

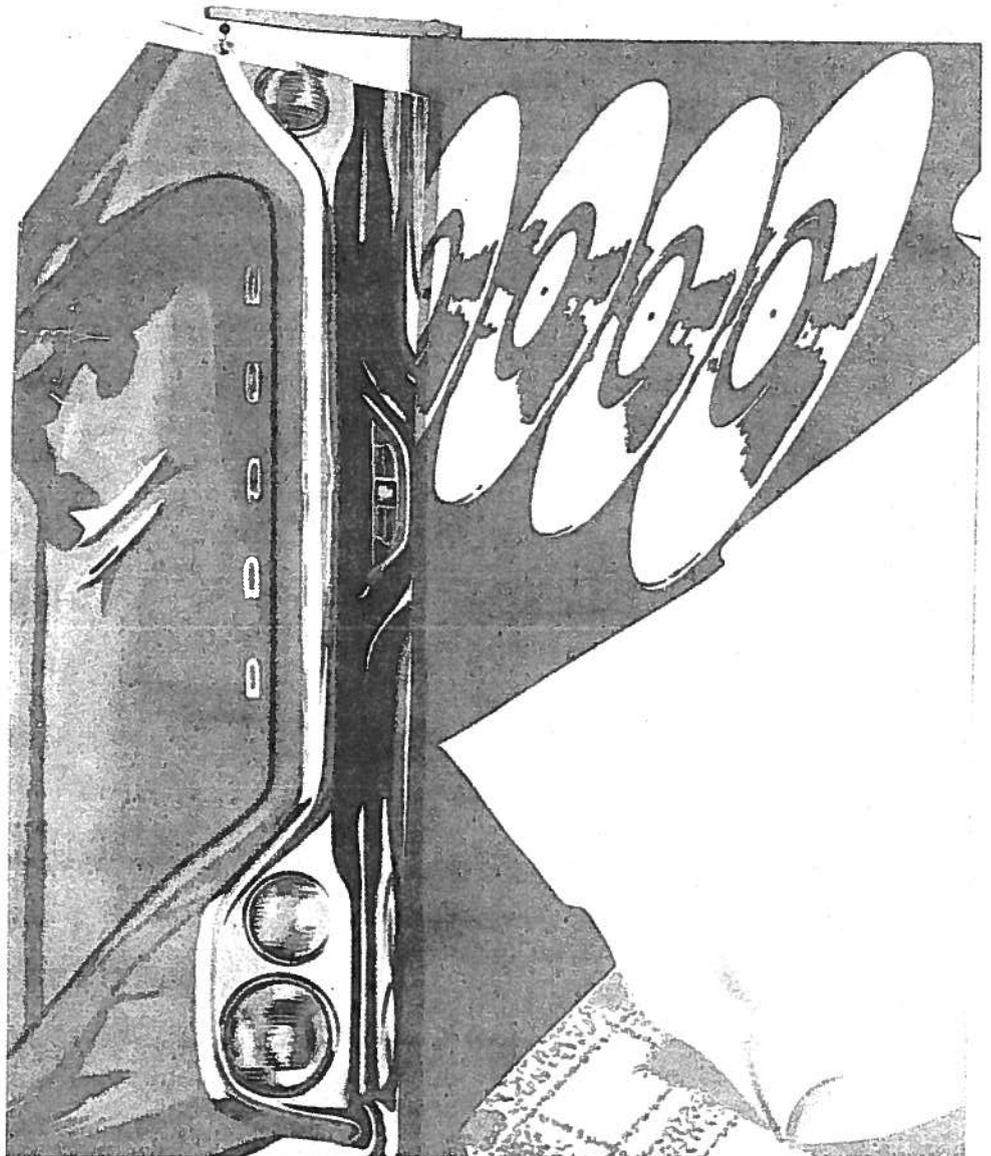
ARPAT

**Agenzia regionale
per la protezione
ambientale
della Toscana**

Direzione generale

Dipartimento Provinciale
di Firenze

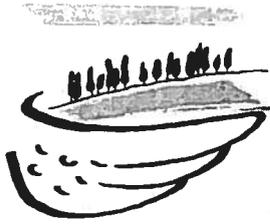
Mobilità urbana e impatto ambientale: le politiche di risanamento e protezione del Comune di Firenze e il ruolo di ARPAT



