](#) | [Bollettino stazioni locali](#)

Imposta data e zona

Data Osservazione (GG/MM/YYYY) 14/01/2014 Zona -- seleziona -- [Azzera selezione data e zona](#)

Dati rilevati il 14 gennaio 2014

Il bollettino viene pubblicato nei giorni feriali, alle ore 13:00. Sono riportate le medie giornaliere per PM10 e PM2.5, il massimo delle medie orarie per NO₂ e SO₂, mentre per il CO è riportato il massimo delle medie su 8 ore. I valori sono espressi in mg/m³ per il CO e in µg/m³ per gli altri inquinanti e sono **evidenziati** i valori superiori ai **limiti di riferimento**.

NOTA: fino al 4/3/2013 per l'SO₂ è riportata la media giornaliera, dal 5/3/2013 è invece riportato il massimo delle medie orarie.

Zona	PM10	Superamenti PM10 dal 1 gennaio	PM2.5	NO ₂	SO ₂	CO	Comune	Stazione	Tipo stazione	Tipo Zona
Agglomerato di Firenze	14	1	11	47	7.9	-	FIRENZE	FI-BASSI	FONDO	URBANA
Agglomerato di Firenze	13	0	-	-	-	-	FIRENZE	FI-BOBOLI	FONDO	URBANA
Agglomerato di Firenze	28	4	16	117	-	2.5	FIRENZE	FI-GRAMSCI	TRAFFICO	URBANA
Agglomerato di Firenze	20	2	-	72	-	-	FIRENZE	FI-MOSSE	TRAFFICO	URBANA
Agglomerato di Firenze	-	-	-	32	-	-	FIRENZE	FI-SETTIGNANO	FONDO	RURALE
Agglomerato di Firenze	18	0	-	57	-	-	SCANDICCI (FI)	FI-SCANDICCI	FONDO	URBANA
Agglomerato di Firenze	41	8	-	52	-	-	SIGNA (FI)	FI-SIGNA	FONDO	URBANA

2.4. Inquinanti atmosferici

2.4.1. PM₁₀

Caratteristiche

Il materiale particolato presente nell'aria è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, che possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi. Hanno dimensioni comprese tra 0,005 µm e 50-150µm (lo spessore di un capello umano è circa 100 µm), e una composizione costituita da una miscela di elementi quali:



carbonio, piombo, nichel, nitrati, solfati, composti organici, frammenti di suolo, ecc. L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è definito come PTS (polveri totali sospese) o PM (materiale particolato). Le polveri totali vengono generalmente distinte in due classi dimensionali corrispondenti alla capacità di penetrazione nelle vie respiratorie da cui dipende l'intensità degli effetti nocivi. Le polveri che penetrano nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe), polveri dette inalabili o toraciche, hanno un diametro inferiore a $10\mu\text{m}$ (PM10). Quelle invece che possono giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli e alveoli polmonari), le cosiddette polveri respirabili, hanno un diametro inferiore a $2,5\mu\text{m}$ (PM2,5).

Fonti emissive e monitoraggio

Le particelle solide sono originate sia per emissione diretta (particelle primarie) che per reazione nell'atmosfera di composti chimici, quali ossidi di azoto e zolfo, ammoniaca e composti organici (particelle secondarie). Le sorgenti del particolato possono essere antropiche e naturali. Le fonti antropiche sono riconducibili principalmente ai processi di combustione quali: emissioni da traffico veicolare, utilizzo di combustibili (carbone, oli, legno, rifiuti, rifiuti agricoli), emissioni industriali (cementifici, fonderie, miniere). Le fonti naturali invece sono sostanzialmente: aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, aerosol biogenico, incendi boschivi, emissioni vulcaniche, ecc. Le cause principali delle alte concentrazioni di polveri in ambito cittadino sono dovute in gran parte alla crescente intensità di traffico veicolare, e in particolare alle emissioni dei motori diesel e dei ciclomotori. Una percentuale minore è legata all'usura degli pneumatici e dei corpi frenanti delle auto. Un ulteriore elemento che contribuisce alle alte concentrazioni di polveri è connesso anche al risollevamento delle frazioni depositate, per cause naturali o legate allo stesso traffico. Il particolato è oggetto di una sempre più approfondita azione di monitoraggio e controllo. La rete delle strumentazioni automatiche utilizzate per il monitoraggio, consentono ormai di avere quotidianamente la misura delle concentrazioni degli inquinanti tra cui il PM10 nelle principali aree urbane e industriali della Regione.

Effetti sanitari

Gli effetti sanitari delle PM10 possono essere sia a breve termine che a lungo termine. Le polveri penetrano nelle vie respiratorie giungendo, quando il loro diametro lo permette, direttamente agli alveoli polmonari. Le particelle di dimensioni maggiori provocano effetti di irritazione e infiammazione del tratto superiore delle vie aeree, quelle invece di dimensioni minori (inferiori a 5-6 micron) possono provocare e aggravare malattie respiratorie e indurre formazioni neoplastiche. Anche recenti studi epidemiologici (ad esempio il progetto MISA, una metanalisi degli studi italiani sugli effetti acuti dell'inquinamento atmosferico rilevati in otto città italiane nel periodo 1990-1999, e studi americani sugli effetti a lungo termine) hanno confermato l'esistenza di una correlazione tra presenza di polveri fini e patologie dell'apparato respiratorio e cardiovascolare.

2.4.2. Monossido di carbonio (CO)

Caratteristiche chimico fisiche

Il monossido di carbonio è un gas incolore ed inodore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili.

Origine

La principale sorgente di CO è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli, soprattutto funzionanti a bassi regimi, come nelle situazioni di traffico intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio, di ghisa e la raffinazione del petrolio.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

La sua tossicità è dovuta al fatto che, legandosi all'emoglobina al posto dell'ossigeno, impedisce una buona ossigenazione del sangue, con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare.



2.4.3. Biossido di zolfo (SO₂)

Caratteristiche chimico fisiche

il biossido di zolfo è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante

Origine

Il biossido di zolfo si forma nel processo di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili solidi e liquidi (carbone, olio combustibile, gasolio). Le fonti di emissione principali sono legate alla produzione di energia, agli impianti termici, ai processi industriali e al traffico. L'SO₂ è il principale responsabile delle "piogge acide", in quanto tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico. In particolari condizioni meteorologiche e in presenza di quote di emissioni elevate, può diffondersi nell'atmosfera ed interessare territori situati anche a grandi distanze

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

È un gas irritante per gli occhi e per il tratto superiore delle vie respiratorie, a basse concentrazioni, mentre a concentrazioni superiori può dar luogo a irritazioni delle mucose nasali, bronchiti e malattie polmonari.

2.4.4. Biossido di azoto (NO₂)

Caratteristiche chimico fisiche

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

Origine

Il biossido di azoto si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del monossido (NO), inquinante principale che si forma nei processi di combustione. Le emissioni da fonti antropiche derivano sia da processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, traffico), che da processi produttivi senza combustione (produzione di acido nitrico, fertilizzanti azotati, ecc.)

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

È un gas irritante per l'apparato respiratorio e per gli occhi, causando bronchiti fino anche a edemi polmonari e decesso. Contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, come precursore dell'ozono troposferico, e contribuisce, trasformandosi in acido nitrico, al fenomeno delle "piogge acide".

2.4.5. Idrocarburi non metanici

Caratteristiche chimico fisiche

È una classe di composti organici molto varia, costituita da sostanze che esposte all'aria passano rapidamente dallo stato liquido a quello gassoso. I principali sono: idrocarburi alifatici, aromatici (benzene, toluene, xileni ecc.), ossigenati (aldeidi, chetoni, ecc.), ecc. La loro concentrazione in atmosfera nelle aree urbane è direttamente correlabile al traffico veicolare. E, tuttavia, un indicatore "grezzo", che può dare maggiori informazioni operando una sua speciazione, identificando i vari componenti chimici che lo costituiscono. Assieme agli ossidi di azoto, costituiscono i "precursori" dell'ozono troposferico.

Origine



Tali composti derivano da fenomeni di evaporazione delle benzine (vani motore e serbatoi), dai gas di scarico veicolari (per combustione incompleta dei carburanti) e, in particolari zone industriali, dallo stoccaggio e movimentazione di prodotti petroliferi.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

Gli effetti sulla salute umana sono molto differenziati in funzione del tipo di composto.

2.4.6. Benzo(a)Pirene (BaP) e altri idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Caratteristiche chimico fisiche

Gli IPA sono idrocarburi con struttura ad anelli aromatici condensati. Sono sostanze solide a temperatura ambiente, degradabili in presenza di radiazione ultravioletta. Il composto più studiato e rilevato è il BaP che ha una struttura con cinque anelli condensati.

Origine

Sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli oli combustibili). Si formano durante le combustioni incomplete. Le principali sorgenti sono individuabili nelle emissioni da motori diesel, da motori a benzina, da centrali termiche alimentate con combustibili solidi e liquidi pesanti e in alcune attività industriali (cokerie, produzione e lavorazione grafite, trattamento del carbon fossile).

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

Lo IARC (International Agency for Research on Cancer) ha inserito il BaP e altri IPA con 4-6 anelli condensati nelle classi 2A o 2B (possibili o probabili cancerogeni per l'uomo) per gli effetti dimostrati "in vitro". Pericolosità ancora più elevata è stata dimostrata da nitro e ossigeno derivati degli IPA, anch'essi generati nelle combustioni incomplete.

2.4.7. Idrogeno solforato (H₂S)

Caratteristiche chimico fisiche

È un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce, per questo definito gas putrido. È idrosolubile ha caratteristiche debolmente acide e riducenti. Il composto è caratterizzato da una soglia olfattiva decisamente bassa; in letteratura si trovano numerosi valori definiti soglia olfattiva: da 0.7 µg/mc a 14 µg/mc ("Analisi e controllo degli odori" D. Bertoni, P. Mazzali, A. Vignali - Ed. Pitagora, Bologna 1993); taluni soggetti sono in grado di percepire l'odore già a 0.2 µg/mc (soglia olfattiva OMS da "Air quality guidelines WHO", anno 1999), in corrispondenza di 7 µg/mc la quasi totalità dei soggetti esposti distingue l'odore caratteristico. Tale valore non è consolidato, per cui potrà variare nel tempo.

Origine

Naturale: è presente nelle emissioni delle zone vulcaniche e geotermiche, è prodotto dalla degradazione batterica di proteine animali e vegetali. Antropica: è un coprodotto indesiderato nei processi di produzione di carbon coke, di cellulosa con metodo Kraft, di raffinazione del petrolio, di rifinitura di oli grezzi, di concia delle pelli (calcinaio e pickel), di fertilizzanti, di coloranti e pigmenti, di trattamento delle acque di scarico e di altri procedimenti industriali.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente

È una sostanza estremamente tossica poichè è irritante e asfissiante. L'azione irritante, che si esplica a concentrazioni superiori ai 15.000 µg/mc ha come bersaglio le mucose, soprattutto gli occhi; a concentrazioni di



715.000 µg/mc, per inalazione, può causare la morte anche in 5 minuti (WHO 1981, Canadian Centre for Occupational Health and Safety 2001).

L'inquinamento delle acque con idrogeno solforato provoca la moria di pesci; l'effetto sulle piante non è acuto, ma cronico per la sottrazione di microelementi essenziali per il funzionamento dei sistemi enzimatici.

Nei confronti dei materiali mostra una discreta aggressività per i metalli, provocandone un rapido deterioramento.

2.4.8. Ozono (O₃)

Caratteristiche e formazione

È un gas fortemente ossidante che si forma nella bassa atmosfera per reazioni fotochimiche attivate dalla luce solare, che danno origine allo smog fotochimico.

La presenza di ozono negli strati alti dell'atmosfera (stratosfera) è di origine naturale e costituisce una fondamentale azione protettiva dalle radiazioni ultraviolette prodotte dal sole.

La formazione di elevate concentrazioni di ozono a quote inferiori, al di sotto dei 10-15 km di altezza (troposfera), è un fenomeno prettamente estivo, legato all'interazione tra radiazione solare e sostanze chimiche (idrocarburi e biossido di azoto) dette "precursori", che a temperature elevate (temperature estive) attivano e alimentano le reazioni fotochimiche producendo ozono, radicali liberi, perossidi e altre sostanze organiche, fortemente ossidanti (es: perossiacetilnitrati, ecc.). L'ozono presente negli strati bassi dell'atmosfera (troposfera) non è quindi prodotto direttamente dall'uomo, ma è una sostanza inquinante di origine secondaria.

Il problema dell'ozono ha notevole rilevanza in ambiente urbano e periurbano, dove si possono verificare episodi acuti di inquinamento.

Ozono e salute

L'ozono è un gas incolore irritante per le mucose (occhi, apparato respiratorio, ecc.). A causa della sua alta tossicità può causare effetti dannosi sia all'ecosistema che al patrimonio storico-artistico. La capacità di spostarsi con le masse d'aria anche a diversi chilometri dalla fonte, comporta la presenza di concentrazioni elevate a grandi distanze determinando il rischio di esposizioni significative in gruppi di popolazione relativamente distanti dalle fonti principali di inquinanti e danneggiando la componente vegetale dell'ecosistema e le attività agricole.

I fenomeni di irritazione sull'uomo variano in funzione dei livelli di concentrazione e del tempo di esposizione e sono a carico delle mucose di occhi, naso, gola e apparato respiratorio. I soggetti più sensibili appartengono a quelle categorie che hanno una ridotta capacità respiratoria (anziani, persone affette da malattie respiratorie) o che hanno una respirazione più veloce perché svolgono attività fisica all'aperto o perché hanno caratteristiche fisiologiche speciali (bambini). Il comportamento da tenere in questi casi è quello di ridurre la permanenza all'aperto nelle ore centrali del giorno (tra le 12.00 e le 19.00) e seguire una corretta alimentazione. Per ulteriori dettagli si veda l'opuscolo informativo (file PDF, 99 KB) messo a punto dal Dipartimento della Prevenzione ASL 10 di Firenze.

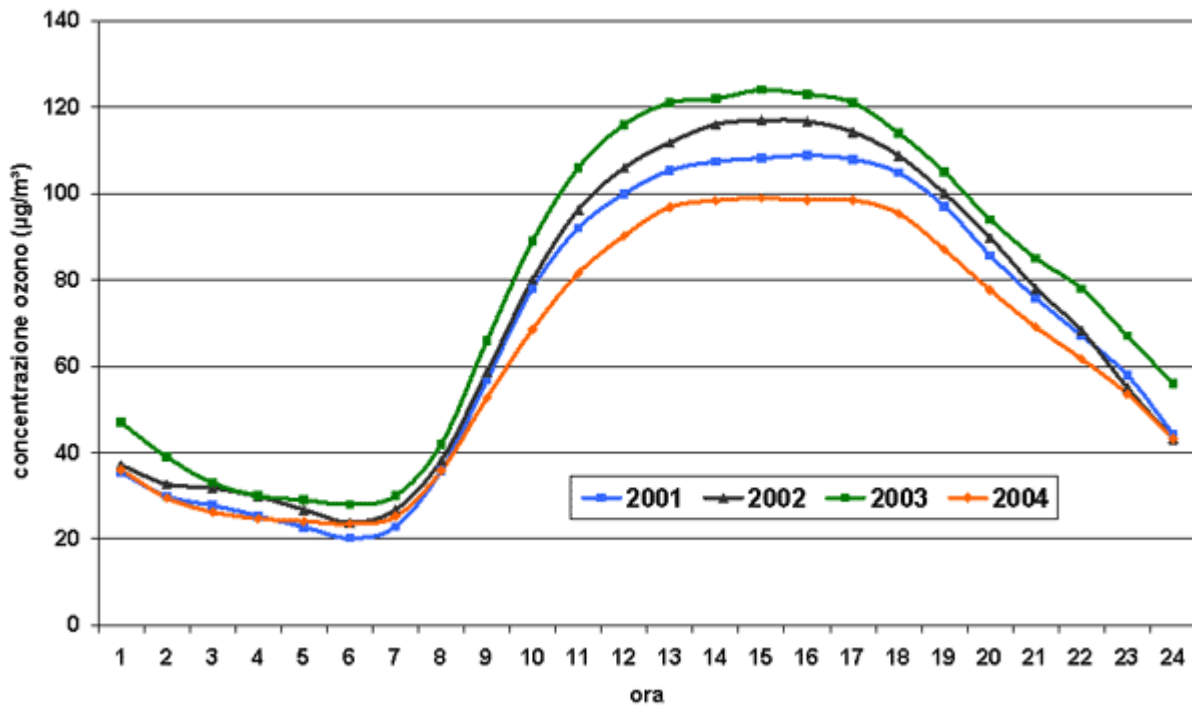
Monitoraggio

La soglia di informazione, cioè la concentrazione atmosferica oltre la quale, essendovi un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata, devono essere comunicate in modo dettagliato le informazioni relative ai superamenti registrati, le previsioni per i giorni seguenti, le informazioni circa i gruppi della popolazione colpiti e sulle azioni da attuare per la riduzione dell'inquinamento, con la massima tempestività alla popolazione ed alle strutture sanitarie competenti.

In figura è riportato un tipico andamento giornaliero delle concentrazioni orarie di ozono, rilevate in una stazione di fondo urbano, da cui si evincono le ore di massima concentrazione. L'andamento riportato può essere considerato rappresentativo dell'andamento delle concentrazioni nel periodo estivo.



FIRENZE - BOBOLI





3. LO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

3.1. Qualità dell'aria dal 2007 al 2012

Il quadro conoscitivo dello stato della qualità dell'aria ambiente del 2012 si basa prioritariamente sulle misurazioni ottenute dalle 33 stazioni della rete regionale di rilevamento.

Le informazioni della rete regionale sono state affiancate con quelle ottenute dalle stazioni delle reti locali rimaste attive in base a specifiche richieste degli Enti Locali. Tutte queste stazioni sono state gestite nei primi mesi del 2012 dai 10 Centri Operativi Provinciali di ARPAT che hanno validato i dati provenienti dalle stazioni di monitoraggio del territorio della provincia di appartenenza.

A partire da aprile 2012 con l'attivazione del Settore Centro Regionale Tutela della Qualità dell'Aria (CRTQA), i dati sono stati gestiti dal CRTQA attraverso quattro centri di gestione collocati in Area Vasta Centro, Costa e Sud e inviati dopo validazione al Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA) di ARPAT, che ha organizzato le informazioni estraendo per ciascun inquinante monitorato gli indicatori previsti dalla normativa.

Di seguito si riportano i dati più significativi rilevati dal "rapporto sulla qualità dell'aria 2012" di Arpat, con confronti e trend rispetto ai dati annuali dal 2007 in poi.

3.2. I risultati del monitoraggio 2012

Particolato PM10

- il valore limite dell'indicatore relativo alla media annuale (limite di 40 µg/m³) è stato rispettato in tutte le zone e nell'agglomerato di Firenze, sia nelle stazioni di fondo che nelle traffico
- non è stato rispettato il limite dei 35 superamenti per la media giornaliera di 50 µg/m³ in sei delle 22 stazioni di rete regionale attive nel 2012, rispettivamente presso il 50 % delle stazioni di traffico ed il 20% delle stazioni di fondo. Il maggior numero di superamenti si è verificato presso le stazioni dell'Agglomerato di Firenze, della zona di Prato- Pistoia e della zona del Valdarno pisano e Piana lucchese.

Particolato PM2,5

Il valore limite (25 µg/m³) sulla media annuale è rispettato sia nelle stazioni urbane di fondo che in quelle di traffico. Le serie ottenute dai dati relativi ai primi tre anni di monitoraggio del PM2,5 su scala regionale confermano il rispetto del valore limite.

Biossido di azoto NO2

- Il limite di 18 superamenti per la massima media oraria di 200 µg/m³ è stato superato solo presso la stazione di traffico di FI-Gramsci, che rappresenta l'hot spot regionale delle stazioni di traffico
- rispetto all'indicatore relativo alla media annuale l'80% delle stazioni di tipo traffico attive nel corso del 2012 hanno registrato il non rispetto del limite di 40 µg/m³, mentre il limite è stato rispettato in tutte le stazioni di tipo fondo, confermando la forte criticità di questo inquinante nei siti di traffico.

Monossido di carbonio CO e biossido di zolfo SO2



Il monossido di carbonio e il biossido di zolfo non rappresentano un problema per la qualità dell'aria in Toscana; si continua infatti cautelativamente a rilevarne le concentrazioni solo in alcuni siti da traffico, dove comunque gli indicatori evidenziano che le soglie sono ampiamente rispettate.

Ozono O3

- si è confermata la criticità nei confronti del valore obiettivo per la protezione della salute umana (numero di medie massime giornaliere di 8 ore superiori a 120 µg/m³, come media dei valori degli ultimi tre anni), che non è stato rispettato nel 66% delle stazioni della rete regionale di monitoraggio dell'ozono
- il valore obiettivo per la protezione della vegetazione (somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ tra maggio e luglio, rilevate ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00, come media dei valori degli ultimi cinque anni) non è stato rispettato nel 77% della stazioni di rete regionale.

La criticità per entrambi i parametri è maggiore nelle zone interne della Toscana.

Il superamento della soglia di informazione (180 µg/m³ concentrazione oraria) per l'ozono si è verificato solo su due stazioni in un numero limitato di casi

3.3. Particolato atmosferico PM10

Di seguito sono descritti gli indicatori relativi agli inquinanti che sono stati oggetto di monitoraggio nella rete regionale attiva nel 2012. Nelle stazioni di Firenze Bassi e di Firenze Gramsci sono stati effettuati anche campionamenti di benzene e di IPA.

PM10 – elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale anno 2012.