SCANA

3

AT



ARPAT

*Agenzia
Regionale per la
Protezione
Ambientale della
Toscana*



Comune di Firenze

**Mobilità urbana e impatto ambientale:
le politiche di risanamento e protezione del
Comune di Firenze ed il ruolo di ARPAT**

I a



Mobilità urbana e impatto ambientale: le politiche di risanamento e protezione del Comune di Firenze ed il ruolo di ARPAT

La presente pubblicazione è stata predisposta e diffusa in occasione della Convenzione delle città europee "ALTER - Alternative Traffic in Towns", svoltasi a Firenze il 23 e 24 ottobre 1998. Viene ristampata da ARPAT-CEDIF per il suo interesse generale.

Hanno collaborato alla realizzazione della presente pubblicazione:

per gli aspetti normativi: Gianna Tonelli (consulente ARPAT);
per i contributi sull'inquinamento atmosferico: Antongiulio Barbaro, Gioia Bini e Daniele Grechi (ARPAT); Marco Bazzani, Matteo Bruni, Franco Giovannini, Elisabetta Marini e Paolo Nannini (consulenti ARPAT); Costanza Cucci (collaboratore ARPAT);
per i contributi sull'inquinamento acustico: Cesare Fagotti e Andrea Poggi (ARPAT);
per il coordinamento redazionale: Piero Battini (Responsabile del Dipartimento Provinciale ARPAT di Firenze);

coordinamento editoriale: Pietro Bertoli (Settore tecnico CEDIF)
redazione: Francesca Baldi (Settore tecnico CEDIF)
traduzione: LEXIS Firenze

Firenze, aprile 1999



SOMMARIO

Presentazione	
Amos Cecchi, Assessore alla Mobilità del Comune di Firenze	1
Introduzione	
Alessandro Lippi, Direttore Generale dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT)	5
Dai controlli al supporto delle politiche di protezione ambientale del governo locale: il ruolo dell'ARPAT	7
L'istituzione dell'ARPAT nel quadro della riforma sui controlli ambientali	7
Le prospettive nei settori della prevenzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico	9
Inquinamento atmosferico	13
Il monitoraggio della qualità dell'aria: risultati e indicazioni per le politiche di risanamento	13
La gestione degli episodi acuti	17
Le campagne di controllo delle emissioni autoveicolari	20
Le indagini comparative sulle emissioni dai veicoli a motore	21
La qualità delle benzine	23
Inquinamento acustico	25
Il monitoraggio del rumore da traffico: risultati e indicazioni per le politiche di risanamento	25
L'insonorizzazione della flotta bus dell'ATAF	26
Gli asfalti fonoassorbenti	28
Bibliografia	61



Presentazione

Fin dall'inizio del suo mandato, la Giunta guidata dal Sindaco Primicerio ha affrontato il problema dell'inquinamento atmosferico ed acustico, partendo dall'esigenza di una conoscenza analitica del fenomeno: come guida per definire le strategie di intervento, e condizione per verificare e misurare l'efficacia delle azioni adottate.

E' stata quindi attivata una più intensa ed organica interazione tra gli assessorati competenti per la Mobilità e per l'Ambiente, con il coinvolgimento di numerosi settori del Comune e di ARPAT che ha messo a disposizione le sue alte professionalità su monitoraggio, interpretazione, modellizzazione dei fattori ambientali.

Il lavoro di collaborazione, scientifico e organizzativo, tuttora in corso, ha prodotto significativi sviluppi nella comprensione del fenomeno, fornendo importanti elementi di orientamento per i provvedimenti, di emergenza ed organici, adottati ed in fase di programmazione da parte dell'Amministrazione, per ridurre l'inquinamento, a cominciare da quello dovuto al traffico.

La conoscenza prodottasi fin dall'inizio è stata programmaticamente socializzata, annunciando ogni campagna di indagine ed illustrandone pubblicamente le acquisizioni, senza alcun filtro verso la cittadinanza.

In questo spirito, i dati sui livelli di inquinamento rilevati in continuo dal sistema fisso di stazioni di monitoraggio vengono resi disponibili automaticamente ed in tempo reale su Internet, mentre opportune sintesi sono rese disponibili con continuità, sui pannelli installati nelle direttrici di accesso alla città e tramite comunicati pubblici.

Dello specifico lavoro di ARPAT e dei principali risultati si dà sintetico resoconto nella pubblicazione che presentiamo in occasione della convenzione delle città europee (Alternative Traffic in Towns) del 23-24 ottobre. Essi fondano le basi di una complessiva strategia di intervento sulla mobilità e l'inquinamento da traffico della città di Firenze, i cui capisaldi qui accenniamo e di cui l'adesione alla dichiarazione di Alter Europe e il progetto per la tutela ambientale del centro storico costituiscono momenti particolarmente significativi.

Come è noto, Alter Europe punta in due direzioni: per un verso, ad organizzare e programmare una domanda di veicoli a trazione alternativa, da parte delle città d'Europa, che raggiunga la massa critica per orientare l'offerta allo stadio della produzione di massa a prezzi sostenibili; per l'altro, a impegnare le città europee a definire aree urbane in cui la circolazione sia limitata ai veicoli non inquinanti.

E' in questo contesto che l'Amministrazione, come propria scelta e come impulso generale, sta lavorando al progetto Mobilità alternativa per il centro storico 2001, con cui, insieme a quel che la nostra città ha fin qui realizzato per la tutela dell'ambiente, intendiamo presentarci all'appuntamento europeo.

L'obiettivo è di far sì che, entro il 2001, il centro storico di Firenze, tutta l'area interna alla cerchia dei viali, ora regolata come zona a traffico limitato (ztl), sede di un patrimonio



ineguagliabile di beni culturali e di una vita culturale, economica e sociale che vogliamo mantenere e sviluppare, diventi un'area urbana a mobilità non inquinante.

Per l'importanza strategica dell'area urbana centrale, ciò inciderà positivamente sulla tutela dell'ambiente dell'insieme della città e dell'area fiorentina.

Ovviamente, l'ideazione qui presentata a grandi tratti, si compone di più parti, con specifiche fasi d'attuazione e comporta oltre alla scelta del governo cittadino un ruolo attivo e importante dei soggetti civili, economici, sociali della nostra città.

Il progetto, prima di tutto, si basa sull'organizzazione dello spazio urbano per incrementare la pedonalità e l'uso della bici (l'accessibilità in bici fin nelle aree pedonali centrali, e servizi pubblici di distribuzione di bici, nel centro storico, costituiscono la base essenziale di una città ciclabile) e sul valore strategico del trasporto pubblico di massa, ambientalmente sostenibile, che per il centro storico significa tramvia, passante al suo interno, bus elettrici, bus a metano.

Al tempo stesso, programma obiettivi e iniziative specifici.

Per il trasporto merci, che, con la miriade di autocarri diesel, costituisce la fonte primaria di inquinamento da ossidi di azoto (NOx), l'indicazione è quella di una nuova organizzazione del sistema di rifornimento degli esercizi e di recapito degli acquisti, equipaggiato con mezzi a gas naturale all'interno della ztl e mezzi elettrici nell'area pedonale. Metano ed elettricità è anche la risposta per i mezzi da lavoro.