Zona	Nome stazione	Tipologia	N° medie giornaliere > 50 µg/m ³	V.L.	Media (µg/m ³) annuale	V.L.
Agglomerato Firenze	FI-Boboli	Urbana Fondo	7		23	
	FI-Bassi	Urbana Fondo	11		23	
	FI-Scandicci	Urbana Fondo	23		27	
	FI-Gramsci	Urbana Traffico	46		36	
	FI-Mosse	Urbana Traffico	69		39	

Si evince dalla tabella che il valore limite dell'indicatore relativo alla media annuale (limite di 40 µg/m³) è stato rispettato in tutte le zone e nell'agglomerato di Firenze, sia nelle stazioni di fondo che nelle traffico mentre non è stato rispettato il limite dei 35 superamenti annuali per la media giornaliera di 50 µg/m³ in 6 delle 22 stazioni di rete regionale attive nel 2012, rispettivamente presso il 50 % delle stazioni di traffico ed il 20% delle stazioni di fondo. Il maggior numero di superamenti verificati presso i siti di fondo sono stati concentrati nella zona di Prato Pistoia dove in due siti su tre non è stato rispettato il limite.

Di seguito sono riportati gli andamenti temporali dal 2007 al 2012 degli indicatori di PM 10:

- N° superamenti media giornaliera di 50 µg/m³;
- Medie annuali.



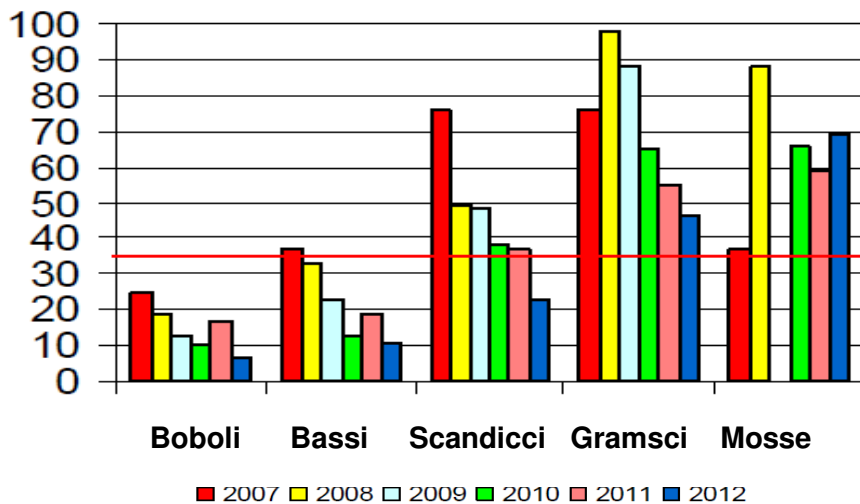
Sono riportati nei successivi grafici gli andamenti del numero di superamenti per anno e per stazione.

PM10 – n° di superamenti valore giornaliero 50 µg/m³ – andamenti 2007-2012

Zona	Nome stazione	Tipologia	N° superamenti media giornaliera di 50 µg/m ³					
			V.L. = 35 gg/anno					
			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Agglomerato Firenze	FI-Boboli	Urbana Fondo	25	19	13	10	17	7
	FI-Bassi	Urbana Fondo	37	33	23	13	19	11
	FI-Scandicci	Urbana Fondo	76	49	48	38	37	23
	FI-Gramsci	Urbana Traffico	76	98	88	65	55	46
	FI-Mosse	Urbana Traffico	37	88	*	66	59	69

Da una prima analisi della tabella relativa all'indicatore del numero dei superamenti del valore medio giornaliero di 50 µg/m³ si nota che il lieve peggioramento registrato del 2011 ha subito un arresto ed un' inversione di tendenza, con una situazione generale simile a quella registrata nel 2010.

Dall'analisi dei successivi grafici rilevano criticità anche nel 2012 per le stazioni di traffico dell'Agglomerato.



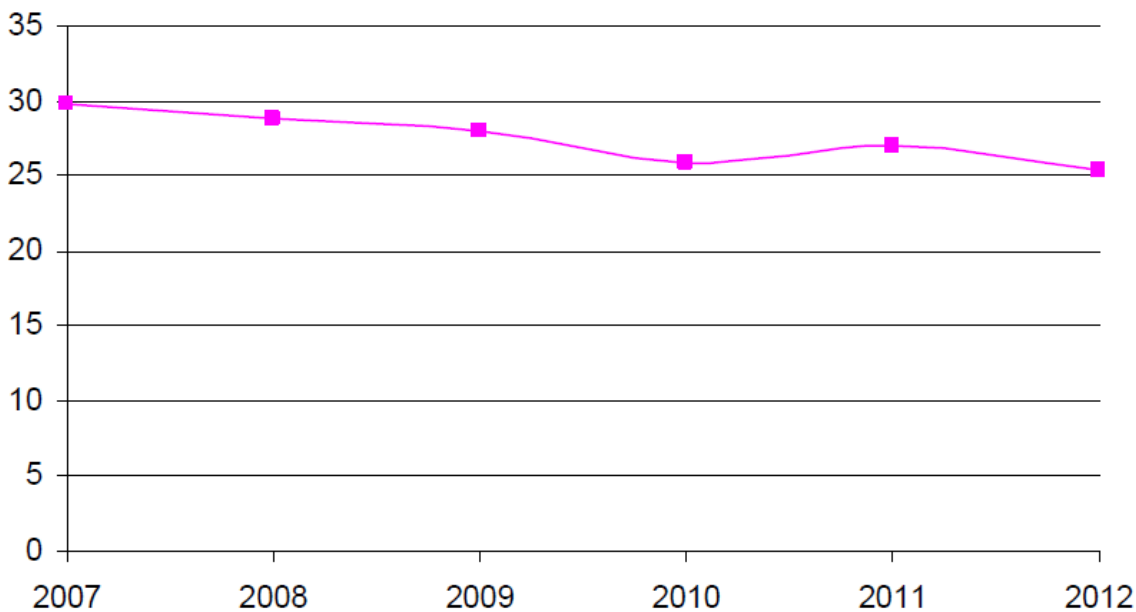
PM10 – medie annuali – andamenti 2007-2012



Zona	Nome stazione	Tipo stazione	Concentrazioni medie annue ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
			Valore Limite= $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$					
			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Agglomerato Firenze	FI-Boboli	Urbana Fondo	26	25	25	23	26	23
	FI-Bassi	Urbana Fondo	34	29	27	22	24	23
	FI-Scandicci	Urbana Fondo	39	35	35	33	29	27
	FI-Gramsci	Urbana Traffico	41	44	43	38	38	36
	FI-Mosse	Urbana Traffico	32	42	*	39	38	39

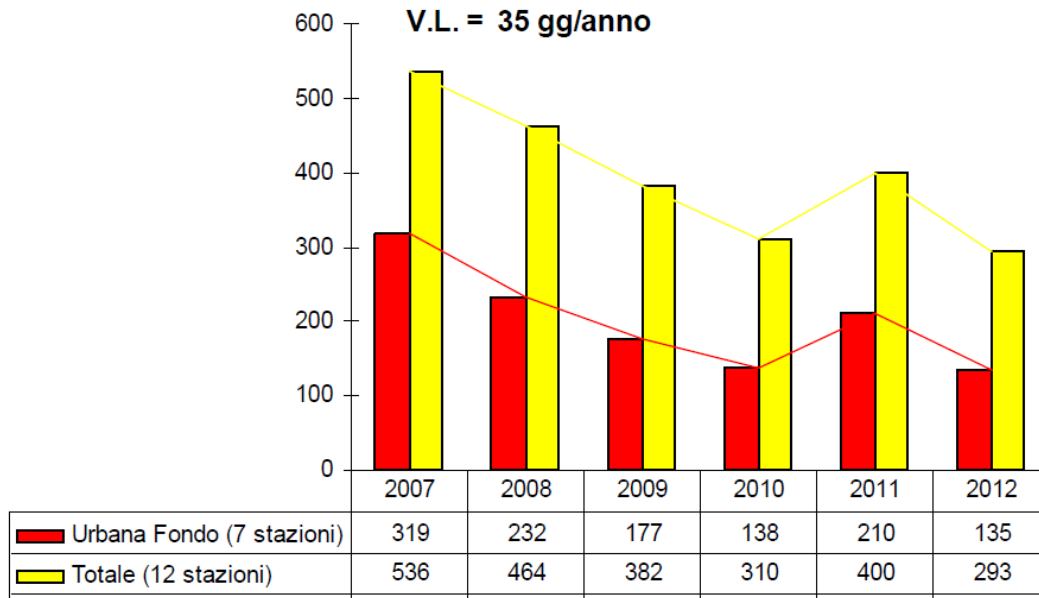
Da una prima analisi della tabella relativa all'indicatore delle medie annuali registrate negli ultimi sei anni si nota che anche per questo parametro il lieve peggioramento registrato del 2011 ha subito un arresto ed un' inversione di tendenza, con una situazione generale simile a quella registrata nel 2010. Il limite di legge previsto per l'indicatore "media annuale di PM 10" è costantemente rispettato in tutte le stazioni di rete regionale, indipendentemente dalla zona e dalla tipologia di stazione

PM10 – andamento media annuale complessiva sulla rete regionale di rilevamento per gli anni 2007-2012

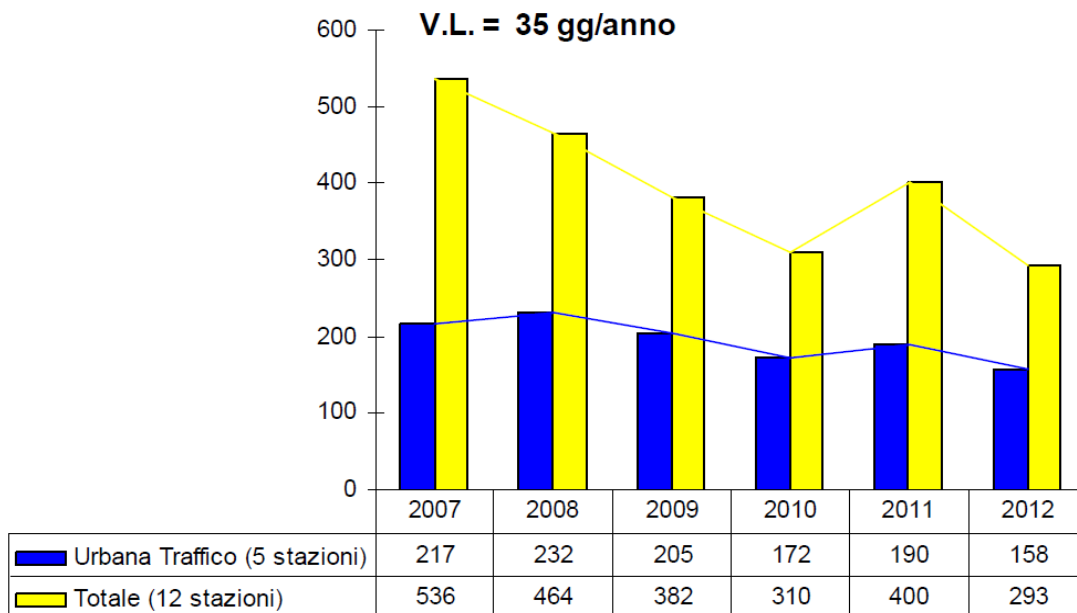




PM10 – n° superamenti valore giornaliero 50 µg/m3 – andamenti 2007-2012 elaborati per le stazioni urbane fondo



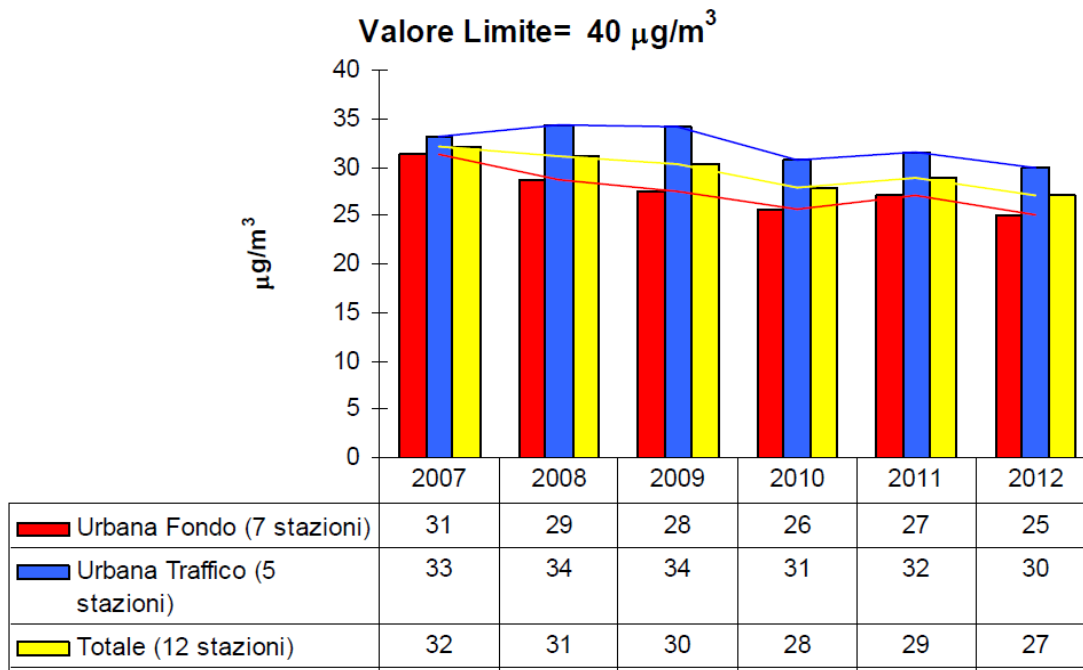
PM10 – n. superamenti media giornaliera di 50 µg/m3 – andamenti 2007-2012 elaborati per le stazioni urbane traffico



Si osserva una tendenza alla diminuzione del numero di superamenti complessivo nelle zone urbane. Si può notare inoltre quanto la variazione percentuale complessiva del numero di superamenti in area urbana sia molto più rilevante per i siti di tipologia fondo, presso le quali nel corso dei sei anni in esame il numero di superamenti si è ridotto del 60%, mentre presso i siti di traffico le variazioni sono meno marcate (riduzione dal 2007 al 2012 del 30%).



PM10 – medie annuali – andamenti 2007-2012 per le stazioni di rete regionale elaborati per tipologia di stazione urbana.

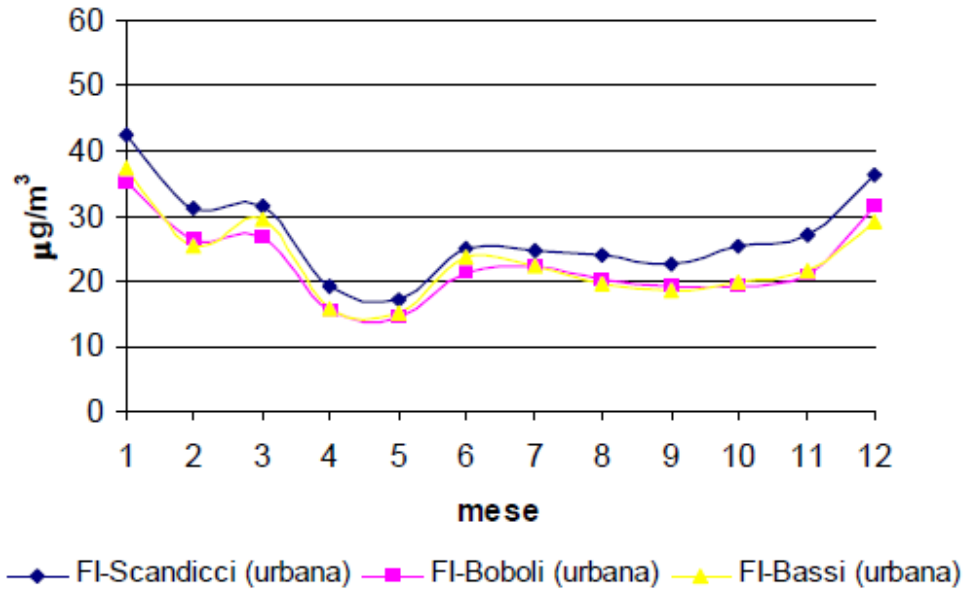


Anche per la media annuale complessiva di PM10 nelle zone urbane si osserva una tendenza alla diminuzione dal 2007 al 2012. Dall'esame degli andamenti complessivi delle medie annuali registrate nei siti urbani si nota che la riduzione delle concentrazioni è più marcata nelle stazioni dei siti di fondo presso le quali la media si è ridotta del 20% tra il 2007 ed il 2012, mentre nei siti di traffico i valori si sono ridotti nel complesso del 10%.

Di seguito si riportano gli andamenti delle concentrazioni medie mensili di Pm10 registrati presso le stazioni di fondo dell'agglomerato di Firenze.



PM10 – andamento mensile nelle stazioni di fondo nell'agglomerato di Firenze



3.4. Particolato atmosferico PM2,5

Gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2012 sono stati confrontati con i valori limite di legge per il PM2,5 (allegato XI D.Lgs.155/2010 e s.m.i.), che corrisponde alla media annuale.

Zona	Nome stazione	Tipologia	Media annuale 2012 (µg/m ³)	Valore limite (µg/m ³)
Agglomerato Firenze	Fi-Bassi	Urbana Fondo	16	25
	Fi-Gramsci	Urbana Traffico	20	
Zona Prato Pistoia	PO-Roma	Urbana Fondo	22	
	PO-Ferrucci	Urbana Traffico	-	
	PT-Montale	Rurale fondo	-	
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	PI-Passi	Urbana Fondo	16	
	LU-Capannori	Urbana Fondo	-	
Zona costiera	GR-URSS	Urbana Fondo	11	
	LI-Cappiello	Urbana Fondo	-	
	LU-Viareggio	Urbana Fondo	-	
	LI-Carducci	Urbana Traffico	14	
Zona collinare e montana	SI-Poggibonsi	Urbana Fondo	11	
Zona Valdarno aretino e Val di Chiana	AR-Acropoli	Urbana Fondo	-	

I dati in tabella indicano che i limiti di normativa sono per il PM2,5 pienamente rispettati sia per le stazioni di fondo che di traffico in tutto il territorio regionale. La concentrazione media massima, come accaduto negli anni precedenti è stata registrata presso il sito di fondo di PO-Roma.



PM2,5 – medie annuali – andamenti 2007-2012 per le stazioni di rete regionale

Zona	Nome stazione	Tipo Stazione	Concentrazioni medie annue ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
			Valore Limite= 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Agglomerato Firenze	Fi-Bassi	Urbana Fondo	-	-	-	*	16	16
	Fi-Gramsci	Urbana Traffico	-	-	-	*	21	20
Zona Prato Pistoia	PO-Roma	Urbana Fondo	21	20	18	22	22	22
	PO-Ferrucci	Urbana Traffico	-	-	-	-	-	-
	PT-Montale	Rurale fondo	-	-	-	-	-	-
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	PI-Passi	Urbana Fondo	-	-	-	16	18	16
	LU-Capannori	Urbana Fondo	-	-	-	-	-	-
Zona costiera	GR-URSS	Urbana Fondo	-	-	-	11	12	11
	LI-Cappiello	Urbana Fondo	-	-	-	-	-	-
	LU-Viareggio	Urbana Fondo	-	-	-	-	-	-
	LI-Carducci	Urbana Traffico	16	16	14	14	16	14
Zona collinare montana	SI-Poggibonsi	Urbana Fondo	-	-	-	-	-	11
Zona Valdarno aretino e Val di Chiana	AR-Acropoli	Urbana Fondo	-	-	-	-	-	-

Le serie ottenute dai dati relativi al monitoraggio del PM2,5 su scala regionale indicano che il valore limite imposto dal D.Lgs.155/2010 sulla media annuale (in vigore effettivo dal 2015) viene generalmente rispettato sia nelle stazioni di fondo che nelle stazioni di traffico. Per il terzo anno la massima media annuale viene registrata presso la stazione di fondo di PO-Roma che, insieme alla stazione di traffico di LI-Carducci, rilevano l'inquinante già da alcuni anni senza mai avere registrato superamenti dalla soglia di 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio annuale.

PM2,5 – medie annuali –andamenti 2010-2012 per le stazioni di rete regionale elaborati per tipologia di stazione

Tipologia stazione	Concentrazioni medie annue ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	Valore Limite= 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	2010 (3 fondo e 1 traffico)	2011 (4 fondo e 2 traffico)	2012 (4 fondo e 2 traffico)
medie stazioni di traffico	14	19	16
medie stazioni di fondo	16	17	17
medie complessive	16	18	17

Sono stati calcolati i rapporti tra concentrazioni medie annuali di PM2,5 e concentrazioni medie annuali di PM10, presso le stazioni di rete regionale che hanno misurato entrambi i parametri.