Per le autovetture dei residenti, si tratta di puntare alla loro trasformazione a gas naturale o gpl, o alla loro sostituzione con nuovi mezzi bi-fuel o elettrici. Un ruolo importante, anche a beneficio dell'economia nell'uso dello spazio urbano, può esser svolto dal car-sharing e dal car-pooling, anch'essi organizzati per quanto possibile con veicoli a trazione alternativa.

Per le flotte pubbliche (istituzioni, servizi pubblici, taxi: individuali o collettivi), l'indirizzo, anche qui, non può che essere metano/gpl o elettricità.

Per gli scooter e le moto, è decisivo incrementare la quota ad elettricità (cui si dà una chance in più - per una fase, anche nell'area pedonale - per avvicinarsi alla destinazione) e anticipare significativamente - rispetto alla multidirettiva europea - il passaggio a mezzi assai meno inquinanti (catalitici/iniezione elettronica), come condizione per poter circolare nella ztl.

Obiettivi simili che hanno a base nuove regole di interdizione della circolazione per i mezzi inquinanti e nuove chances di mobilità alternativa - tramvia, bus elettrici e a metano, servizi di distribuzione (gratuita) di bici - necessitano anche di esser accompagnati da interventi di supporto organizzativo (quali, nel caso del metano, nuovi impianti di distribuzione) e da programmi di incentivazione ad hoc: l'esempio dell'iniziativa del Comune di Firenze per incrementare i veicoli elettrici è un chiaro punto di riferimento e può esser sviluppato, su più piani (metano, car-sharing, organizzazione del trasporto merci), con contributi statali, europei e anche comunali (o delle aziende del gas naturale).

E' una sfida. Non semplice. Ma, senza dubbio, necessaria.

Lo scopo di questa sobria pubblicazione è, oltre a quello di comunicare i risultati principali di un lavoro che riteniamo possa interessare altri operatori ed altre città, anche quello



di affermare la necessità, nella lotta all'inquinamento, di mobilitare, in modo coordinato, tutte le competenze specialistiche di cui disponiamo. Vogliamo anche sottolineare, come ulteriore fondamentale obiettivo a cui tendiamo, la sensibilizzazione e la graduale responsabilizzazione della generalità dei cittadini, senza la quale il carico del problema non può essere sostenuto pur dal più illuminato dei governi e dalle migliori tecnologie ambientali.

Amos Cecchi

Assessore alla mobilità del Comune di Firenze

Firenze, 23 ottobre 1998



Introduzione

Nella presentazione dell'Assessore Amos Cecchi si dà ampio riconoscimento al Dipartimento Provinciale di Firenze dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana (ARPAT) dell'impegno giornaliero nel fornire in tempo reale lo stato di inquinamento atmosferico della città e nell'elaborazione a 24/48 ore delle previsioni di evoluzione sulla base dei dati meteorologici.

Si dà anche atto del contributo tecnico-scientifico di ARPAT a supporto delle scelte contingenti e di quelle programmatiche e strutturali.

Questo rapporto iniziato nei primi anni '90 con il Servizio multizonale di prevenzione (SMPA) si è esteso e consolidato nel tempo con ARPAT dal 1996.

Ritengo anch'io opportuno sottolineare la grande responsabilità nello svolgimento di questa attività giornaliera di ARPAT impegnata ad assicurare l'affidabilità dei dati che giornalmente vengono forniti al Comune di Firenze, dati su cui sono basati i provvedimenti di limitazione del traffico veicolare che il Sindaco assume con proprie tempestive ordinanze.

Per quanto riguarda il rumore, si dà atto che con il lavoro continuo dell'SMPA e di ARPAT il Comune oggi può disporre, forse unica città metropolitana del nostro Paese, di una situazione di dettaglio estesa a 10 anni di rilevamenti circa l'inquinamento acustico oltre che di una elaborazione modellistica interpretativa del fenomeno.