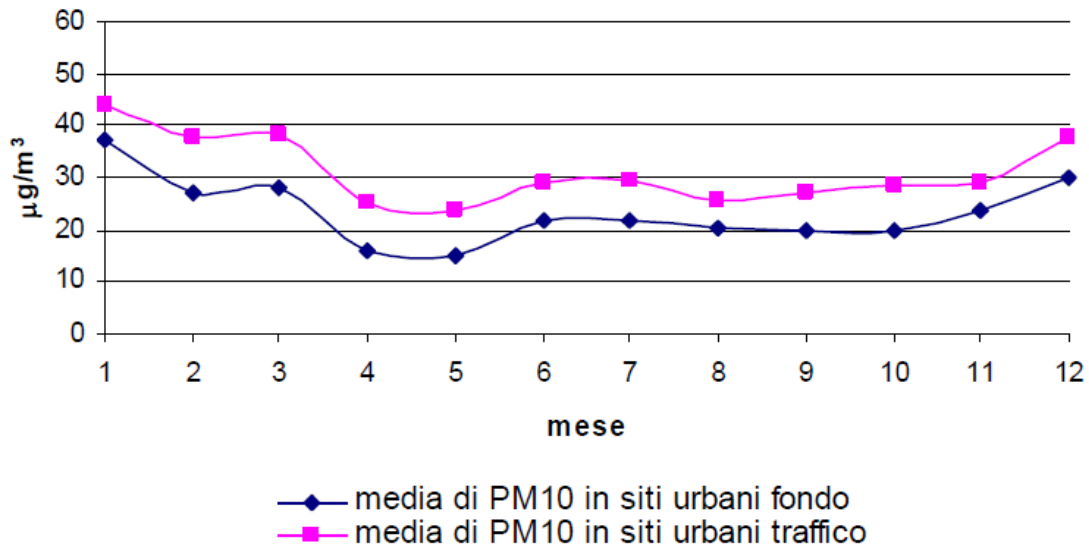
Rapporto percentuale tra medie annuali di PM2,5 e PM10 presso le stazioni di rete regionale

Stazione	Tipologia	Rapporti % tra le concentrazioni medie annue di PM2,5 e di PM10		
		2010	2011	2012
FI-Bassi	Urbana Fondo	-	67%	70%
FI-Gramsci	Urbana Traffico	-	55%	56%
PO-Roma	Urbana Fondo	71%	73%	73%
PI-Passi	Urbana Fondo	64%	69%	64%
GR-URSS	Urbana Fondo	61%	63%	58%
LI-Carducci	Urbana Traffico	52%	57%	52%
Rapporto % medio complessivo tipologia fondo		67%		
Rapporto % medio complessivo tipologia traffico		54%		

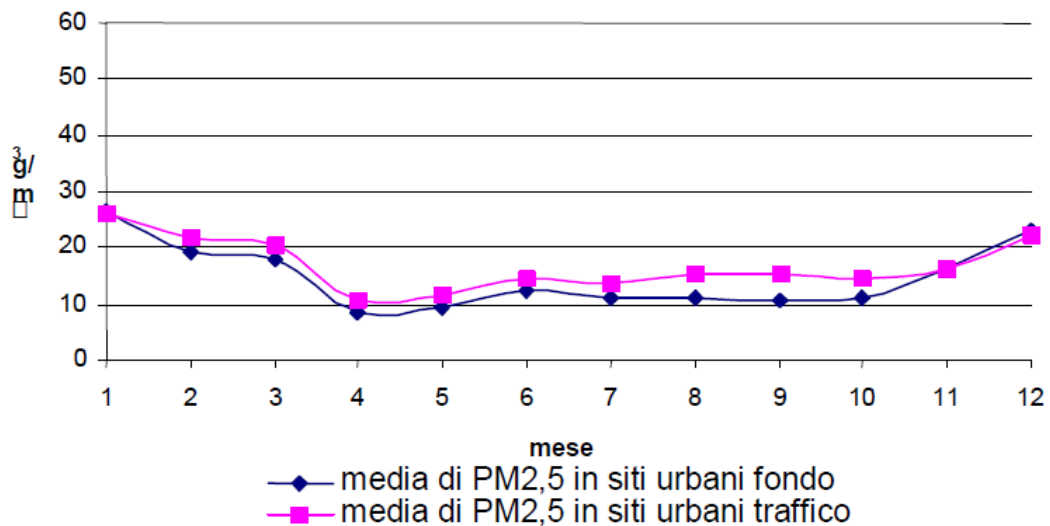
Dai valori in tabella si può notare che il rapporto in esame è minore presso le stazioni di traffico dove i valori sono compresi tra il 52 e il 57% con 54% di media. Presso le stazioni di fondo il rapporto varia tra il minimo del 58% registrato nel 2012 presso la stazione di fondo di GR-URSS ed il valore massimo del 73% registrato presso la stazione di Prato nel 2012. La maggiore percentuale della frazione "coarse" del PM10 (frazione PM2,5-10) riscontrata nelle stazioni di traffico può essere spiegata tenendo conto del maggior contributo in queste stazioni del risollevarimento di polvere dovuto al traffico veicolare, polveri principalmente di granulometria "coarse".



Andamento medio mensile di PM10 in siti urbani (traffico e fondo)



Andamento medio mensile di PM2,5 in siti urbani (traffico e fondo)



Si può notare come i valori di PM10 siano generalmente più elevati nei mesi invernali ed autunnali e come ciò avvenga sia nei siti di tipo traffico che nei siti di fondo, infatti i valori medi mensili calano tra gennaio e maggio per rialzarsi da ottobre a dicembre. Questo fenomeno è probabilmente attribuibile sia alla grande variabilità stagionale di una delle più importanti sorgenti di PM10 in ambiente urbano che è il riscaldamento domestico, sia alle condizioni meteorologiche prevalenti nei mesi freddi che causano una minor dispersione degli inquinanti. Il sito presso il quale la variazione stagionale è più marcata è PO-Roma (fondo) dove tra gennaio e maggio il PM10 si riduce circa del 70%, mentre il sito con minore variazione è GR-URSS (fondo) con circa il 40% di diminuzione. In questo sito costiero la minor variazione stagionale delle concentrazioni di PM10 è correlabile alle brezze che anche nei mesi più freddi provocano dispersione degli inquinanti. Si può osservare l'analogia degli andamenti mensili tra siti di traffico e di



fondo in ambiente urbano, con lo scarto tra le due medie che può essere ragionevolmente attribuito al contributo del traffico che si mantiene costante durante tutto l'anno solare.

Analogamente a quanto osservato per i valori di PM10, anche i valori medi mensili di PM2,5 sono generalmente più elevati nei mesi invernali ed autunnali, con i massimi in gennaio ed in dicembre. In analogia con la frazione di PM10, il sito presso il quale la variazione stagionale è più marcata è PO-Roma (fondo) dove tra gennaio e maggio il PM10 si riduce del 75%, mentre il sito con minore variazione è GR-URSS (fondo) con circa il 50% di diminuzione. La variabilità stagionale del PM2,5 nei siti urbani è presente sia per le stazioni di traffico che per le stazioni di fondo, differentemente per quanto osservato per il PM10 però si osserva un minore scarto tra stazioni di traffico e di fondo.

La frazione di PM2,5 tende ad essere più rilevante nei mesi invernali.

3.5. NO₂ e NO_x

Gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2012 sono stati confrontati con i valori limite per NO₂ (allegato XI D.Lgs.155/2010 e s.m.i.), cioè il numero di medie orarie superiori a 200 µg/m³ e la media annuale.

Zona	Nome stazione	Tipologia	N° massime medie orarie > 200 µg/m ³	V.L.	Media annuale (µg/m ³)	V.L.
vAgglomerato Firenze	FI-Bassi	Urbana Fondo	0		30	
	FI-Scandicci	Urbana Fondo	0		33	
	Settignano	Rurale Fondo	0		14	
	FI-Gramsci	Urbana Traffico	22		82	
	FI-Mosse	Urbana Traffico	0		67	

Per quanto riguarda gli indicatori relativi all'NO₂, il rispetto del limite di 18 superamenti per la massima media oraria di 200 µg/m³ è stato superato solo presso la stazione di FI-Gramsci, che rappresenta l'hot spot regionale delle stazioni di traffico. Per quanto riguarda l'indicatore relativo alla media annuale invece 2 stazioni di tipo traffico attive nel corso del 2012 hanno registrato il non rispetto del limite di 40 µg/m³, confermando la forte criticità di questo inquinante nei siti di traffico. Questo indicatore è invece rispettato in tutte le stazioni di tipo fondo. Il valore limite di legge per gli NO_x è un indicatore finalizzato alla protezione della vegetazione e coincide con la media annuale.

NO₂ – n° superamenti massima oraria 200 µg/m³ – andamenti 2007-2012 per l'agglomerato di Firenze

Zona	Nome stazione	Tipo stazione	N° superamenti massima media oraria di 200 µg/m ³					
			V.L. = 18 superamenti					
			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Agglomerato Firenze	FI-Bassi	Urbana Fondo	0	0	0	2	0	0
	FI-Scandicci	Urbana Fondo	1	0	5	0	0	0
	FI-Settignano	Rurale Fondo	0	0	0	0	0	0
	FI-Gramsci	Urbana Traffico	7	27	30	88	13	22
	FI-Mosse	Urbana Traffico	2	3	-	11	1	0



Come evidenziato dalla tabella precedente i superamenti della massima media oraria di 200 µg/m³ si sono verificati esclusivamente presso il sito di traffico di FI-Gramsci.

Il rispetto di questo parametro è stato una costante sia presso i siti di fondo che di traffico, con l'unica eccezione della stazione di FI-Gramsci dove, dopo l'eccezione che si è verificata nel 2011, limite del numero massimo dei 18 superamenti della media oraria massima giornaliera di 200 µg/m³ non è stato nuovamente rispettato.

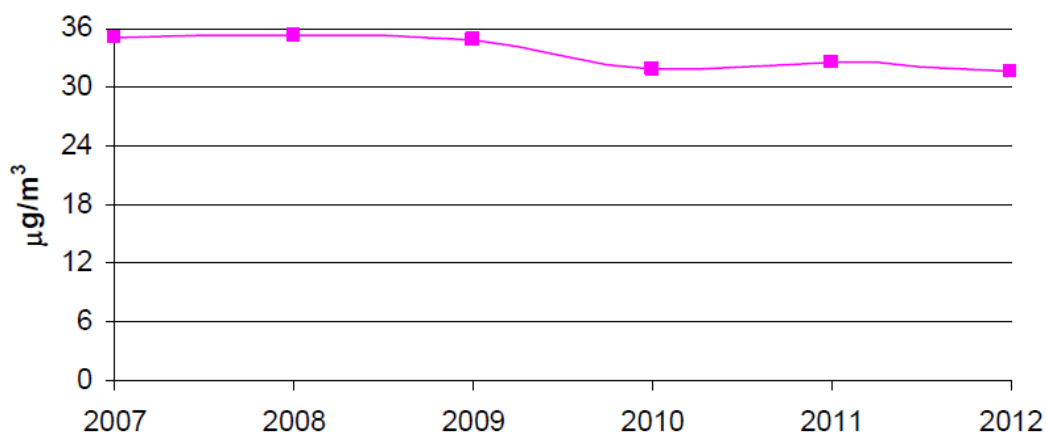
Il parametro relativo alla media annuale di NO₂ (si veda la seguente tabella) rimane fortemente critico per i siti di traffico presso i quali si registra costantemente il superamento del limite di 40 µg/m³, durante tutta la serie temporale degli ultimi 6 anni.

Presso i siti di fondo invece il parametro di 40 µg/m³ come media annuale è rispettato in modo costante già da tre anni consecutivi.

NO₂ – n° superamenti massima oraria 200 µg/m³ – andamenti 2007-2012 per l'agglomerato di Firenze

Zona	Nome stazione	Tipo stazione	Concentrazioni medie annue (µg/m ³)					
			Valore Limite= 40 µg/m ³					
			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Agglomerato Firenze	FI-Bassi	Urbana Fondo	46	50	45	34	38	30
	FI-Scandicci	Urbana Fondo	44	40	38	34	33	33
	FI-Settignano	Rurale Fondo	16	16	16	13	13	14
	FI-Gramsci	Urbana Traffico	83	92	98	102	103	82
	FI-Mosse	Urbana Traffico	67	68	-	87	67	67

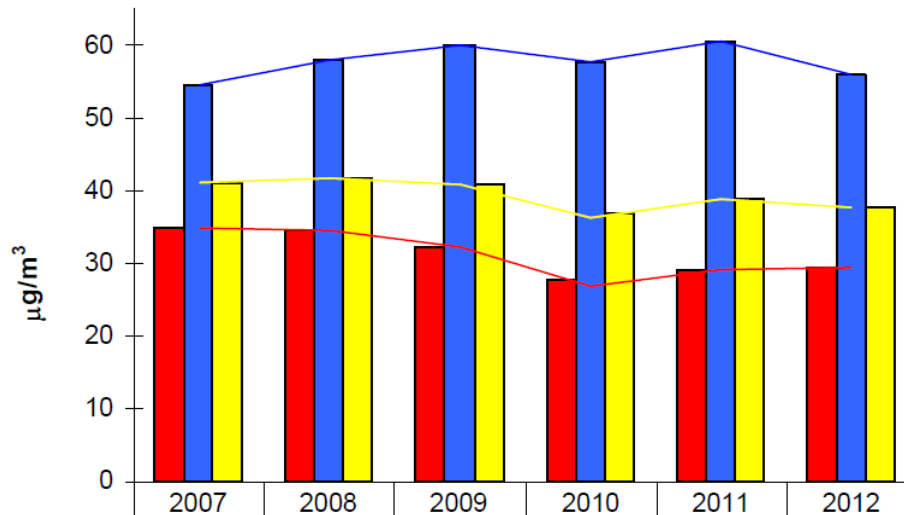
NO₂ – medie annuali complessive – andamenti 2007-2012





NO₂ – concentrazioni medie annue– andamenti 2007-2012

Valore Limite= 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Urbana Fondo (9 stazioni)	35	34	32	28	29	29
Urbana Traffico (4 stazioni)	55	58	60	58	61	56
Totale (13 stazioni)	41	42	41	37	39	38

Il grafico mostra che la media annuale regionale nelle stazioni urbane per gli ossidi di azoto è pressoché stabile negli ultimi sei anni. Le elaborazioni evidenziano che le medie annuali sono molto diverse in funzione della tipologia del sito e si osserva una tendenza alla diminuzione nelle stazioni di fondo, mentre nelle stazioni di traffico la concentrazione media annuale è costante nel tempo.

3.6. CO

Gli indicatori elaborati sui dati misurati nel 2011 sono stati confrontati con il valore limite di legge per CO (allegato XI D.Lgs.155/2010 e s.m.i.) corrispondenti con la massima media giornaliera sulle 8 ore.



CO – elaborazioni degli indicatori per le stazioni di rete regionale anno 2012

Zona	Comune	Nome stazione	Tipologia	Massima media giornaliera sulle 8 ore (mg/m ³)	Valore limite (mg/m ³)
Agglomerato di Firenze	Firenze	FI-Gramsci	Urbana Traffico	3,0	10
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	Arezzo	AR-Repubblica	Urbana Traffico	1,9	
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	Pisa	PI-Borghetto	Urbana Traffico	2,4	
Zona costiera	Livorno	LI-Carducci	Urbana Traffico	2,8	
	Piombino	LI-Cotone	Periferica industriale	3,3	
Zona Prato Pistoia	Prato	PO-Ferrucci	Urbana Traffico	*	

CO – massime medie giornaliere sulle 8 ore – andamenti 2007-2012 per le stazioni di rete regionale

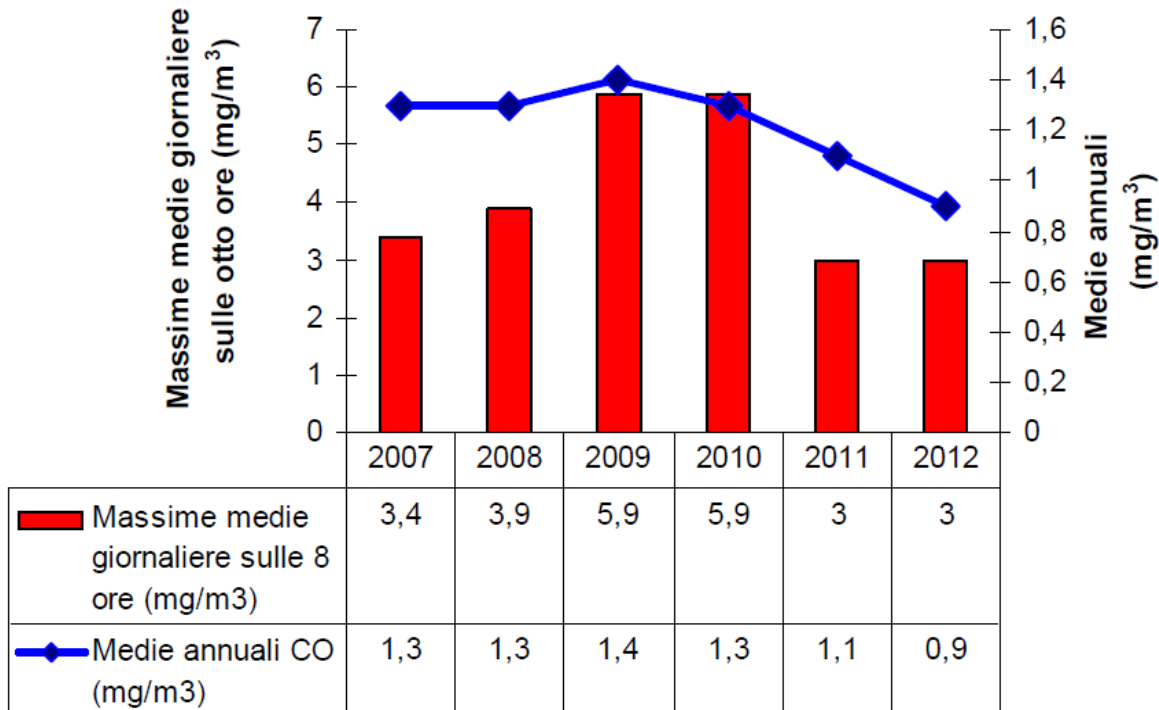
Zona	Nome stazione	Massime medie giornaliere sulle 8 ore (mg/m ³)					
		Valore Limite= 10 mg/m ³					
		2007	2008	2009	2010	2011	2012
Agglomerato Firenze	Fi-Gramsci	3,4	3,9	5,9	5,9	3	3
Zona Valdarno aretino e Val di Chiana	AR-Repubblica	2,9	2,7	3,2	2,7	2,3	1,9
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	Pi-Borghetto	3,4	2,6	2,3	2,3	2,8	2,4
Zona costiera	LI- Carducci	4,2	3,5	3,2	2,8	3,1	2,8
	LI-Cotone	3,0	2,7	6,3	2,8	3,1	3,3
Zona Prato Pistoia	PO-Ferrucci	3,4	3,4	*	3,3	*	*

Come si evince dalle tabelle il monossido di carbonio non rappresenta un problema per la qualità dell'aria in Toscana, si continua infatti cautelativamente a rilevarne le concentrazioni solo in alcuni siti da traffico, dove gli indicatori indicano che comunque le soglie sono ampiamente rispettate.

Si riporta il dettaglio grafico dei valori registrati negli ultimi sei anni presso la stazione di FI Gramsci, che rappresenta il sito dove si sono verificate le massime concentrazioni di monossido di carbonio, che sono comunque nettamente inferiori ai valori di rispetto imposti dalla normativa che è pari a 10 mg/m³ per la media giornaliera di 8 ore.



CO – dettaglio degli andamenti registrati presso la stazione di FI-Gramsci



3.7. SO₂

Gli indicatori elaborati sui dati misurati sono stati confrontati con i valori limite di legge per SO₂ (allegato XI D.Lgs.155/2010 e s.m.i.) corrispondenti al numero di massime orarie superiori a 350 µg/m³ ed il numero di medie giornaliere superiori a 125 µg/m³.

Zona	Comune	Nome stazione	Tipologia	N° massime medie orarie > 350 µg/m ³	Valore limite	N° medie giornaliere > 125 µg/m ³	Valore limite
Agglomerato di Firenze	Firenze	FI-Bassi	Urbana fondo	0	24	0	3

Come per il monossido di carbonio, il biossido di zolfo non rappresenta un problema per la qualità dell'aria in Toscana, si continua infatti cautelativamente a rilevarne le concentrazioni solo in alcuni siti in cui gli indicatori indicano che le soglie sono ampiamente rispettate, infatti già da diversi anni non viene registrato alcun superamento delle soglie imposte dalla normativa in nessuno dei siti di rilevamento appartenenti alle ex reti provinciali.



3.8. O₃

Gli indicatori elaborati sui dati di ozono misurati sono stati confrontati con i parametri indicati dalla normativa (allegati VII e VIII del D.Lgs.155/2010 e s.m.i.):

- valore obiettivo per la protezione della salute umana - N° medie massime giornaliere di 8 ore superiori a 120 µg/m³ , l'indicatore è dato dalla media dei valori degli ultimi tre anni;
- valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 - somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/m³ e 80 µg/m³ tra maggio e luglio, rilevate ogni giorno tra le 8.00 e le 20.00, l'indicatore è dato dalla media dei valori degli ultimi cinque anni;
- superamenti della soglia di informazione pari alla media oraria di 180 µg/m³;
- superamenti della soglia di allarme pari alla media oraria di 240 µg/m³ .

O₃ – confronto con il valore obiettivo per la protezione della salute umana. Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale ozono anno 2012

Zona	Comune	Nome stazione	Tipologia	N° medie su 8 ore massime giornaliere >120 µg/m ³		Valore obiettivo per la protezione della salute umana
				Anno 2012	Media 2010-2011-2012	
Agglomerato di Firenze	Firenze	FI-Setignano	Suburbana	59	43	25 come media su 3 anni
Zona pianure interne \	Montale	PT-Montale	Rurale	34	47	
	Arezzo	AR-Acropoli	Suburbana	56	32*	
Zona pianure costiere	Lucca	LU-Carignano	Suburbana	34	36	
	S.Croce sull'Arno	PI-S. Croce Coop	Suburbana	3	3**	
	Pisa	PI-Passi	Suburbana	5	9	
	Grosseto	GR-Maremma	Rurale	41	25	
Zona collinare montana	Chitignano	AR-Casa Stabbi	Rurale fondo	64	40	
	Pomarance	PI-Montecerboli	Suburbana	76	52	

L'indicatore relativo al valore obiettivo per la protezione della salute umana - massimo 25 superamenti del valore di 120 µg/m³ relativo alla massima giornaliera su 8 ore, calcolata come media degli ultimi 3 anni - non viene rispettato in sei stazioni su nove, conformandone la criticità già evidenziata negli anni passati nelle zone interne della Toscana. Infatti le tre stazioni presso le quali l'indicatore non ha superato il limite sono tutte e tre della Zona pianura costiera, mentre le stazioni dell'Agglomerato di Firenze, delle Zone pianure interne e della Zona collinare e montana hanno tutti superato il parametro.



O3 – superamenti delle soglie di allarme e di informazione. Elaborazioni relative alle stazioni di rete regionale ozono anno 2012

SOGLIA DI ALLARME	Riferimento normativo	Casi rilevati	
Concentrazione oraria > 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	D.Lgs.155/2010	0	
SOGLIA DI INFORMAZIONE	Riferimento normativo	Casi rilevati	
Concentrazione oraria > 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	D.Lgs.155/2010	FI-Settignano	4
		PI-Montecerboli	7

Gli episodi acuti sono stati registrati solo presso due stazioni della rete regionale.

I primi eventi della stagione a rischio si sono verificati presso la stazione FI-Settignano con 4 superamenti della soglia di informazione -concentrazione oraria di 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - avvenuti tra il 19 ed il 20 giugno, successivamente presso la stazione periferica di PI-Montecerboli che si trova nel comune di Pomarance sono stati registrati 7 episodi di superamento della soglia di informazione concentrati in tre giorni dell'anno, rispettivamente il 18-7, il 1-8 ed il 18-8.

La soglia di allarme non è mai stata raggiunta.

Con riferimento alla seguente tabella, si evidenzia che per quanto riguarda il numero di superamenti dei valori obiettivo per la tutela della salute umana, per la stazione di FI-Settignano si riscontra costantemente un numero di superamenti maggiore di 25.

O3 – superamenti del valore obiettivo tutela salute umana del numero di giorni con superamenti del valore di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 8 ore massima giornaliera – andamenti 2007-2012 per le stazioni di rete regionale

Zona	Nome stazione	Tipo stazione	N° di giorni con superamenti del valore 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 8 ore massima giornaliera					
			2007	2008	2009	2010	2011	2012
Agglomerato di Firenze	FI-Settignano	Suburbana	80	42	54	30	40	59
Zona pianure interne	PT-Montale	Rurale	34	55	68	56	51	34
	AR-Acropoli		24	17	8	8	*	56
Zona pianure costiere	LU-Carignano	Suburbana	71	26	16	29	46	34
	PI-S. Croce Coop		-	-	-	-	*	3
	PI-Passi	Suburbana	16	19	7	9	12	5
	GR-Maremma	Rurale	*	5	5	25	9	41
Zona collinare montana	AR-Casa Stabbi	Rurale fondo	21	24	7	2	53	64
	PI-Montecerboli	Suburbana	44	16	25	45	36	76



3.9. Considerazioni finali e riassuntive

PM10

Dall'analisi dei dati 2012 si può dedurre che è stato rispettato in tutte le zone e nell'agglomerato di Firenze, sia nelle stazioni di fondo che nelle traffico, il valore limite dell'indicatore relativo alla media annuale (limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mentre non è stato rispettato il limite dei 35 superamenti per la media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 6 delle 22 stazioni di rete regionale attive nel 2012, rispettivamente presso il 50 % delle stazioni di traffico ed il 20% delle stazioni di fondo. Il maggior numero di superamenti verificati presso i siti di fondo sono stati concentrati nella zona di Prato Pistoia dove in due siti su tre non è stato rispettato il limite.

Dai trend relativi ai dati degli ultimi sei anni si nota che sia per l'indicatore del numero dei superamenti del valore medio giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sia per le medie annuali il lieve peggioramento registrato del 2011 ha subito un arresto ed un' inversione di tendenza, con una situazione generale simile a quella registrata nel 2010. Si conferma per il terzo anno consecutivo, il rispetto del valore limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale in tutte le stazioni.

PM2,5

Le serie ottenute dai dati relativi ai primi tre anni di monitoraggio del PM2,5 su scala

regionale indicano che il valore limite imposto dal D.Lgs.155/2010 sulla media annuale viene generalmente rispettato sia nelle stazioni di fondo che nelle stazioni di traffico in tutto il territorio regionale.

NO2

Dall'analisi dei dati 2012 si può dedurre il limite di 18 superamenti per la massima media oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ è stato superato solo presso la stazione di FI-Gramsci, che rappresenta l'hot spot regionale delle stazioni di traffico.

Per quanto riguarda l'indicatore relativo alla media annuale invece l'80% delle stazioni di tipo traffico attive nel corso del 2012 hanno registrato il non rispetto del limite di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il limite è stato rispettato in tutte le stazioni di tipo fondo, confermando la forte criticità di questo inquinante nei siti di traffico.

Dai trend relativi ai dati degli ultimi sei anni si può notare il netto calo del numero dei superamenti della massima media oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avvenuto negli ultimi due anni dopo il picco del 2010 e la diminuzione progressiva costante delle medie annuali dal 2008 al 2012.

CO

Il monossido di carbonio non rappresenta un problema per la qualità dell'aria in Toscana, si continua infatti cautelativamente a rilevarne le concentrazioni solo in alcuni siti da traffico, dove comunque gli indicatori evidenziano che le soglie sono ampiamente rispettate.

SO2

Il biossido di zolfo non rappresenta un problema per la qualità dell'aria in Toscana, si continua infatti cautelativamente a rilevarne le concentrazioni solo in alcuni siti dove gli indicatori comunque evidenziano che le soglie sono ampiamente rispettate.

O3

Nel 2012 si è confermata la criticità già evidenziata negli anni precedenti nei confronti di entrambi gli indicatori indicati dalla normativa, infatti il valore obiettivo per la protezione della salute umana non è stato rispettato nel 66%



delle stazioni ed il valore obiettivo per la protezione della vegetazione non è stato rispettato nel 77% della stazioni di rete regionale.

La criticità per entrambi i parametri è molto rilevante in tutte le zone della Toscana con una lieve diminuzione per la zona delle pianure costiere.

Dai trend relativi ai dati degli ultimi cinque anni si può concludere che la criticità del rispetto di entrambi gli indicatori è una costante nel tempo in particolare per le zone più interne.

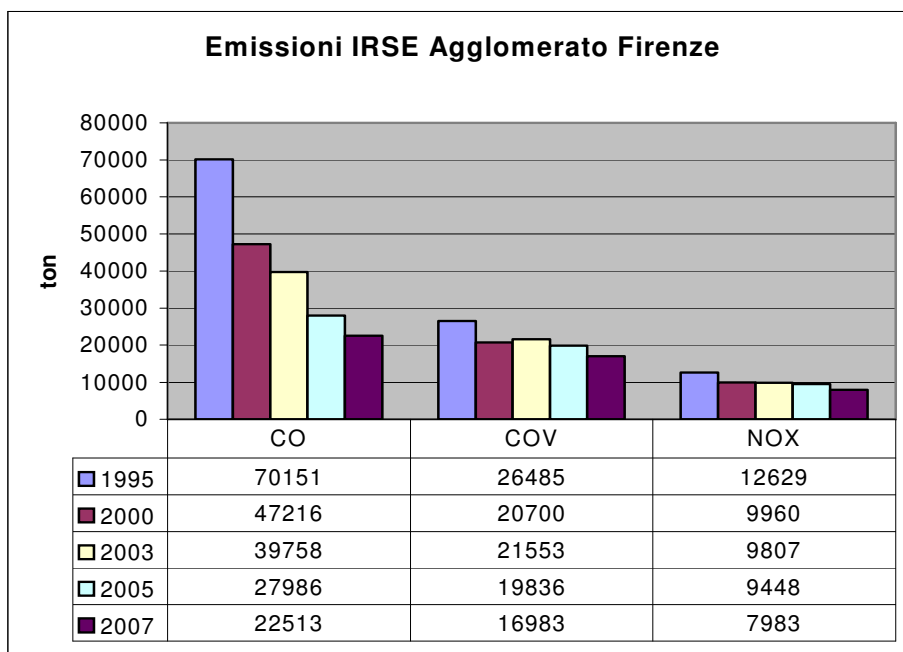
Il superamento della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ concentrazione oraria) per l'ozono si è verificato solo su due stazioni in un numero limitato di casi.

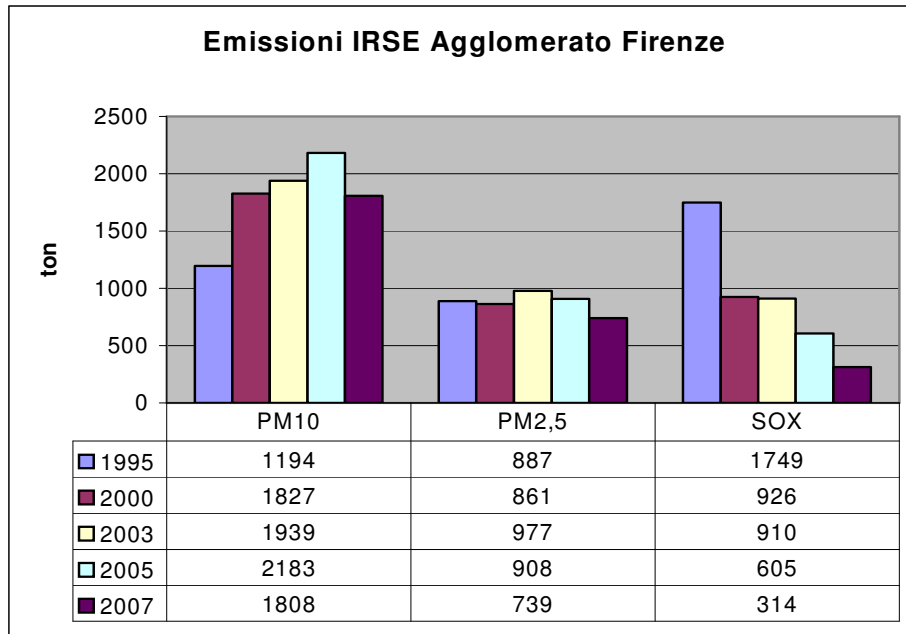
4. FATTORI DI PRESSIONE E CONDIZIONI METEOCLIMATICHE

4.1. Le sorgenti di emissione in atmosfera

La valutazione delle emissioni atmosferiche nel territorio comunale viene effettuata sulla base dei dati contenuti nell'Inventario regionale delle sorgenti di emissione (IRSE) realizzato dalla Regione Toscana e redatto secondo la metodologia CORIN-AIR dove le sorgenti di emissione sono disaggregate in Macrosettori, Settori e Attività dal punto di vista delle origini e in Zone e Macro-zone dal punto di vista spaziale e tramite il report ARPAT "Bilancio delle emissioni – Supporto alla Provincia di Firenze per l'attività di coordinamento dei PAC per l'agglomerato di Firenze".

4.2. Analisi dei dati IRSE riferiti all'Agglomerato di Firenze – Inquinanti principali





Andamento temporale delle emissioni annue di inquinanti principali nell'agglomerato di Firenze (IRSE)

Macrosettore (nomenclatura SNAP)	Emissioni NO _x		Emissioni PM ₁₀ *		Emissioni PM _{2,5} *		Emissioni C ₆ H ₆		Emissioni COV	
	Mg	%	Mg	%	Mg	%	kg	%	Mg	%
01 Combustione industria dell'energia e trasformazione fonti energetiche	168	2.1	0	0	0	0	0	0	33	0.2
02 Impianti di combustione non industriali	819	10.3	111	14.9	104	16.3	7	0	149	0.9
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	974	12.2	3	0.5	3	0.4	626	0.3	24	0.1
04 Processi produttivi	0	0	81	11	58	9.1	138	0.1	224	1.3
05 Estrazione e distribuzione combustibili fossili ed energia geotermica	0	0	0	0	0	0	467	0.2	384	2.3
06 Uso di solventi	0	0	0	0	0	0	8	0	9161	53.9
07 Trasporti stradali	5621	70.4	504	68.0	443	69.4	211761	99.4	6793	40
08 Altre sorgenti mobili e macchine	397	5.0	19	2.5	19	2.9	0	0	54	0.3
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10 Agricoltura	1	0	12	1.6	2	0.3	0	0	11	0.1
11 Altre sorgenti/Natura	0	0	11	1.5	10	1.6	0	0	150	0.9
Totale Agglomerato	7983	100	741	100	639	100	213008	100	16983	100

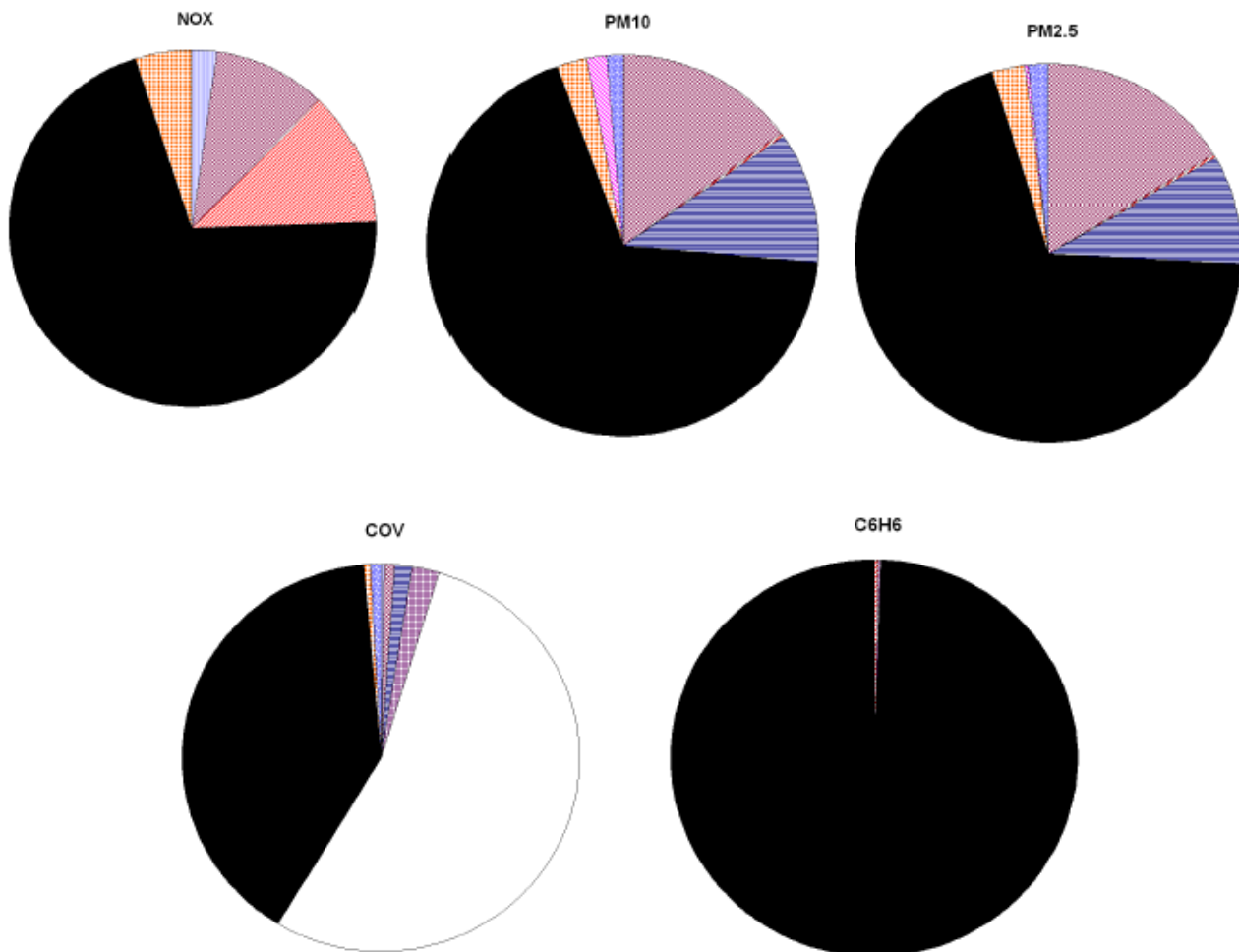
* Escluse le emissioni relative alle attività 04064200 (produzione di calcestruzzo).



Comune di Signa

Provincia di Firenze

01 Combustione industria dell'energia e trasformaz. fonti energetiche	02 Impianti di combustione non industriali
03 Impianti di combustione industriale e processi con combustione	04 Processi produttivi
05 Estrazione e distribuz. combustibili fossili ed energia geotermica	06 Uso di solventi
07 Trasporti stradali	08 Altre sorgenti mobili e macchine
09 Trattamento e smaltimento rifiuti	10 Agricoltura
11 Altre sorgenti/Natura	



Emissioni totali inquinanti principali nell'agglomerato di Firenze per macrosettori, anno 2007 (IRSE)

Dai dati delle figure 2 e 3, nella quale vengono confrontate le stime di emissione complessive dell'agglomerato di Firenze per gli anni 1995, 2000, 2003, 2005 e 2007 si osserva che per quasi tutti gli inquinanti considerati sull'intervallo di 12 anni (1995-2007) viene valutata una significativa riduzione delle emissioni; per il CO si stima una riduzione di circa il 68%, per i COV dell'ordine del 36%, per gli NOx di circa il 37% e per gli ossidi di zolfo dell'82%. L'evoluzione temporale delle emissioni di particolato fine (PM₁₀ e PM_{2.5}) mostra, invece, un andamento eterogeneo, con un incremento sensibile delle emissioni nell'intervallo 1995-2005 (82% per il PM₁₀ e 3% per il PM_{2.5}) ed una riduzione significativa, dell'ordine del 18%, nel periodo 2005-2007.

Dai dati della fig. 4, relativa alle stime di emissione suddivise per macrosettore, si osserva che:

- per l'inquinante C₆H₆ l'emissione è sostanzialmente circoscritta ai trasporti stradali responsabili di oltre il 99% del totale;
- per i COV i macrosettori più rilevanti sono i trasporti stradali (40% del totale) e l'uso di solventi (circa il 54%)



Comune di Signa

Provincia di Firenze

del totale);

- per gli NO_x i trasporti stradali sono ancora più rilevanti (circa il 70% del totale). Le rimanenti emissioni risultano essere determinate per la quali totalità degli impianti di combustione (industriali e non industriali);
- per le emissioni di PM₁₀ e PM_{2,5} i trasporti stradali sono responsabili di circa il 70% delle emissioni totali. Per la parte rimanente emergono i contributi degli impianti di combustione non industriali (impianti di riscaldamento: circa il 15% del totale) e dei processi produttivi (circa il 10% del totale).

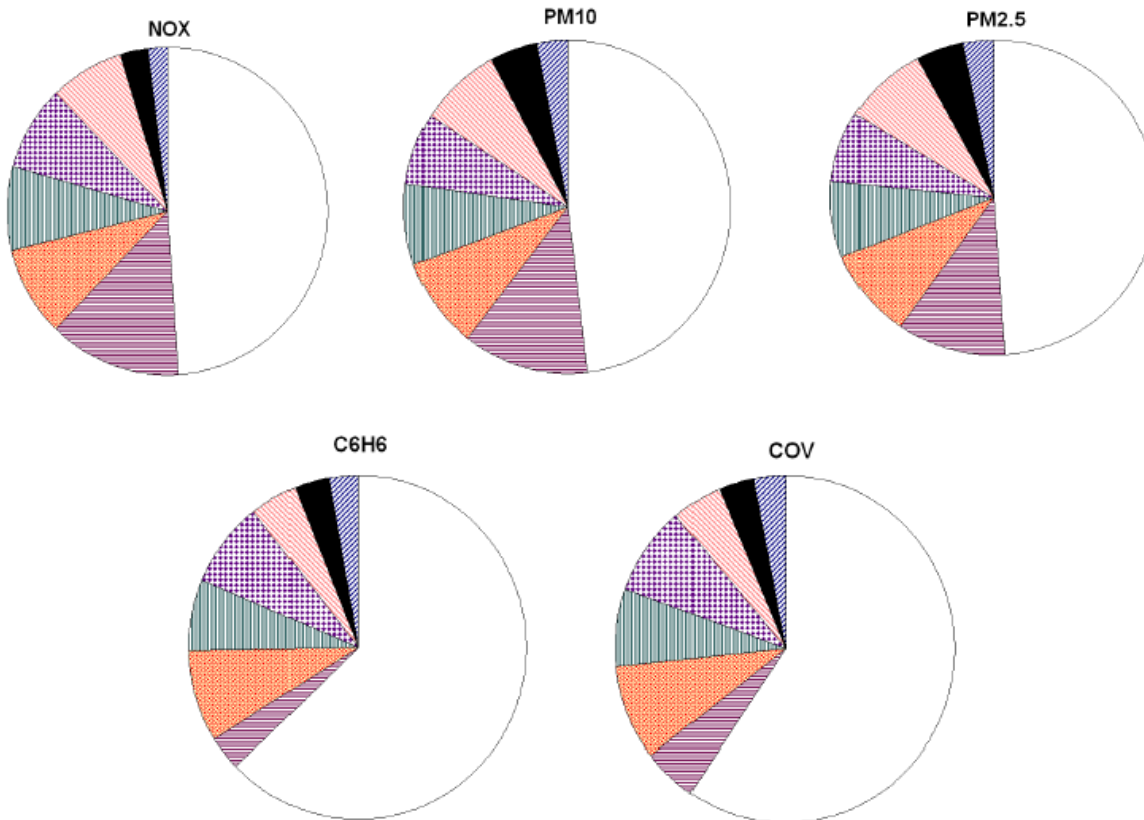
I dati esaminati confermano dunque la criticità del macrosettore “trasporti stradali” che appare responsabile della maggior parte delle emissioni relative al PM₁₀ e PM_{2,5} e NO_x oltre che di una parte non trascurabile delle emissioni di C₆H₆ e della quasi totalità delle emissioni di COV.

Nelle seguenti tabelle, a conclusione dell’analisi delle emissioni condotta a livello di agglomerato di Firenze, si riporta un confronto tra le emissioni totali al 2007 dell’agglomerato di Firenze e quelle dei singoli comuni.

Comune	Emissioni NO _x		Emissioni PM ₁₀ *		Emissioni PM _{2,5} *		Emissioni C ₆ H ₆		Emissioni COV	
	Mg	%	Mg	%	Mg	%	kg	%	Mg	%
Bagno a Ripoli	582	7	60	8	53	8	9481	4	803	5
Calenzano	1066	13	92	12	70	11	6575	3	868	5
Campi Bisenzio	672	9	57	8	50	8	14404	7	1200	7
Firenze	3893	49	357	48	313	49	133974	63	10079	59
Lastra a Signa	225	3	34	5	29	5	7074	3	556	3
Scandicci	716	9	67	9	58	9	18378	9	1511	9
Sesto Fiorentino	669	8	52	7	46	7	17006	8	1444	9
Signa	159	2	23	3	20	3	6116	3	521	3
Totale Agglomerato	7983	100	741	100	639	100	213008	100	16983	100

* Escluse le emissioni relative alle attività 04064200 (produzione di calcestruzzo).

□ Firenze	▨ Calenzano	▩ Scandicci
▤ Campi Bisenzio	▦ Sesto Fiorentino	▧ Bagno a Ripoli
■ Lastra a Signa	▨ Signa	



Emissioni totali inquinanti principali nell'agglomerato di Firenze per comune, anno 2007 (IRSE)

Dall'analisi dei dati si osserva che:

- i pesi percentuali delle emissioni relative ai territori di ciascun Comune sono pressoché identici fra loro per quanto riguarda i valori di NO_x , PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$;
- i pesi percentuali delle emissioni di C_6H_6 sono assai simili a quelli delle emissioni di COV.

E' immediato notare che, come peraltro era logico attendersi, le emissioni relative al territorio del Comune di Firenze superano di gran lunga quelle dei territori degli altri Comuni, per tutti gli altri inquinanti esaminati. Per quanto riguarda i rimanenti Comuni, i livelli di emissione più alti per NO_x , PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ risultano quelli associati al territorio al territorio del Comune di Calenzano: per quanto riguarda C_6H_6 e COV i valori più elevati si ritrovano nei territori dei Comuni di Scandicci e Sesto Fiorentino (che, con l'esclusione di Firenze, sono quelli più popolosi dell'Agglomerato). I territori dei Comuni di Signa e Lastra a Signa appaiono quelli cui sono associati i livelli complessivi più bassi delle emissioni.

Ai fini della predisposizione del Piano di Azione Comunale i dati precedentemente presentati richiedono alcuni commenti e chiarimenti.

In particolare occorre tenere in considerazione che le emissioni di particolato presentate, a differenza di quanto avviene per altri inquinanti come NO_x o CO, non permettono di spiegare nel complesso le concentrazioni che vengono misurate in aria ambiente. Per il particolato sono, infatti, presenti contributi di area più vasta, di carattere regionale ma anche di scala maggiore, i quali incidono in termini rilevanti su quanto viene quotidianamente rilevato all'interno dell'area omogenea. Nei dati IRSE, inoltre, i fenomeni di risollevarimento del particolato non sono valutati, né nell'ambito dei processi di erosione del suolo (macrosettore "Natura") né in termini di emissioni dovute alla risospensione del particolato prodotto dal transito dei veicoli; questi possono invece assumere un ruolo significativo, anche se di difficile valutazione. Infine, occorre anche ricordare l'incidenza sulle concentrazioni ambiente rilevate dei



fenomeni di produzione e formazione del particolato di origine secondaria.

Il quadro emissivo che emerge dalle elaborazioni effettuate sui dati dell'inventario IRSE 2007 conferma la criticità delle emissioni da traffico veicolare per tutti gli inquinanti presi in esame. In particolare le fonti di emissione in assoluto più rilevanti risultano essere quelle ascrivibili al traffico su strade urbane, responsabili rispettivamente di circa il 31% delle emissioni totali di NO_x del 40% delle emissioni di PM₁₀, del 41% delle emissioni di PM_{2,5}, dell'88% delle emissioni di C₆H₆ e del 29% delle emissioni di COV.

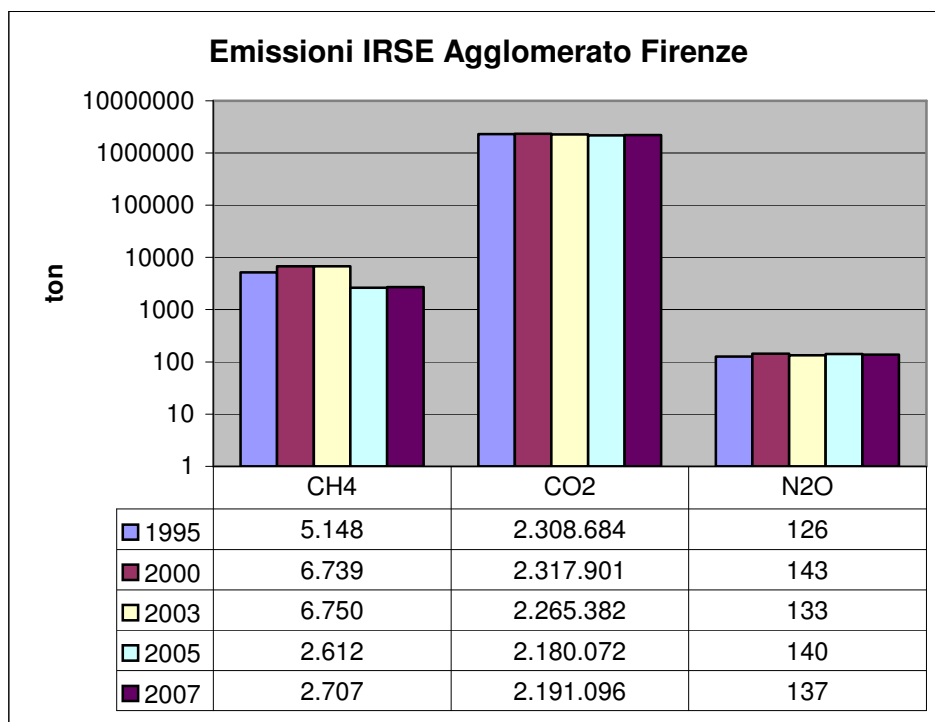
Considerando il parco veicolare in generale, le emissioni più rilevanti risultano essere quelle dovute ai motocicli di cilindrata <50 cc nonché ai veicoli pesanti con pesi a pieno carico >3,5 t e agli autobus. Appare tra l'altro interessante rilevare come le emissioni di particolato ascrivibili alle automobili siano per larga parte derivanti da usura dei freni e pneumatici e da abrasione delle strade, fattori che dipendono in larga prevalenza dai flussi di traffico più che dalle caratteristiche tecnologiche dei veicoli.

Per quanto riguarda le fonti emissive di origine non veicolare, le più rilevanti risultano essere quelle dovute al riscaldamento, ed in particolare a quello domestico (caldaie, ma anche caminetti e stufe), sia per il particolato che per gli ossidi di azoto. Un peso non trascurabile hanno anche le emissioni derivanti da attività produttive, di cui una parte di una certa rilevanza appare ascrivibile a specifiche sorgenti puntuali (stabilimenti di maggiore potenzialità emissiva).

Per quanto riguarda le emissioni di COV, a parte il traffico veicolare quelle maggiori appaiono derivare dalle attività di applicazione di colle e vernici.

4.3. Emissioni di gas serra – analisi dei dati riferiti all'Agglomerato di Firenze

Riguardo alle emissioni dei principali gas serra a livello di Agglomerato di Firenze si osserva (fig. seguente – si tenga presente che la scala del grafico è logaritmica) che a fronte di una diminuzione netta delle emissioni di metano (dell'ordine circa del 45% tra il 1995 ed il 2007), si rileva invece un lieve decremento nelle emissioni di CO₂ (pari circa il 5% a livello di Agglomerato di Firenze) ed un lieve incremento per quanto riguarda l'N₂O (il 9% in più nel 2007 rispetto al 1995).





Andamento temporale delle emissioni di gas serra nell'Agglomerato di Firenze e nel Comune di Scandicci

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle emissioni per tipologia di sorgente, si osserva dalle Tabelle 4 e 5, per il metano risulta principale il contributo assegnato al comparto di "estrazione, distribuzione combustibili fossili" (pari a circa il 75%), mentre per CO₂ e N₂O è ancora il macrosettore dei "Trasporti stradali" ad avere emissioni predominanti.

Emissioni di gas serra nell'agglomerato di Firenze per macrosettori – dati assoluti e % (IRSE 2007)

Macrosettore	CH4 (Mg)	CO2 (Mg)	N2O (Mg)	Macrosettore	CH4 (%)	CO2 (%)	N2O (%)
Combustione nell'industria dell'energia e trasforma. fonti energetiche	0,17	9.156,42	0,02	Combustione nell'industria dell'energia e trasforma. fonti energetiche	0,0%	0,4%	0,0%
Impianti di combustione non industriali	97,83	651.043,48	11,22	Impianti di combustione non industriali	3,6%	29,7%	8,2%
Impianti di combustione industriale e processi con combustione	8,18	289.880,53	5,24	Impianti di combustione industriale e processi con combustione	0,3%	13,2%	3,8%
Processi Produttivi	0,00	109.999,26	0,00	Processi Produttivi	0,0%	5,0%	0,0%
Estrazione, distribuzione combustibili fossili	2.019,96	19,83	0,00	Estrazione, distribuzione combustibili fossili	74,6%	0,0%	0,0%
Uso di solventi	0,00	0,00	0,00	Uso di solventi	0,0%	0,0%	0,0%
Trasporti Stradali	282,41	1.079.403,15	73,75	Trasporti Stradali	10,4%	49,3%	53,9%
Altre Sorgenti Mobili	1,94	48.931,09	12,74	Altre Sorgenti Mobili	0,1%	2,2%	9,3%
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	170,45	0,00	10,77	Trattamento e Smaltimento Rifiuti	6,3%	0,0%	7,9%
Agricoltura	101,49	0,00	22,96	Agricoltura	3,7%	0,0%	16,8%
Natura	24,14	2.662,43	0,21	Natura	0,9%	0,1%	0,2%
TOTALE AGGLOMERATO FIRENZE	2.706,57	2.191.096,19	136,91	TOTALE AGGLOMERATO FIRENZE	100,0%	100,0%	100,0%

4.4. Le condizioni meteo-climatiche

Le condizioni meteo-climatiche influenzano notevolmente ed in maniera diretta lo stato di qualità dell'aria: temperatura, precipitazioni, radiazione solare, pressione atmosferica, direzione ed intensità dei venti, episodi di inversione termica (e più in generale altezza dello strato di miscelamento) influiscono decisamente sulle modalità di dispersione degli inquinanti in atmosfera, determinando condizioni più o meno favorevoli all'accumulo degli stessi. Allo stesso tempo il clima riveste notevole importanza ai fini di una corretta calibrazione di strategie in campo energetico, incidendo fortemente sulla quantificazione dei fabbisogni energetici locali.

Pertanto la meteorologia è un aspetto importante che deve essere considerato per leggere correttamente i dati di qualità dell'aria e trarne le necessarie considerazioni quando si intende operare per il risanamento della risorsa.

In questa sezione vengono dunque delineate le caratteristiche climatiche che contraddistinguono il territorio oggetto di studio, sulla base dei dati disponibili.

Vengono, inoltre, riportati i dati derivati da un lavoro sulla "diffusività atmosferica" svolto dal LaMMA (Laboratorio per la Meteorologia e la Modellistica Ambientale) su commissione della Regione Toscana, impiegato anche nell'ambito



della prima e seconda valutazione della qualità dell'aria e classificazione del territorio regionale di cui all'allegato 1 della DGR1406/01 e della DGR1325/03.

Lo studio ha permesso di individuare le aree in cui si possono verificare con maggior frequenza condizioni critiche per la diffusione degli inquinanti ed è stata effettuata una classificazione relativa all'intero territorio regionale in base alle diverse condizioni di diffusività atmosferica.

Il risultato è stata la suddivisione del territorio in tre classi di diffusività atmosferica: alta, media e bassa.

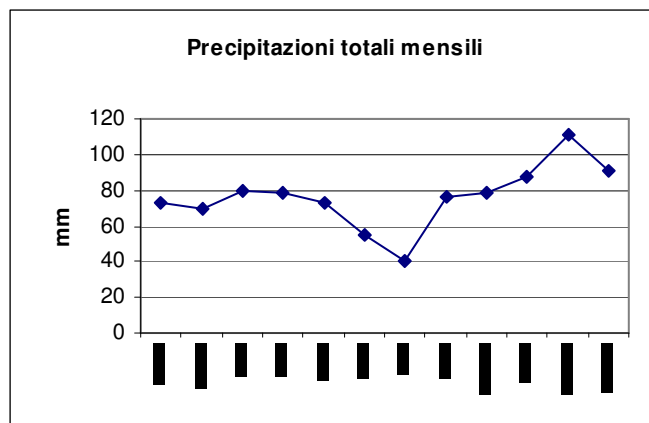
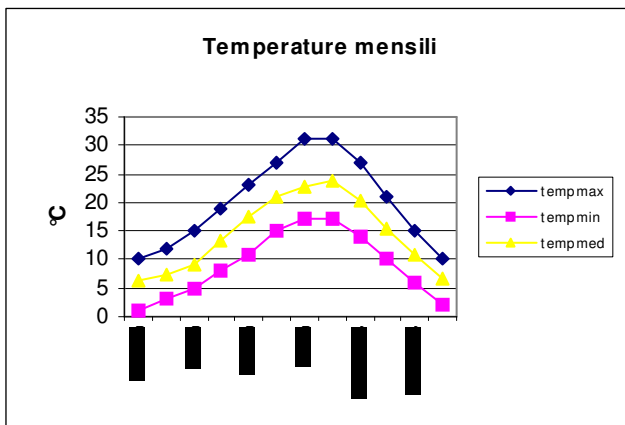
4.5. Dati climatici

I dati climatici cui si fa riferimento nel presente paragrafo sono quelli relativi alla stazione meteo di Firenze Peretola, che può ritenersi abbastanza rappresentativa delle condizioni climatiche del territorio comunale scandiccese, almeno per quanto concerne la parte pianeggiante.

I dati sono mediati sulla serie storica trentennale 1961-1990.

Caratteristiche della Stazione meteo Firenze-Peretola:

- Longitudine: 11.20 E
- Latitudine: 43.80 N
- Altitudine: 38 m



I dati della prima figura mostrano il classico **andamento termometrico** dei climi temperati, con valori massimi nel periodo estivo, (quando le temperature massime mensili superano i 30°C) e minimi nel periodo invernale, in cui comunque le temperature minime mensili restano sempre mediamente superiori agli 0°C. Il mese più freddo risulta Gennaio, quelli più caldi Luglio e Agosto.

L'escursione termica si mantiene prossima alla decina di gradi durante tutto l'anno.

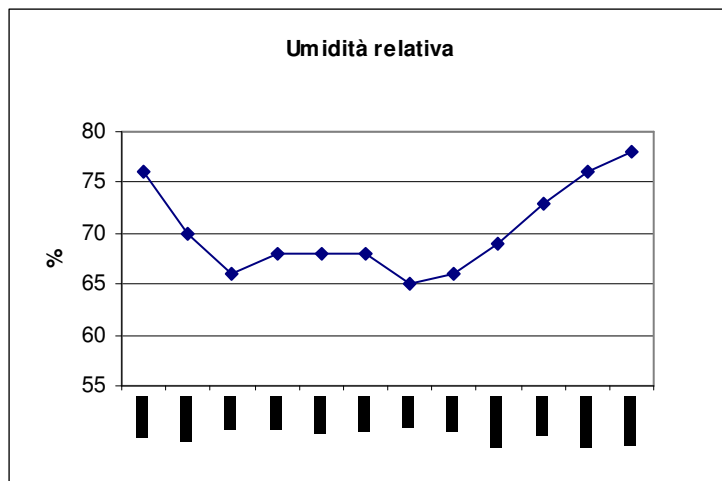
Per quanto riguarda l'ambito urbano, comunque, si deve tener conto che il regime termico risente presumibilmente dell'effetto "isola di calore" determinato dall'urbanizzazione dell'area fiorentina; rispetto al dato restituito dalla stazione di Peretola, pertanto, è possibile che le temperature relative alla zona centrata sulla città presentino valori lievemente superiori: differenze in aumento sono infatti mediamente riscontrabili tra le temperature registrabili alla stazione di Peretola e quelle relative all'Osservatorio Ximeniano di Firenze, ubicato nel centro della città, anche se nell'ambito di meno di 1 grado.



In termini più generali il fattore più rilevante, dal punto di vista termometrico, per il territorio scandiccese è costituito dalla quota, anche se giocano un ruolo importante l'esposizione e la posizione rispetto a correnti umide provenienti da Ovest.

L'andamento delle precipitazioni indica un **regime pluviometrico** caratterizzato da una distribuzione abbastanza uniforme da gennaio a marzo, un minimo nel periodo estivo (minimo assoluto nel mese di luglio, con in media 40 mm di pioggia totali) ed un massimo nel periodo autunnale (massimo assoluto nel mese di novembre, con 111 mm di pioggia).

Venti prevalenti	
	nodi
Gennaio	NNE-8.5
Febbraio	NNE-8.5
Marzo	NNE-5
Aprile	WSW-5
Maggio	WSW-5
Giugno	WSW-5
Luglio	WSW-5
Agosto	WSW-5
Settembre	WSW-5
Ottobre	NNE-8.5
Novembre	NNE-5
Dicembre	NNE-5



Per quanto riguarda il **regime anemometrico**, dai dati della precedente si osserva che la prevalenza della direzione dei venti è da ovest-sud ovest nei mesi primaverili-estivi e da nord-nord est nei mesi invernali e autunnali, con intensità generalmente moderata. Il territorio risulta quindi esposto a venti umidi da Sud Ovest e a quelli freddi da Nord-Nord Est (tramontana e grecale).

L'andamento annuo dell'**umidità relativa** mostra valori abbastanza elevati nel periodo autunnale e primaverile, e valori minimi assoluti nel periodo estivo.

4.6. Caratterizzazione Climatica

Il clima che caratterizza il territorio oggetto di studio è di tipo mediterraneo semicontinentale.

In base ai dati sopra riportati, e anche a seguito della stima di alcuni ulteriori parametri climatici caratteristici (dati del "Dipartimento Agricoltura e Foreste" della Regione Toscana), è possibile riassumere i caratteri climatici del territorio rappresentato dalla stazione presa in esame, in relazione al regime idrico.

In particolare, per la stazione di Firenze-Peretola, sulla base dei parametri termo-pluviometrici già riportati e del valore assunto dagli indici che esprimono il grado di aridità e di umidità di una data regione, che nel caso specifico risultano i seguenti :

indice di aridità (rapporto tra deficit idrico ed evapotraspirazione potenziale) = 25,69

indice di umidità (rapporto tra surplus idrico ed evapotraspirazione potenziale)= 32,11



indice di umidità globale (differenza tra indice di umidità e di aridità) = 6,42

si può affermare che siamo in presenza di un clima “*da umido a sub-umido*” (classificazione dei tipi climatici di Thornthwaite), con moderata deficienza idrica estiva; tipologia climatica che contraddistingue tipicamente, a livello regionale, le zone della Toscana centrale.

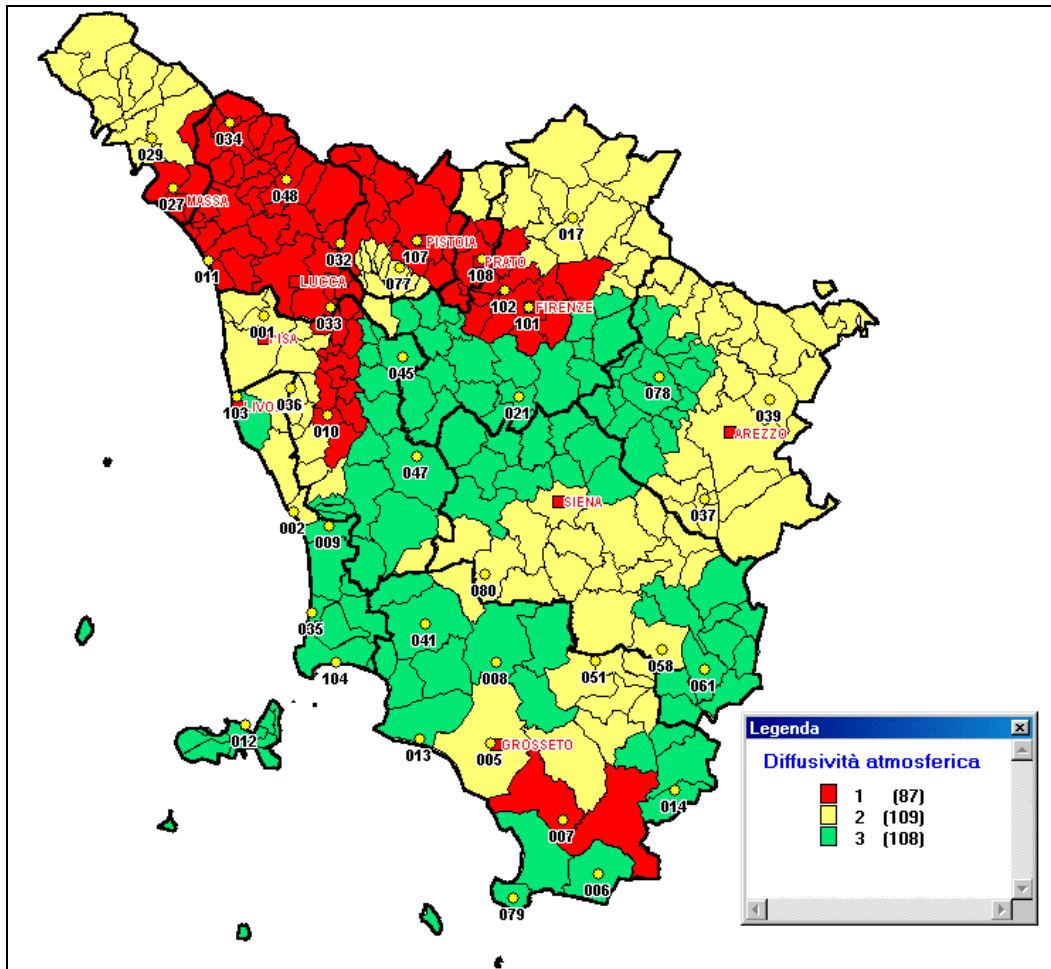
4.7. Classificazione in base alla diffusività atmosferica

Poiché i livelli di sostanze inquinanti presenti in un determinato territorio sono influenzati anche dalle condizioni meteorologiche che contribuiscono a creare situazioni di ristagno e di accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera, si è ritenuto importante riportare i risultati di uno studio sul grado di diffusività atmosferica presente nella regione che fu fatto effettuare dalla Regione toscana al La.M.MA. (Laboratorio per la Meteorologia e la Modellistica Ambientale) in occasione della prima classificazione del territorio regionale di cui alla D.G.R. 1406/01.

Lo studio ha permesso di individuare le aree in cui si possono verificare con maggior frequenza condizioni critiche per la diffusione degli inquinanti ed è stata effettuata una classificazione relativa all'intero territorio regionale in base alle diverse condizioni di diffusività atmosferica.

Il risultato è stata la suddivisione del territorio in tre classi di diffusività atmosferica alta, media e bassa, rispettivamente, che ha permesso di introdurre questo parametro di valutazione anche nella metodologia di classificazione effettuata ai sensi del D.lgs. n.351/99.

La mappa seguente riassume questo tipo di classificazione. Al territorio dell'Agglomerato di Firenze è attribuita la classe di “**bassa diffusività atmosferica**”.



Alta diffusività ■
Media diffusività ■
Bassa diffusività ■

Classificazione dei comuni regionali in base alla diffusività atmosferica

5. STUDI DI SETTORE PER IL PARTICOLATO ATMOSFERICO

5.1. PATOS

Il Progetto PATOS (Particolato Atmosferico in TOScana), che è stato promosso dalla Regione Toscana in collaborazione con le Università di Firenze e di Pisa, l'ARPAT, il LaMMA, l'Istituto Superiore di Sanità e la Tecne Consulting s.r.l. e si è concluso (relativamente alle indagini sul campo) nell'ottobre 2006; mira a fornire elementi conoscitivi scientificamente affidabili sulla distribuzione spaziale del livello di concentrazione del PM10 e del PM2,5 particolarmente nelle aree toscane in cui si sono rilevati superamenti dei parametri previsti dalla normativa, nonché



sulla composizione e l'origine del particolato (sostanze organiche e inorganiche, natura primaria, secondaria e terziaria, entità dei contributi naturali, identificazione delle sorgenti ecc.).

Le risposte dei gruppi di ricerca che hanno partecipato alla realizzazione del progetto riguardano:

- la differenziazione tra la componente primaria del PM10 (emessa direttamente dalle sorgenti) e la secondaria, che si forma in atmosfera attraverso reazioni fotochimiche e che rappresenta il 30-50% della massa totale del PM10 misurato;
- la variabilità regionale e la sito dipendenza nella composizione del PM10;
- la frazione di PM10 derivante da fenomeni naturali (spray marino, sabbia sahariana, pollini, risollevo mento ecc.), che rappresenta il 10-15% della massa totale del PM10;
- la componente antropica sul PM10 primario, derivante soprattutto dalle combustioni, che costituisce il 30 - 45% della massa totale del PM10;
- il traffico, che può contribuire ai livelli di PM10 primario per il 25 - 35%;
- la combustione di biomassa (legna) in inverno, che in alcuni siti contribuisce significativamente ai livelli di PM10 misurati dalle centraline; la componente carboniosa (o carbonio totale) di origine antropica e naturale, che è pari al 45-60% della massa del PM10 misurata.

Il progetto propone inoltre informazioni relative alle dimensioni, alla morfologia, al numero di particelle del PM10 (aspetti, questi, particolarmente importanti per gli effetti sulla salute umana) e anticipa le nuove norme dell'Unione Europea sul PM2,5 e sulla direttiva IPA/Metalli.

Considerazioni di dettaglio

La **componente inorganica**: i composti ionici e i metalli determinati sui filtri di aerosol possono essere considerati come marker delle emissioni primarie (dirette) o secondarie (sostanze che vengono trasformate in atmosfera dopo l'emissione di loro precursori) di particolato atmosferico da fonti naturali o antropiche e dei processi di trasporto dalle aree di origine a quelle di deposizione. A titolo di esempio, possono essere qui sotto indicate alcune sorgenti di PM10:

- *Crostate* – Calcio, Alluminio; altri metalli come Manganese, Titanio, Ferro (per questo metallo sono notevoli anche le fonti antropiche) – Indicazioni: trasporto di polveri (anche eventi Sahariani), effetto del risollevo sul manto stradale;
- *Spray marino* – Sodio, Cloruri, Magnesio. Indicazioni: processi di trasporto dalle aree marine.
- *Processi di combustione di biomassa* – Potassio, Glicolati, Formati, Acetati. Indicazioni: Attività antropica (riscaldamento a legna, attività agricole), incendi boschivi.
- *Processi di combustione e industriali* – Metalli antropici. Indicazioni: attività antropica.
- *Aerosol secondario* – Solfati, Nitrati, Ammonio. Indicazioni: Attività antropica.
- *Attività biogenica marina* – Acido Metansolfonico (parzialmente: Solfati, Ammonio). Indicazioni: processi di trasporto dalle aree marine.

Il contributo della composizione ionica, principalmente dovuta all'aerosol secondario (solfati, nitrati, ammonio), può essere stimato intorno al 25-35% per le stazioni regionali interne e intorno al 35-45% per le stazioni costiere. Per tutte le stazioni, si evidenzia un simile valore della media annua, intorno a 10 ug/m³. Questo significa che il contributo dei componenti ionici, da solo, costituisce attualmente circa la metà del valore limite medio annuo del



PM10 previsto dalle attuali norme comunitarie per la protezione della salute: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da raggiungere nel 2010). Relazioni lineari tra il PM10 e il contributo ionico mostrano che un aumento del PM10 e' sempre accompagnato da un aumento proporzionale del peso degli ioni, evidenziando che tale frazione gioca un ruolo determinante nella composizione del PM10 in ogni situazione emissiva. Mentre l'andamento generale del carico ionico totale non mostra un andamento stagionale particolarmente marcato, i diversi componenti si comportano in modo estremamente variegato e devono essere discussi separatamente.

La **componente carboniosa**: la componente carboniosa del PM10 in Toscana rappresenta la frazione ponderalmente più rilevante fra le molteplici componenti del particolato e, in alcuni casi, supera il 50%. A differenza del solfato e del nitrato di ammonio, le altre due componenti principali del PM10, la componente carboniosa non è un composto singolo ma una miscela complessa di centinaia e, probabilmente, migliaia di specie chimiche. A livello di macrocomponenti è costituita da carbonio organico (CO), carbonio elementare (CE) e carbonio inorganico (carbonati). L'ultima frazione è generalmente molto meno importante rispetto alle altre; il primo, a sua volta, può essere suddiviso in CO primario e secondario mentre il CE viene considerato solo primario.

Le fonti del carbonio possono essere sia di natura biogenica che antropica; queste ultime sono rappresentate dalla combustione di combustibili fossili e non, con le uniche eccezioni del consumo di pneumatici e dell'abrasione del manto stradale. Il contributo delle fonti antropiche e biogeniche non è costante lungo l'arco dell'anno: nel periodo Novembre- Marzo, per esempio, vengono accesi gli impianti di riscaldamento e questa fonte di carbonio si aggiunge alle altre fonti antropiche. Il contributo biogenico varia con le stagioni ed è rilevante in concomitanza all'attività delle piante ma dipende anche dal tipo di stazione (urbana traffico, urbana fondo, rurale, ecc.). In generale, il contributo delle fonti biogeniche è minimo durante il periodo di accensione degli impianti di riscaldamento.

Il periodo di Novembre-Marzo è caratterizzato da:

- Un aumento delle fonti antropiche al PM10 ed al carbonio totale (impianti termici)
- Una diminuzione delle fonti biogeniche al PM10 ed al carbonio totale
- Un minore rimescolamento degli strati più bassi dell'atmosfera (condizioni climatiche che tendono ad aumentare la concentrazione degli inquinanti)
- Una minore intensità della radiazione solare che, unita alle più basse temperature, rallenta fortemente i processi di trasformazione chimica che avvengono nell'atmosfera (il contributo secondario al PM10 ed al carbonio organico è minore rispetto al restante periodo dell'anno).

La **componente naturale**: una frazione importante del particolato atmosferico può essere prodotta da sorgenti naturali quali l'erosione del suolo, spray marino, emissioni vulcaniche, pollini, etc. La componente naturale dell'aerosol è costituita principalmente da particelle di dimensioni superiori a 2 micrometri; è quindi presente nel PM10 (polveri con dimensioni inferiori ai 10 micrometri), ma molto meno abbondante nel PM2.5 (polveri con dimensioni inferiori ai 2.5 micrometri). Le principali componenti dell'aerosol naturale sono la componente crostale, ovvero le polveri prodotte per erosione della crosta terrestre, e l'aerosol marino. La componente crostale è principalmente costituita da ossidi di Al, Si, Ca e Fe (e, in misura minore, di Ti, Sr, Mg, ..), l'aerosol marino da cloruro di sodio (NaCl). La componente crostale può essere dovuta sia a polveri locali (il cui risollevarsi può essere dovuto anche ad attività antropiche quali il traffico), sia a polveri trasportate a lunga distanza da zone desertiche (come ad es. il Sahara), dove questa componente è chiaramente molto abbondante. Le polveri desertiche, a causa dei moti convettivi ascendenti delle masse d'aria, possono infatti raggiungere quote molto elevate ed essere poi trasportate a lunga distanza viaggiando nella libera atmosfera. Quando queste masse d'aria passano sopra la nostra regione parte di queste polveri possono raggiungere gli strati più bassi dell'atmosfera. L'aerosol prodotto dagli spray marini è più abbondante nelle zone costiere, ma può essere anch'esso trasportato a lunga distanza e raggiungere quindi aree interne. Gli episodi di trasporto di aerosol sahariano e marino possono essere identificati dall'incremento nella concentrazione di elementi caratteristici (Al, Si, Ca, Fe, Ti, .. e Na e Cl), da cambiamenti nei rapporti relativi fra questi elementi e dallo studio del trasporto delle masse d'aria (studio delle retrotraiettorie).

Dalle misure effettuate per il progetto PATOS, il contributo della componente crostale di origine locale al PM10 è risultato in media di alcuni $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Livorno, 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Grosseto e Firenze, 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ad Arezzo, 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Prato e Capannori), con limitata variabilità temporale (concentrazioni giornaliere quasi sempre inferiori ai 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). In termini percentuali sulla massa totale del PM10 la componente crostale locale è risultata in media circa il 15-20%.



Per quanto riguarda gli eventi di trasporto di polveri sahariane, un grosso episodio di durata di diversi giorni si è verificato a fine Giugno 2006. Durante questi giorni la componente crostale ha raggiunto i 20-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutti i siti, corrispondenti a circa il 50% della massa totale che è risultata in alcuni casi superiore a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'influenza delle **condizioni meteorologiche** sulle concentrazioni di pm10: le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i fenomeni di inquinamento atmosferico: le concentrazioni misurate possono essere molto diverse a seconda che si realizzino o meno condizioni favorevoli all'accumulo in aria delle sostanze emesse.

L'analisi climatologica del territorio rappresenta quindi un elemento di valutazione essenziale dello stato di qualità dell'aria di un sito. Oltre al vento, che caratterizza i fenomeni di trasporto nel piano orizzontale, ed alla pioggia, che può favorire la diminuzione delle sostanze in sospensione in atmosfera tramite dilavamento, sono importanti i fenomeni di convezione, cioè di rimescolamento delle masse d'aria lungo la direzione verticale. L'altezza dello strato di miscelamento è un parametro che permette di quantificare le dimensioni della porzione di atmosfera in cui sono importanti i moti convettivi e quindi di stimare la porzione di atmosfera influenzata dalla presenza di composti inquinanti. Le variazioni dell'altezza di miscelamento sono caratterizzate da un andamento giornaliero, in relazione alla diversa capacità termica delle masse d'aria e del suolo: nelle ore notturne e nelle prime ore del mattino sussistono condizioni stabili, per poi passare, nelle ore centrali della giornata, ad un riscaldamento del terreno che genera uno strato rimescolato, mentre dopo il tramonto il terreno si raffredda più velocemente dell'aria, creando così le condizioni di inversione termica ed il ciclo ricomincia.

Esiste anche un andamento stagionale: nei mesi freddi l'altezza di miscelamento resta in genere non troppo elevata anche nei valori massimi, mentre nei mesi caldi aumenta progressivamente. Queste considerazioni di massima sono corrette per le aree rurali, mentre nelle aree urbane il gradiente termico verticale subisce delle variazioni rispetto a quanto rilevato nelle aree rurali limitrofe: questo fenomeno, detto "isola di calore", può in parte modificare le considerazioni fatte in relazione all'altezza di miscelamento. L'isola di calore, o meglio, il microclima urbano, può costituire un ambiente in cui il rimescolamento delle masse d'aria è inibito e quindi, in ultima analisi, la concentrazione degli inquinanti è più alta.

Nell'ambito del progetto PATOS, il LaMMA ha svolto una attività di supporto allo scopo di effettuare una caratterizzazione meteorologica a scala regionale, durante l'intero periodo di campionamento, da settembre 2005 a ottobre 2006. È stato quindi effettuato con continuità, sull'intero territorio regionale, un monitoraggio delle condizioni meteorologiche finalizzato alla realizzazione di rapporti mensili, in cui vengono descritte le condizioni sinottiche, le precipitazioni, le temperature, il quadro anemologico. Inoltre, sempre nell'ambito del progetto, è stato effettuato uno studio finalizzato ad individuare i parametri meteorologici che influenzano in modo significativo i processi di formazione accumulo o dispersione del PM10. Il lavoro ha richiesto l'analisi di una base-dati costituita dalle misure di PM10 rilevate sull'intero territorio regionale dalla rete di monitoraggio gestita da ARPAT, e dalle misure delle principali variabili meteorologiche registrate da alcune stazioni a terra, nell'arco temporale compreso tra il 1° gennaio 2000 ed il 31 dicembre 2004.

I risultati, ottenuti applicando tecniche statistiche alle serie storiche delle concentrazioni di PM10 registrate nelle 47 centraline presenti sul territorio regionale, evidenziano due comportamenti principali. Il primo tipo di comportamento è caratterizzato da un forte andamento stagionale, il secondo mostra un andamento pressoché costante: al primo tipo appartengono tutte le serie storiche misurate nelle stazioni dell'entroterra, al secondo tipo quelle relative a tre stazioni sulla costa. Un terzo gruppo di stazioni – ubicate comunque in prossimità della costa – mostrano un comportamento intermedio. Il risultato più sorprendente consiste nella possibilità di individuare due gruppi principali, che caratterizzano la maggior parte delle serie storiche misurate sull'intero territorio regionale. Si può quindi ipotizzare una marcata influenza delle condizioni meteorologiche alla scala sinottica sui valori di concentrazione giornaliera di PM10. Quantitativamente, i valori di concentrazione hanno una marcata dipendenza spaziale, da cui si può supporre che le condizioni sinottiche determinino a scala regionale le condizioni favorevoli o meno all'accumulo degli inquinanti, ma che, in ciascuna area, le concentrazioni possano essere più o meno alte a seconda delle caratteristiche delle sorgenti emissive locali. Sono poi state evidenziate le relazioni che legano alcuni parametri meteorologici – velocità del vento, temperatura, pioggia cumulata – ed i valori di concentrazione di PM10. Dopo la selezione della base-dati meteorologica, sono state determinati i coefficienti di correlazione tra parametri meteo e misure di PM10. Successivamente sono stati individuati alcuni valori soglia, in particolare per la pioggia cumulata su base giornaliera e per la velocità media del vento, anch'essa su base giornaliera. La scelta dei valori-soglia è stata effettuata valutando la riduzione percentuale delle condizioni di inquinamento critiche – presenza di valori di concentrazione di PM10 superiori a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – in corrispondenza di condizioni in cui i valori degli indicatori meteorologici siano superiori a tali soglie. In sintesi, per quanto riguarda la velocità del vento, si può concludere che



gli eventi influenti ai fini della riduzione delle concentrazioni siano quelli caratterizzati da un vento medio-forte, persistente per molte ore o addirittura qualche giorno: queste condizioni, generalmente, si verificano alla scala sinottica e non si tratta quindi di eventi locali. L'indicatore meteo "velocità media giornaliera del vento" risulta quindi caratterizzante delle condizioni meteo anche a scala sinottica: inoltre, per questo parametro sono stati individuati dei valori-soglia, variabili però in relazione alla stazione meteo scelta. Per quanto riguarda l'indicatore temperatura media giornaliera, si distinguono due comportamenti diversi: nel primo gruppo di centraline – localizzate nell'entroterra - si registrano valori di concentrazione decisamente più alti nel semestre freddo rispetto ai valori registrati nel semestre caldo, mentre nel secondo gruppo – localizzate sulla costa - si evidenzia un andamento delle concentrazioni correlato con quello delle temperature. Ad una più attenta analisi, osservando gli stessi coefficienti di correlazione effettuati su base stagionale, si scopre che per le stazioni del primo gruppo esiste una marcata anticorrelazione durante il semestre freddo ed una correlazione nel semestre caldo. Un controllo puntuale degli eventi di freddo più intenso nel periodo invernale conferma un corrispondente aumento delle concentrazioni nelle stazioni del primo gruppo: la causa di questo fenomeno è probabilmente imputabile alle emissioni da riscaldamento, che aumentano quando si registrano temperature più basse. Spesso, inoltre, quando si verificano episodi di freddo intenso, si instaurano anche condizioni stabili, favorevoli all'accumulo degli inquinanti. Meno immediato risulta interpretare la correlazione che lega la temperatura ed i valori di concentrazione nel semestre caldo: una possibile spiegazione potrebbe riguardare i meccanismi di formazione del particolato di origine secondaria, in cui l'intensità della radiazione solare svolge un ruolo fondamentale. Per le stazioni del secondo gruppo non si riscontrano differenze nei periodi invernale ed estivo: esiste sempre una evidente correlazione tra i dati di concentrazione e di temperatura; si sottolinea comunque che, trattandosi di misure di concentrazione rilevate in aree influenzate dal mare, la causa della correlazione con la temperatura potrebbe essere diversa da quella ipotizzata per le centraline del primo gruppo, magari da ricercarsi nei processi di formazione dell'aerosol marino. Per quanto riguarda le misure di pioggia, sono stati individuati come indicatori la pioggia cumulata giornaliera (RAIN_mm) ed un secondo indicatore (g.d.RAIN_mm), che ha la funzione di correlare i valori di pioggia con i valori di concentrazione di PM10 registrati il giorno successivo all'evento di pioggia. Per entrambi gli indicatori, solo gli eventi di pioggia con intensità superiore ad una determinata soglia – ad esempio 10 mm – hanno un effetto sulle concentrazioni di PM10. Dal momento che l'intensità degli eventi di pioggia, soprattutto nei mesi estivi, può essere molto diversa sul territorio regionale, questi indicatori devono essere valutati sulla base di dati rilevati in zone vicine o comunque rappresentative delle aree in cui si trovano le centraline di monitoraggio.

Conclusioni

In conclusione, il progetto PATOS ha permesso di stabilire che è diminuita la percentuale di emissioni che proviene dall'industria, è stabile quella legata al traffico, ma è aumentata in maniera significativa quella dovuta al riscaldamento. Inoltre l'analisi mostra che circa un terzo del PM10 presente nella nostra aria è dovuto alle emissioni locali.

5.2. PASF2

Il Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Firenze (Polo Scientifico di Sesto Fiorentino), sulla base di una convenzione di ricerca con il Comune di Sesto Fiorentino (Assessorato all'Ambiente) e ARPAT ha condotto uno studio del carico atmosferico e della composizione chimica delle frazioni di particolato PM₁₀ e PM_{2.5}.

L'inquinamento atmosferico costituisce uno dei maggiori fattori di rischio per la salute, l'ambiente e i manufatti dell'uomo, a causa della natura, della capacità di veloce distribuzione e della veicolazione all'interno degli organismi di sostanze potenzialmente o attualmente tossiche o dannose aerodisperse in fase gassosa e sotto forma di aerosol. Tali sostanze derivano principalmente da emissioni antropiche, con particolare riguardo al traffico veicolare, ai sistemi di produzione di energia e di trattamento termico dei rifiuti, alle attività industriali e agli impianti di riscaldamento domestici. Alcuni inquinanti gassosi, come gli ossidi di azoto, di zolfo e di carbonio, l'ozono troposferico e il benzene, sono attualmente monitorati in ambiente urbano e le loro concentrazioni atmosferiche costituiscono indici per la valutazione della qualità dell'aria.

L'aerosol atmosferico è costituito da una grande varietà di componenti chimici dispersi in forma liquida o solida nell'atmosfera e gioca un ruolo rilevante nei processi chimici e fisici che in essa hanno sede. L'effetto dell'aerosol



atmosferico sulla salute degli esseri viventi, sugli ecosistemi ambientali, sulla degradazione dei materiali e delle opere d'arte e sulla trasparenza dell'atmosfera dipende fortemente dalla composizione chimica e dalla dimensione delle particelle che lo compongono. In particolare, la distribuzione dimensionale delle particelle assume una rilevante importanza in ambito sanitario e ambientale perché regola il tempo di residenza delle particelle stesse nell'atmosfera (e, quindi, la loro distribuzione su larga scala) e la loro capacità di penetrazione all'interno degli organismi. La conformazione anatomica delle vie respiratorie umane e le naturali difese dell'organismo consentono di bloccare nel sistema naso-gola la maggior parte delle particelle con diametro aerodinamico equivalente (d.a.e.) maggiore di 10 micrometri, mentre particelle più piccole possono interessare la regione tracheo-bronchiale (d.a.e. 2 – 10 micrometri) e gli alveoli polmonari (d.a.e. inferiore a 2 micrometri).

Studi tossicologici ed epidemiologici hanno definitivamente accertato gli effetti sanitari e l'importanza ambientale delle sostanze chimiche delle polveri sospese, con particolare riguardo ad agenti xenobiotici come metalli pesanti e componenti organici di origine antropica (in particolare, idrocarburi policiclici aromatici). Recependo tali indicazioni, sono state condotte campagne di campionamento e analisi chimica del particolato atmosferico, in ambito nazionale (es. progetto SITECOS – Studio Integrato sul territorio nazionale per la caratterizzazione e il controllo di inquinanti atmosferici), regionale (es. Progetto PATOS – Particolato atmosferico nella Regione Toscana) e comunale (es. PASF – Particolato atmosferico a Sesto Fiorentino) per il monitoraggio, l'individuazione delle sorgenti, lo studio dei processi di trasporto e la valutazione degli effetti di dilavamento atmosferico (vento, piogge) del PM10.

In questo contesto, il progetto PASF2 ha avuto come obiettivo primario lo studio del particolato atmosferico con particolare riferimento alla composizione chimica delle frazioni PM10 e PM2.5 in due stazioni a differente impatto antropico, al fine di identificare le principali sorgenti emissive in sede locale e regionale che influenzano la qualità dell'aria. Inoltre, la scelta di una stazione di riferimento posta in un'area a limitato impatto antropico ed a quota relativamente elevata, ha permesso di valutare il contributo del particolato secondario presente a livello regionale o, almeno, di bacino, che rende più difficile il controllo delle concentrazioni atmosferiche di PM10 e PM2.5 attraverso il solo controllo delle emissioni su scala locale. Una migliore conoscenza delle sorgenti antropiche e naturali del PM10 e PM2.5 e dei loro contributi relativi fornirà le basi per una efficace politica di contenimento delle emissioni attraverso un controllo mirato delle fonti di inquinamento.

I principali obiettivi del Progetto PASF-2 possono essere qui di seguito indicati:

- monitoraggio della concentrazione atmosferica e della composizione chimica del PM10 in due siti a differente impatto antropico (Villa San Lorenzo a Sesto Fiorentino – urbana background; Monte Morello, Fonte Seppi background remoto) per un periodo di tempo sufficientemente lungo (Luglio 2005 – Marzo 2007) da poterne valutare trend e comportamenti stagionali;
- monitoraggio della concentrazione atmosferica e della composizione chimica del PM2.5 nella stazione urbana per lo stesso arco temporale (Settembre 2005 – Marzo 2007) e a Monte Morello per un più breve periodo (Febbraio – Marzo 2007), parallelamente ai campionamenti di PM10;
- caratterizzazione chimica a largo spettro (composizione ionica, metalli pesanti, elementi) delle frazioni PM10 e PM2.5 del particolato atmosferico raccolto nelle due stazioni;
- confronto tra la concentrazione atmosferica e la composizione chimica del PM10 e PM2.5, per la valutazione comparativa delle due frazioni in funzione della postazione del punto di prelievo e delle variabili atmosferiche;
- valutazione dei data-set ottenuti per l'individuazione delle fonti principali delle diverse classi di composti chimici analizzati e, possibilmente, per la quantificazione delle diverse sorgenti;
- valutazione dell'effetto della variazione delle condizioni meteo (frequenza e intensità delle piogge, direzione ed intensità dei venti dominanti, provenienza delle masse d'aria in concomitanza con eventi particolari come, ad esempio, le deposizioni di polveri Sahariane) sulla qualità dell'aria;
- identificazione delle condizioni meteo ed emissive che possono portare all'aumento delle concentrazioni atmosferiche di PM10 e PM2.5, con particolare riferimento all'effetto della formazione degli strati di inversione termica sui superamenti di PM10 nei mesi autunnali e invernali.



Da selezionati composti misurati nell'aerosol, utilizzati come specifici marker, sono state identificate le seguenti componenti maggiori:

Carbonio elementare (EC): carbonio in forma grafitica emesso da processi primari di combustione (combustione incompleta di combustibili fossili o di bio-massa).

Materiale Organico Particolato (POM): composti organici non volatili di origine sia primaria POMprimario (emessi come tali da processi di combustione) che secondaria POMsec (reazioni ossidative in atmosfera di precursori gassosi del ciclo del carbonio).

Secondario inorganico: è stato calcolato dalla somma delle concentrazioni atmosferiche di solfati, nitrati e ammonio;

Crostante: rappresenta la componente minerale prodotta dall'erosione della crosta terrestre; viene ottenuta come somma delle concentrazioni atmosferiche in massa degli elementi tipici della crosta terrestre considerati come ossidi;

Marino primario: componente dell'aerosol generata dai processi di sollevamento e trasporto dello spray marino.

In ogni stagione, comunque, la componente secondaria organica risulta essere dominante. Essa costituisce il contributo relativo più elevato al PM10 in autunno e in inverno, quando si misurano percentuali medie intorno al 40% ed al 45%, rispettivamente. I valori assoluti di concentrazione del POMsec sono analoghi a quelli misurati nel PM2,5 raccolto negli stessi periodi, dimostrando che tali composti sono principalmente distribuiti nella frazione fine dell'aerosol.

Un contributo significativo all'aumento delle concentrazioni atmosferiche del particolato secondario organico nel periodo autunno-inverno è causato dalle emissioni dovute al riscaldamento (domestico ed industriale).

Un ulteriore, e fondamentale, incremento è causato dalla relativamente frequente formazione di situazioni di inversione termica al suolo, che provoca un aumento della concentrazione degli inquinanti, a causa della diminuzione dell'altezza dello strato di rimescolamento.

Una chiara dimostrazione dell'effetto della diminuzione dell'altezza dello strato di rimescolamento nel causare superamenti del PM10 in area urbana è costituita dal fatto che, durante i giorni di superamento in autunno-inverno, la composizione percentuale del particolato atmosferico non è molto diversa dalla media stagionale. Quello che varia, invece, è il valore assoluto dei differenti contributi, le cui concentrazioni atmosferiche al suolo aumentano per la meno vigorosa (o praticamente assente) circolazione atmosferica verticale, a seguito della formazione di strati di inversione termica. Il sito collinare di Monte Morello, posto ad una altitudine superiore all'altezza tipica nel periodo invernale del PBL della Piana di Firenze, non risente della formazione degli strati di inversione termica, così che non si osservano variazioni significative né nel valore percentuale né in quello assoluto delle concentrazioni atmosferiche delle diverse componenti del PM10 e del PM2,5.

Per quanto riguarda i superamenti estivi, è stato osservato che il contributo dei componenti crostanti al PM10 aumenta grandemente, rispetto alla composizione media, in particolari periodi di durata variabile da un giorno a una settimana.

Tale aumento è generalmente attribuibile ad eventi di trasporto a lunga distanza di polveri sahariane, che aumenta notevolmente il carico di aerosol sia a Villa S. Lorenzo che a Monte Morello, come dimostrato dall'improvviso aumento dei tipici marker crostanti (Si, Fe, Al, Ca).

La frazione secondaria inorganica (principalmente costituita da solfati, nitrati e ammonio) costituisce l'altra componente fondamentale sia per la Piana Fiorentina che a Monte Morello. In ambito urbano, il suo contributo assoluto è mediamente dell'ordine di 6 µg/m³ nel PM10 e 5 µg/m³ nel PM2.5. La componente secondaria inorganica, nella sua totalità, non mostra una particolare stagionalità, ma questa evidenza è causata dal comportamento stagionale opposto dei suoi principali componenti: i nitrati (massimi invernali) e i solfati (massimi estivi). Infatti, l'ammonio ha prevalenti fonti locali non caratterizzate stagionalmente (traffico, agricoltura, processi industriali), e il modesto aumento delle concentrazioni atmosferiche medie in inverno è essenzialmente da imputarsi alla scarsa circolazione verticale delle masse d'aria in tale stagione. Il solfato, invece, non ha importanti sorgenti



locali ed è prevalentemente originato da fonti localizzate in ambito regionale (ad esempio, impianti termoelettrici per la produzione di energia).

L'aumento delle concentrazioni atmosferiche nel periodo primavera-estate è da attribuirsi, quindi, alle migliori condizioni di una più energica circolazione atmosferica su scala regionale, tipica di questo periodo.

Un ulteriore contributo all'aumento delle concentrazioni atmosferiche dei solfati in estate è attribuibile al maggiore irraggiamento solare, con conseguente maggiore efficienza della reazione fotochimica di ossidazione del suo precursore gassoso SO₂ ad acido solforico. Del tutto opposto (ben definito massimo invernale) è il comportamento stagionale dei nitrati, principalmente prodotti a seguito dell'ossidazione atmosferica degli ossidi di azoto emessi nei processi di combustione.

I valori particolarmente elevati dei nitrati in inverno sono principalmente da attribuirsi, quindi, alla sorgente riscaldamento; formazione di strati di inversione amplifica ulteriormente questo effetto. Lo spray marino fornisce un contributo minoritario; in ambito urbano, nel PM₁₀, raggiunge al massimo il 4% in peso del particolato atmosferico. I suoi contributi percentuali sono decisamente inferiori nel PM_{2,5}, in quanto il particolato marino primario è prevalentemente distribuito nella frazione dimensionale più grande.

5.3. PASF3

La crescente attenzione verso la frazione iperfina (PM₁) dell'aerosol atmosferico, capace di penetrare direttamente negli alveoli polmonari, impone di approfondire la conoscenza del carico atmosferico, della composizione chimica, delle fonti e dei processi di trasporto e deposizione di tale frazioni dimensionale. Studi preliminari in ambito locale e regionale hanno permesso, infatti, di valutare che le frazioni iperfini potrebbero essere utilizzate come un migliore indice della qualità dell'aria, contenendo più elevate percentuali di contaminanti xenobiotici del PM₁₀ ed essendo meno influenzate da contributi naturali come l'aerosol crostale e lo spray marino, preferenzialmente distribuiti su particelle di classe dimensionale superiore. È da porre in evidenza come, ad oggi, i valori di carico atmosferico del PM₁ non possano essere ufficialmente utilizzati ai fini della definizione della qualità dell'aria perché nessuna norma italiana od europea prevede attualmente limiti o obiettivi di qualità per il PM₁. Nonostante ciò, tali valori possono essere presi come indici di riferimento per una classe di particolato atmosferico in grado di distribuirsi velocemente a livello regionale, a causa della piccola dimensione delle particelle, che incrementa grandemente il loro tempo di vita media nell'atmosfera e la loro trasportabilità anche a lungo raggio dalle sorgenti emissive. Inoltre, dato che il particolato sub-micrometrico è molto più facilmente veicolabile all'interno dell'apparato respiratorio delle frazioni PM₁₀ e PM_{2,5}, la misura del PM₁ rappresenta un indice di pericolosità per gli organismi viventi da tenere bene in considerazione. In questo contesto, il progetto PASF-3 ha avuto come obiettivi primari il campionamento, l'analisi chimica e la valutazione della variabilità spaziale (due stazioni) e temporale (caratterizzazione stagionale attraverso un intero anno di campionamento) del particolato sub-micrometrico (PM₁), al fine di fornire conoscenze sulle concentrazioni atmosferiche, la composizione chimica e le sorgenti di "nano-particelle" in una stazione urbana e in un'area collinare (utilizzata come stazione di riferimento per la qualità dell'aria).

Analisi dei dati rilevati

Da selezionati composti misurati nell'aerosol, utilizzati come specifici marker, sono state identificate le seguenti componenti maggiori:

Carbonio elementare (EC): carbonio in forma grafitica emesso da processi primari di combustione (combustione incompleta di combustibili fossili o di bio-massa).

Materiale Organico Particolato (POM): composti organici non volatili di origine sia primaria (emessi come tali da processi di combustione) che secondaria (reazioni ossidative in atmosfera di precursori gassosi del ciclo del carbonio).



Secondario inorganico: è stato calcolato dalla somma delle concentrazioni atmosferiche di solfati, nitrati e ammonio;

Crostante: rappresenta la componente minerale prodotta dall'erosione della crosta terrestre; viene ottenuta come somma delle concentrazioni atmosferiche in massa degli elementi tipici della crosta terrestre considerati come ossidi;

Marino primario: componente dell'aerosol generata dai processi di sollevamento e trasporto dello spray marino. In prima approssimazione, il suo contributo nel PM1 è stato valutato sommando le concentrazioni atmosferiche di Na, Cl e Mg. Una più accurata valutazione di tale contributo, che nel PM1 è risultato essere molto modesto, è stata ottenuta attraverso l'analisi delle sorgenti (vedi successivamente), a causa della molteplicità delle fonti (crostanti, antropiche) per i tipici marker dello spray marino in ambiente antropizzato. Questo è particolarmente vero per i cloruri nella frazione PM1, originati prevalentemente da processi di combustione e da emissioni industriali.

Il contributo delle componenti maggioritarie denota una spiccata stagionalità, con concentrazioni atmosferiche invernali decisamente maggiori di quelle estive. Le componenti secondaria organica (36%) e primaria organica (31%) costituiscono i contributi più elevati alla massa di PM1. I maggiori contributi di questi componenti si verificano in autunno e, soprattutto, in inverno quando, insieme, costituiscono più del 70% della massa totale. In autunno e in inverno si registrano anche le concentrazioni atmosferiche assolute più elevate, che raggiungono circa 10 µg/m³ e 5 µg/m³ rispettivamente per POMsec e POMprim. Un contributo significativo all'aumento delle concentrazioni atmosferiche del particolato primario e secondario organico nel periodo autunno-inverno è causato dalle emissioni dovute al riscaldamento (domestico ed industriale). Un ulteriore, e fondamentale, incremento è causato dalla relativamente frequente formazione di situazioni di inversione termica al suolo, che provoca un aumento della concentrazione degli inquinanti nel PBL, a causa della diminuzione dell'altezza dello strato di rimescolamento. Tale situazione micro-meteorologica è stata dimostrata anche nel progetto PASF 2 da misure della concentrazione atmosferica dei composti radioattivi della famiglia del radon, effettuate in ambito urbano contemporaneamente ai campionamenti di aerosol. Una chiara dimostrazione dell'effetto della diminuzione dell'altezza dello strato di rimescolamento nel causare l'aumento delle concentrazioni di PM1 nella Piana fiorentina è costituita dal fatto che il sito collinare di Monte Morello, posto ad una altitudine superiore all'altezza tipica nel periodo invernale del PBL della Piana, non risente della formazione degli strati di inversione termica, e presenta andamenti stagionali della componente POMsec e POMprim opposti rispetto al sito urbano. Nel sito di Monte Morello i valori assoluti delle concentrazioni di POMprim e POMsec sono molto più bassi rispetto all'area urbana e i valori massimi sono misurati in primavera-estate a causa dell'aumento di sorgenti locali di POM dovuta alle aumentate attività ricreative nei pressi del sito di campionamento. L'aerosol secondario inorganico (solfati, nitrati e ammonio) costituisce l'altra componente fondamentale dell'aerosol sia in area urbana che a Monte Morello.

È da notare che, anche se relativo a periodi di campionamento diverso, tale valore è simile a quelli misurato nell'ambito del progetto PASF 2 nel PM10 (circa 6 µg/m³) e nel PM2.5 (circa 5 µg/m³), dimostrando che il particolato secondario inorganico è prevalentemente distribuito nella frazione submicrometrica dell'aerosol atmosferico. Come già osservato per il PM10, anche nel PM1 l'aerosol secondario inorganico non mostra una particolare stagionalità. Questo fatto può essere spiegato come il risultato degli opposti comportamenti stagionali dei suoi componenti principali.

L'ammonio ha prevalenti fonti locali non caratterizzate stagionalmente (traffico, agricoltura, processi industriali), e il modesto aumento delle concentrazioni atmosferiche medie in inverno è essenzialmente da imputarsi alla scarsa circolazione verticale delle masse d'aria in tale stagione.

Il solfato, invece, non ha importanti sorgenti locali ed è prevalentemente originato da fonti localizzate in ambito regionale (ad esempio, impianti termoelettrici per la produzione di energia). L'aumento delle concentrazioni atmosferiche nel periodo primavera-estate è da attribuirsi, quindi, alle migliori condizioni di una più energica circolazione atmosferica su scala regionale, tipica di questo periodo. Un ulteriore contributo all'aumento delle concentrazioni atmosferiche dei solfati in estate è attribuibile al maggiore irraggiamento solare, con conseguente maggiore efficienza della reazione fotochimica di ossidazione del suo precursore gassoso SO₂ ad acido solforico.

Del tutto opposto (ben definito massimo invernale) è il comportamento stagionale dei nitrati, principalmente prodotti a seguito dell'ossidazione atmosferica degli ossidi di azoto emessi nei processi di combustione. I valori particolarmente elevati dei nitrati in inverno sono principalmente da attribuirsi, quindi, alla sorgente riscaldamento, anche se l'effetto della formazione di strati di inversione amplifica ulteriormente questo effetto. Poiché il particolato



crostale e marino primario sono prevalentemente distribuiti nella frazione dimensionale più grande, nel PM1 forniscono contributi minoritari (inferiore al 3% in crostale e inferiore all'1% lo spray marino).

Identificazione e quantificazione delle sorgenti per APCA (Analisi delle Componenti Principali Assolute).

Il riconoscimento e la quantificazione delle sorgenti di particolato atmosferico riveste un ruolo di fondamentale importanza negli studi riguardanti l'aerosol sia in aree urbane, per l'elaborazione di strategie di risanamento e mitigazione, che in siti remoti, nell'ambito delle tematiche riguardanti le interazioni aerosol-clima. La disponibilità di un data-set così esteso, sia come numero di campioni raccolti che come parametri chimici misurati su ogni campione, ha permesso di eseguire elaborazioni statistiche multivariate di alta significatività, in base alle quali è stato possibile individuare e quantificare le sorgenti principali del PM1 nell'area in esame. Poiché le particelle di aerosol conservano, entro certi limiti, una impronta chimica della sorgente che le ha prodotte, la rivelazione degli elementi e dei composti che costituiscono il particolato, realizzata su lunghe serie temporali, permette di ottenere importanti informazioni sull'intensità e sulle caratteristiche di sorgenti di particolato PM1 naturali e antropiche. Tali risultati sono stati ottenuti attraverso l'uso di opportuni metodi di analisi statistica multivariata (modelli a recettore). Per questo studio, è stata applicata l'analisi delle Componenti Principali Assolute (APCA). La APCA è basata sulle correlazioni fra i diversi componenti ed individua gruppi di sostanze legate fra di loro da comuni sorgenti e/o processi di trasporto. Con la APCA è possibile ottenere la frazione di ciascun analita all'interno di una certa sorgente (o fattore).

L'analisi statistica APCA, applicata ai campioni di Villa San Lorenzo, ha permesso di identificare 3 principali sorgenti per il PM1 sia in area urbana che a Monte Morello.

- **Combustioni locali** (riscaldamento, combustione di biomasse, processi industriali ad alta temperatura, etc.). Gli indicatori caratteristici di tale sorgente sono risultati essere i nitrati, i composti del C (POM e CE), i formiati e il K (questi ultimi prodotti nella combustione di bio-massa), ammonio e alcuni metalli (Pb, Ni e Cu). Questa sorgente presenta un contributo relativo medio analogo nelle due stazioni campionate, ma un diverso contributo assoluto e un opposto trend stagionale. In area urbana, i valori assoluti di questa sorgente raggiungono i 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in inverno mentre, nella stessa stagione, si registrano valori di circa 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Monte Morello. In estate, nel sito cittadino, si osservano valori molto bassi della sorgente combustioni locali (circa 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), valori addirittura più bassi di quelli misurati a Monte Morello (circa 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$); in quest'ultima stagione, valori decisamente più elevati, comparabili ai valori invernali misurati nella stessa stazione, sono misurati in primavera. Il trend stagionale, con massimi in autunno e inverno, mostrato dalla stazione di campionamento urbana è spiegabile dall'aumentato della sorgente riscaldamento domestico e dall'aumentata incidenza di formazione di strati di inversione termica; al contrario, i massimi in primavera-estate misurati a Monte Morello sono dovuti all'aumento dei piccoli incendi boschivi e delle attività ricreative nella zona collinare, dove è posta la stazione di campionamento.
- **Traffico veicolare.** Tale sorgente è caratterizzata principalmente da metalli di origine crostale (Al, Ca) ed alcuni metalli in traccia, come Ba, Cu, Fe e Mn. In tale fattore, il carbonio elementare (EC) presenta un elevato loading a Monte Morello, mentre il suo contributo è minore in area urbana. La presenza dei sopracitati metalli nella frazione fine del particolato atmosferico è dovuta all'usura di parti meccaniche in movimento e da processi di risollevarimento di materiale crostale correlati alla sorgente traffico veicolare. Questa sorgente presenta valori più elevati in città che a Monte Morello in tutte le stagioni, sia in valore assoluto che come percentuale. Come per la sorgente combustioni, i valori massimi estivi a Monte Morello sono principalmente dovuti al maggior traffico autoveicolare per l'aumentata attività ricreativa.
- **Componenti secondari regionali** (non prodotti localmente in maniera significativa, ma distribuiti con processi di trasporto a larga scala da sorgenti puntiformi). I componenti principali di questo fattore sono costituiti da solfati, MSA, ammonio e ossalati. A questi si aggiunge il vanadio, un tipico metallo originato da processi di combustione di prodotti petroliferi. Questi marker caratterizzano i processi di trasporto di aerosol secondario dal litorale Tirrenico, dove sono presenti importanti impianti termo-elettrici, industrie petrolchimiche e acciaierie. Un particolare contributo, interessante ma non quantitativamente rilevante, è costituito dalle emissioni biogeniche marine, di cui l'MSA è un marker univoco. Questa sorgente presenta un massimo estivo in entrambe le stazioni di campionamento. Le maggiori concentrazioni atmosferiche di MSA in estate sono dovute sia alla maggiore diffusione delle masse d'aria dai quadranti marini verso le regioni



interne, sia all'aumentata attività fotochimica, che favorisce la formazione di solfati e ossalati a partire dai loro precursori gassosi (rispettivamente, SO₂ e sostanze organiche di origine naturale o antropica).

5.4. PASF4

Nel corso del 2010 è stato avviato il progetto PASF4 per lo studio e monitoraggio del PM_{2,5}, nell'ambito di un accordo di collaborazione scientifica tra il Comune di Sesto Fiorentino (Assessorato all'Ambiente) e l'Università degli Studi di Firenze (Dipartimento di Chimica). Tale progetto è finalizzato alla determinazione delle concentrazioni atmosferiche e alla caratterizzazione chimica della frazione PM_{2,5} del particolato atmosferico raccolto in due siti del territorio comunale di Sesto Fiorentino: Villa San Lorenzo (sito urbano di fondo) e Monte Morello – Fonte dei Seppi (sito di riferimento per la Piana di Sesto Fiorentino).

Nella stazione di Villa San Lorenzo è stata installata una strumentazione automatica in grado di fornire, in continuo, la concentrazione media giornaliera del PM_{2,5} (definito come la frazione di aerosol contenente le particelle con diametro aerodinamico equivalente inferiore a 2,5 µm).

Oltre al monitoraggio della massa del PM_{2,5}, i filtri campionati permettono di condurre uno studio sulla composizione chimica della frazione fine del particolato, al fine di determinarne il contenuto ionico, la concentrazione di selezionati metalli (con particolare riferimento a metalli tossici come Piombo, Nichel, Cadmio e Arsenico) e le frazioni carboniose (carbonio elementare – EC e carbonio organico - OC). Tale studio permetterà il riconoscimento e la quantificazione delle sorgenti dominanti del PM_{2,5} lungo l'intero arco annuale, fornendo informazioni rilevanti per la corretta impostazione e la buona riuscita delle politiche di mitigazione e risanamento a livello locale/regionale.

La determinazione del carico atmosferico giornaliero e della composizione chimica del PM_{2,5} si è posta all'avanguardia nello studio e nel monitoraggio della qualità dell'aria in Toscana. Tale attività riveste particolare importanza in quanto la Direttiva Europea 2008/50/CE ed il D. Lgs. 155/2010 indicano nel PM_{2,5} un fondamentale parametro di riferimento per la qualità dell'aria, da affiancare al PM₁₀. Per il PM_{2,5} si indica un "valore obiettivo" di 25 µg/m³ (media annua dei valori giornalieri) dal Gennaio 2010 e si stabilisce che tale valore diventi un "valore limite" a partire dal Gennaio 2015.

La conformazione anatomica delle vie respiratorie umane e le naturali difese dell'organismo consentono di bloccare nel sistema naso-gola la maggior parte delle particelle con diametro aerodinamico equivalente (d.a.e.) maggiore di 10 micrometri, mentre particelle più piccole possono interessare la regione tracheo-bronchiale (d.a.e. 2 – 10 micrometri) e gli alveoli polmonari (d.a.e. inferiore a 2 micrometri). Per tali ragioni, il D. Lgs 351/99 e il DM n. 60, del 02.04.02, in recepimento delle Direttive 99/30/CE e 69/2000/CE, prevedono rispettivamente il controllo in ambito urbano del particolato inferiore a 10 micrometri (PM₁₀) e a 2.5 micrometri (PM_{2.5}).

Studi tossicologici ed epidemiologici hanno definitivamente accertato gli effetti sanitari e l'importanza ambientale delle sostanze chimiche delle polveri sospese, con particolare riguardo ad agenti xenobiotici come metalli pesanti e componenti organici di origine antropica (in particolare, idrocarburi policiclici aromatici). Tali sostanze sono prevalentemente distribuite nella frazione "fine" del particolato, più correttamente definita PM_{2,5}, in quanto principalmente originate da processi secondari e ad alta energia (es., processi di combustione). Questa frazione dimensionale, quindi, ha recentemente destato l'attenzione degli organi preposti alla tutela della qualità dell'aria (Regioni, Province, Comuni) in misura anche maggiore di quanto abbia fatto la frazione PM₁₀, che contiene contributi significativi di aerosol naturali, come le polveri cristalline e lo spray marino (prevalentemente distribuiti nella frazione "coarse", cioè nel campo dimensionale 2.5 – 10 µm).

Analisi dei dati rilevati

Villa San Lorenzo

Sono state identificate 4 principali sorgenti emissive:



1. Combustioni e Traffico. Questa sorgente e' dominante in tutte e due le annualita' e rappresenta l'83.5% del PM2.5 nel 2010/11 e il 66.8% nel 2011/12. Tale differenza e' giustificata dalla minore frequenza della presenza di strati di inversione termica nel 2011/12. A conferma dell'importanza dell'altezza del PBL, anche il valore medio annuo della massa del PM2.5 e' risultato essere minore nel 2011/12 (16.6 µg/m³), rispetto al 2010/11 (22.3 µg/m³);
2. Secondari Long-Range. Questa sorgente ha contributi elevati nella stagione calda, a causa della maggiore efficienza dei processi di trasporto dalle aree sorgenti in ambito regionale. I minimi contributi sono stati osservati per l'Inverno 2010/11, caratterizzato da una maggiore frequenza di periodi di inversione termica al suolo. Il peso percentuale di questa sorgente e' risultato essere il 9.5% della massa del PM2.5 nel 2010/11 e il 14.4% per l'annualita' successiva.
3. Crostale (include risollevarimento e usura parti meccaniche). Il contributo di questa sorgente e' stato quantificato nel 6.5% per il 2010/11 e nel 17.7% per il 2011/12.
4. Spray Marino. Questo contributo e' stato minimale, in quanto lo spray marino e' prevalentemente distribuito nella frazione "coarse" (2.5-10 µm). La sua percentuale rispetto alla massa del PM2.5 e' stata circa l'1% in ambedue le annualita'.

Monte Morello – Fonte dei Seppi

Sono state identificate 4 principali sorgenti emmissive:

1. Secondari Long-Range. Dato che questa stazione e' molto meno affetta da emissioni locali e risponde principalmente a processi di trasporto nella libera troposfera (e' al di sopra del PBL almeno nel periodo invernale), l'aerosol proveniente da sorgenti distribuite su larga scala e' dominante in tutte le stagioni delle due annualita'. Questa sorgente ha contributi piu' elevati nella stagione calda, quando raggiunge percentuali in peso superiori al 75% del PM2.5 in tutte e due le stagionalita'. Il peso percentuale medio annuo di questa sorgente e' risultato essere il 77.4% della massa del PM2.5 nel 2010/11 e il 66.3% per l'annualita' successiva.
2. Sorgenti Antropiche dalla Piana Fiorentina. Con questo termine si indicano i trasporti di particolato atmosferico originato dalle attivita' svolta principalmente nell'area metropolitana della Piana Fiorentina, che include i centri abitati di Firenze (e Comuni limitrofi), Prato e Pistoia. Tale aerosol e' trasportato al sito di Monte Morello attraverso processi di trasporto orizzontali e verticali a piccola-media scala (topo-scala). Questa sorgente presenta contributi rilevanti soprattutto nell'annualita' 2011/12, a causa della piu' vigorosa circolazione verticale, anche nei mesi invernali. Il contributo medio annuo di questa sorgente e' stato dell'11.1% nel 2010/11 e del 18.8% nel 2011/12.
3. Crostale (essenzialmente di origine naturale). Il contributo di questa sorgente e' stato quantificato nel 10.2% per il 2010/11 e nel 16.7% per il 2011/12. Tale differenza e' giustificata dalla minore piovosita' nei mesi estivi dell'annualita' 2011/12.
4. Spray Marino. Questo contributo e' stato minimale, in quanto lo spray marino e' prevalentemente distribuito nella frazione "coarse" (2.5-10 µm). La sua percentuale rispetto alla massa del PM2.5 e' stata di poco superiore all'1% in ambedue le annualita'.



6. AZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

6.1. Premesse

In accordo alle finalità del presente Piano, di cui al paragrafo 1.1, si riportano di seguito i provvedimenti urgenti per ridurre il rischio di superamento dei limiti normativi degli inquinanti atmosferici e le azioni ed interventi strutturali volte a ridurre a scala locale le emissioni di sostanze inquinanti correlate alle attività antropiche.

6.2. Provvedimenti urgenti

Al fine di ridurre il rischio di eccedere i 35 superamenti ammessi nell'arco di un anno solare, il Sindaco, quale autorità competente alla gestione delle situazioni a rischio di superamento, ai sensi dell'art. 3, comma 4 della L.R. n. 9/2010, deve attivare interventi che limitino le emissioni in atmosfera degli inquinanti che contribuiscono all'insorgenza del rischio di superamento nel proprio territorio comunale.

Nelle more dell'approvazione del presente Piano di Azione Comunale, le Giunte dei Comuni dell'Agglomerato di Firenze, con proprie deliberazioni, hanno approvato i provvedimenti urgenti per la lotta all'inquinamento atmosferico causato dalle polveri sottili:

- Comune di Bagno a Ripoli – D.G.C. n. 5 del 10/02/2011;
- Comune Calenzano – D.G.C. n. 24 del 10/02/2011;
- Comune di Campi Bisenzio – D.G.C. n. 15 del 10/02/2011;
- Comune di Lastra a Signa – D.G.C. n. 19 del 13/03/2012;
- Comune di Scandicci – D.G.C. n. 210 del 29/11/2011;
- Comune di Sesto Fiorentino – D.G.C. n. 21 del 08/02/2011;
- Comune di Signa – D.G.C. n. 24 del 14/02/2011.

La definizione di tali provvedimenti è stata coordinata dalla Provincia di Firenze ed è stata condivisa da tutti i Comuni dell'Agglomerato di Firenze.

Le Giunte Comunali hanno deliberato:

1. di approvare le seguenti modalità di attuazione dei provvedimenti urgenti per la lotta all'inquinamento atmosferico causato dalle polveri sottili (PM₁₀):
 - in caso di superamento del valore limite di 50 µg/m³ di PM₁₀, Arpat ne dà comunicazione giornaliera al Comune tramite fax e posta elettronica entro le ore 10 del primo giorno fiale successivo a quello di superamento;
 - il Sindaco attiva i provvedimenti urgenti stabiliti, a partire dalle ore 8.30 del giorno successivo all'emissione di apposita ordinanza;
 - i provvedimenti per limitare l'emissione del particolato atmosferico PM₁₀, contenuti in tale ordinanza, sono suddivisi in tre moduli ad impatto progressivo e durata predeterminata; la loro messa in atto avviene secondo lo schema di seguito riportato:



- dalle ore 8,30 del giorno successivo all'emissione dell'ordinanza sono messi in atto i provvedimenti contenuti nel 1° e 2° modulo, fino al 31 dicembre dell'anno di emissione dell'atto stesso, per tutto il periodo di funzionamento degli impianti termici, con riferimento alle zone climatiche di cui all'allegato A del D.P.R. n. 412/1993, fatte salve le deroghe previste dall'art. 10 dello stesso Decreto;
- dalle ore 8,30 del giorno successivo all'emissione dell'ordinanza sono messi in atto i provvedimenti contenuti nel 3° modulo, per una durata di 4 (quattro) giorni naturali consecutivi, fino alle ore 8.30 del quinto giorno successivo all'emissione dell'ordinanza stessa, fatte salve eventuali proroghe, così come descritte nel seguente paragrafo.

2. di approvare i seguenti provvedimenti contingibili per la lotta all'inquinamento atmosferico causato dalle polveri sottili (PM₁₀):

2.1. Primo modulo

I provvedimenti del primo modulo sono attuati indipendentemente dal numero di superamenti del limite di concentrazione del PM₁₀ di 50 µg/m³, e sono costituiti da:

- a) divieto, su tutto il territorio comunale, di accensione di fuochi liberi a cielo aperto per la combustione di qualunque materiale di origine vegetale, quali, ad esempio, gli scarti vegetali a seguito di potature o sfalci;
- b) invito all'uso di mezzi pubblici per gli spostamenti nei Comuni dell'Agglomerato di Firenze, così come definito nell'allegato 1 alla D.G.R.T. n. 22/2011;

2.2. Secondo modulo

I provvedimenti del secondo modulo sono attuati a seguito del 15° superamento del limite di concentrazione del PM₁₀ di 50 µg/m³, e sono costituiti da:

- a) divieto, in ambito domestico, di accensione di caminetti, stufe, termocamini o termostufe alimentati a legna, carbone o pellet, qualora non rappresentino il principale sistema di riscaldamento;
- b) riduzione del periodo giornaliero di funzionamento degli impianti di riscaldamento, che potranno rimanere in funzione al massimo per 8 (otto) ore giornaliere. Sono esclusi gli impianti installati negli edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura assimilabili, ivi compresi edifici adibiti a ricovero o cura di minori o anziani, scuole e asili;
- c) riduzione della temperatura impostata negli impianti di riscaldamento: max 17° per gli edifici rientranti nella categoria E.8 (Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili) di cui al D.P.R. n. 412/1993, e max 18° per gli edifici non rientranti nella categoria E.8 dello stesso decreto. Sono esclusi gli impianti installati negli edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura assimilabili, ivi compresi edifici adibiti a ricovero o cura di minori o anziani, scuole e asili;
- d) divieto di circolazione dalle ore 08,30 alle ore 12,30 e dalle ore 14,30 alle ore 18,30, nella porzione di territorio individuata nell'allegata planimetria. Restano esclusi dalla limitazione i parcheggi attestati lungo il perimetro viario sopra definito.

Le limitazioni di cui sopra sono valide per le seguenti categorie di veicoli:

- Ciclomotori a 2 tempi a 2, 3 ruote;
- Motocicli a 2 tempi;
- Veicoli a motore destinati al trasporto persone
 - Veicoli con alimentazione a benzina Euro 1 identificati dal Codice della Strada all'articolo 47, comma 2, lettera b), categoria M1, non conformi alla direttiva 91/542CE punto 6.2.1. B o normative successive;
 - Veicoli con alimentazione a diesel Euro 2 ed Euro 3 identificati dal Codice della Strada all'articolo 47, comma 2, lettera b) del Codice della Strada, categoria M1, non conformi alla direttiva 98/69 B CE o normative successive.
- Veicoli a motore destinati al trasporto merci
 - Veicoli con alimentazione diesel Euro 1 per il trasporto merci identificati dal Codice della Strada all'articolo 47, comma 2, lettera c), categorie N1, N2 ed N3 non conformi alla direttiva 91/542/CE .6.2.1 o normative successive;



Sono esonerati dai divieti del precedente punto 3.2.d) gli edifici in zone non metanizzate e gli edifici nei quali i caminetti, stufe, termocamini o termostufe sono dotati di filtri antiparticolato;

2.3. Terzo modulo:

I provvedimenti del terzo modulo sono attuati differentemente, in base al numero di superamenti del limite di concentrazione del PM₁₀ di 50 µg/m³, come di seguito rappresentato:

- dopo la comunicazione di avvenuto superamento per il terzo giorno naturale consecutivo, se tale comunicazione avviene tra il 15° ed il 35° superamento del limite giornaliero di 50 µg/m³;
- dopo la comunicazione di ogni superamento, se tale comunicazione avviene dopo il 35° superamento del limite giornaliero di 50 µg/m³;

I provvedimenti del terzo modulo, che hanno durata di 4 (quattro) giorni, saranno prorogati di ulteriori 4 (quattro) giorni qualora il quarto giorno dall'emanazione dell'ordinanza del Sindaco sia comunicato l'avvenuto superamento del limite di concentrazione del PM₁₀ di 50 µg/m³. Tale principio sarà applicato anche al quarto giorno delle eventuali proroghe.

I provvedimenti del terzo modulo sono costituiti da:

- a) divieto di circolazione nel centro abitato dalle ore 08,30 alle ore 12,30 e dalle ore 14,30 alle ore 18,30.

Le limitazioni di cui sopra sono valide per le seguenti categorie di veicoli:

- Ciclomotori a 2 tempi a 2, 3 ruote;
- Motocicli a 2 tempi;
- Veicoli a motore destinati al trasporto persone
 - Veicoli con alimentazione a benzina Euro 1 identificati dal Codice della Strada all'articolo 47, comma 2, lettera b), categoria M1, non conformi alla direttiva 91/542CE punto 6.2.1. B o normative successive;
 - Veicoli con alimentazione a diesel Euro 2 ed Euro 3 identificati dal Codice della Strada all'articolo 47, comma 2, lettera b) del Codice della Strada, categoria M1, non conformi alla direttiva 98/69 B CE o normative successive.
- Veicoli a motore destinati al trasporto merci
 - Veicoli con alimentazione diesel Euro 1 per il trasporto merci identificati dal Codice della Strada all'articolo 47, comma 2, lettera c), categorie N1, N2 ed N3 non conformi alla direttiva 91/542/CE .6.2.1 o normative successive;

Sono esonerati dai divieti di circolazione di cui ai precedenti punti 3.2.d) e 3.3.a), i seguenti veicoli:

- autovetture con almeno tre persone a bordo che si stiano recando presso la medesima destinazione (car pooling);
- veicoli a metano o GPL o bifuel (benzina-metano, benzina-gpl) che nell'ambito del percorso urbano impiegano esclusivamente l'alimentazione a gas;
- veicoli della Polizia di Stato, della Polizia Municipale, delle FF.AA. dei Vigili del Fuoco e della Protezione Civile e delle Pubbliche Amministrazioni, solo se in servizio di istituto;
- veicoli per soccorso e assistenza sanitaria, limitatamente per i servizi essenziali e urgenti e veicoli della Guardia Medica;
- veicoli adibiti all'igiene urbana, compresi i servizi di raccolta e allontanamento dei rifiuti nonché i servizi di spazzamento stradale;
- veicoli al servizio delle persone invalide munite del contrassegno previsto dal Codice della strada;
- veicoli utilizzati per trasporto di persone che si rechino presso le strutture sanitarie per sottoporsi a visite mediche, terapie ed analisi programmate in possesso di relativa certificazione medica o per esigenze sanitarie urgenti previa autocertificazione;
- veicoli al seguito di cerimonie con esposizione di autocertificazione in cui si dichiarino il percorso ed i motivi per cui avviene la circolazione;



- veicoli in servizio pubblico, appartenenti ad Aziende che effettuano interventi urgenti e di manutenzioni sui servizi essenziali (esempio gas, acqua, energia elettrica, telefonia);
- veicoli attrezzati per il pronto intervento relativo agli impianti elettrici, idraulici, termici e tecnologici, i cui conducenti devono essere in possesso di autocertificazione (in carta libera) indicante gli estremi del veicolo, l'orario, l'indicazione del luogo di partenza e di destinazione ed il motivo dell'intervento;
- veicoli che debbono presentarsi alla revisione già programmata (con documento dell'ufficio della Motorizzazione Civile o dei centri revisione autorizzati) limitatamente al percorso strettamente necessario;
- veicoli storici nell'ambito di manifestazioni, purché in possesso dell'Attestato di storicità o del Certificato di Identità/Omologazione, rilasciato a seguito di iscrizione negli appositi registri storici. Il documento dovrà essere tenuto a bordo del mezzo ed esibito a richiesta delle autorità preposte al controllo;
- veicoli del servizio di car sharing;

2.4. domeniche ecologiche

Per limitare ulteriormente le emissioni di polveri sottili (PM₁₀) in atmosfera, il Sindaco provvederà a indire "Domeniche ecologiche", realizzate tramite limitazioni e/o divieti al traffico veicolare in porzioni del centro abitato, sulla base di un calendario ed orari da definirsi.

6.3. Azioni ed interventi strutturali

Le azioni proposte nel presente Piano sono state definite in modo coordinato tra le Amministrazioni dei Comuni coinvolti nella redazione del presente PAC.

Le azioni sono suddivise in "Macrosettori" di appartenenza, che individuano specifici campi di intervento:

- Macrosettore "**M**" = Mobilità;
- Macrosettore "**S**" = Sorgenti civili/terziario/pubblico/industriali;
- Macrosettore "**V**" = Strumenti di monitoraggio/valutazione/ricerca/comunicazione.

Ogni macrosettore è a sua volta scomposto in Assi di intervento, che consentono un più dettagliato inquadramento della tipologia di azione.

Per il Macrosettore M sono individuati gli assi:

- M1 – trasporto pubblico sostenibile;
- M2 – sviluppo mobilità ciclabile;
- M3 – trasporto privato;
- M4 – controllo circolazione;
- M5 – interventi sulla viabilità;

Per il Macrosettore S sono distinti gli assi:

- S1 – uso razionale dell'energia;



- S2 – uso fonti energetiche rinnovabili;

Per il Macrosettore V si individuano gli assi:

- V1 – sviluppo degli strumenti di monitoraggio/valutazione;
- V2 – Ricerca/sperimentazione;
- V3 – strumenti di informazione e comunicazione ai cittadini;

A ciascun progetto viene dedicata una specifica scheda progettuale, contenente:

- il Macrosettore e l'Asse di riferimento;
- la denominazione del progetto, i suoi obiettivi e la descrizione sintetica dell'azione/misura/intervento;
- l'area interessata dal progetto (si evidenzia a tale riguardo che alcuni progetti si configurano quali "Progetti di Area", e come tali coinvolgono più comuni dell'Agglomerato di Firenze);
- lo stato della progettazione;
- la previsione dei tempi di realizzazione/conclusione;
- la previsione di spesa (laddove sia quantificabile);
- i soggetti coinvolti nell'attuazione del progetto;
- la coerenza dell'azione/intervento con gli strumenti di pianificazione;
- la previsione degli effetti ambientali e il metodo previsto per la valutazione del/degli obiettivi prefissati (es. confronto tra gli scenari);
- le eventuali iniziative di promozione e/o valorizzazione del progetto;
- l'interazione eventuale con altri progetti del PAC;
- l'Ufficio referente.

Le azioni sono inoltre differenziate nei seguenti due raggruppamenti:

- spese correnti;
- investimenti;

Nelle prime sono racchiuse le azioni relative a servizi legati a iniziative a carattere temporaneo, che sia l'evento singolo (ad esempio la "domenica ecologica") o che si sviluppi nel corso dell'anno (ad esempio il servizio Pedibus). Sono inoltre ricomprese tutte le azioni che prevedono forme di incentivazione economica volte alla riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera (ad esempio incentivi per l'acquisto di mezzi ecologici, per l'utilizzo dei mezzi di trasporto pubblico o riduzione dei consumi per la climatizzazione domestica).



Nei secondi sono compresi gli interventi strutturali che in modo diretto o indiretto riducono l'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera (ad esempio rotonde stradali, servizi di bike sharing o colonnine per la ricarica di veicoli elettrici).

6.4. Schede delle azioni

Nelle pagine seguenti sono riportate le schede delle singole azioni, utilizzando gli appositi moduli predisposti dagli uffici tecnici della Regione Toscana, che descrivono ogni singola attività o progetto, dettagliando precedentemente elencati.

I Comuni coinvolti nella redazione del presente PAC hanno inserito due tipologie di progetti comuni:

1) progetti unitari

sono progetti da realizzare in maniera unitaria attraverso un Protocollo d'Intesa, nel quale si stabiliscono modalità di realizzazione, livello di partecipazione e competenza di ciascun Comune e ripartizione dei costi;

2) progetti coordinati

sono progetti da realizzare singolarmente in maniera coordinata nel territorio di ogni Comune.

Al momento sono esclusi dal coordinamento gli interventi strutturali per la mobilità pedonale e ciclabile, per la fluidificazione del traffico, per il risparmio energetico riferiti ad aree comprese all'interno del territorio di ciascun Comune, mentre gli interventi con valenza territoriale sono anch'essi coordinati o realizzati in maniera unitaria attraverso gli strumenti previsti dalla legislazione vigente.