Anche sotto il profilo di provvedimenti strutturali, il Dipartimento di Firenze, con il supporto del Comune e con il contributo dell'Azienda dei Trasporti ATAF, dell'Università e dell'Automobil Club di Firenze ha prodotto studi e dato indicazioni per la realizzazione di soluzioni per la verifica delle emissioni autoveicolari.

L'Agenzia è stata sempre impegnata e lo sarà nel prossimo futuro per assicurare, nel rispetto delle nuove normative comunitarie e nazionali, lo sviluppo di questa proficua collaborazione con il Comune al fine di garantire a Firenze, patrimonio culturale universale, una qualità della vita sempre migliore.

Alessandro Lippi
Direttore generale ARPAT

Firenze, 23 ottobre 1998



Dai controlli al supporto delle politiche di protezione ambientale del governo locale: il ruolo di ARPAT

L'istituzione di ARPAT nel quadro della riforma sui controlli ambientali

Con la crescita della centralità delle tematiche ambientali nell'ambito delle politiche pubbliche, nella maggior parte dei paesi industrializzati sono state create strutture tecniche specializzate di supporto alle varie funzioni di governo dell'ambiente: pur nelle diversità strutturali e funzionali, gli organismi istituiti si collocano all'esterno delle strutture tradizionali dell'amministrazione pubblica e se ne distinguono per la particolare flessibilità organizzativa e la maggiore efficacia d'azione.

L'istituzione dell'Agenzia europea per l'ambiente (AEA), risalente al 1990, è espressione di tale tendenza. Il suo ruolo fondamentale è quello di fornire alla Comunità ed agli Stati membri, informazioni oggettive, attendibili e comparabili a livello europeo, che consentano di adottare le misure necessarie per la protezione dell'ambiente, di valutarne l'attuazione e di garantire una efficace informazione del pubblico sullo stato dell'ambiente. Tali obiettivi sono perseguiti dall'AEA mediante la creazione ed il coordinamento di una rete europea di informazione e di osservazione ambientale, in collaborazione con gli Stati Membri.

La recente istituzione dell'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA) introdotta dalla Legge 21 gennaio 1994, n. 61, ha finalmente allineato l'ordinamento italiano alle tendenze manifestatesi nei paesi industrializzati, ed ha individuato a livello statale l'indispensabile referente per l'Agenzia europea per l'ambiente.

La Legge n. 61/94 è intervenuta a colmare la situazione di vuoto legislativo scaturito dalla consultazione referendaria del 1993 che aveva sottratto alle Unità sanitarie locali, ed in particolare ai Presidi multizonali di prevenzione (PMP), le competenze relative alla prevenzione e all'igiene ambientale. L'occasione è stata colta dal Parlamento italiano per introdurre una disciplina radicalmente innovatrice: oltre a ridisciplinare la materia dei controlli ambientali, mediante la riallocazione dei compiti tecnici e di laboratorio delle strutture sanitarie, la Legge n. 61/94 ha posto le basi normative di un vero e proprio riassetto istituzionale e funzionale nel campo della protezione ambientale.

Sul piano istituzionale, la riforma si sostanzia nella definizione di un sistema complesso di organismi (le agenzie) caratterizzato da una struttura nazionale (l'ANPA) e da tante strutture regionali (le ARPA) la cui concreta istituzione viene demandata ai singoli legislatori regionali, secondo una disciplina uniforme nei tratti essenziali. Si tratta, sia a livello centrale che periferico, di figure organizzative nuove che si caratterizzano per l'alto profilo di specializzazione tecnica, per l'autonomia e per la separatezza dagli organi di amministrazione attiva.

Sul piano funzionale, la riforma enuclea una serie di attività tecnico-scientifiche per la protezione dell'ambiente, di competenza delle agenzie, strumentali rispetto alle funzioni di



amministrazione attiva (statali e locali) il cui assetto sostanziale rimane, pertanto, immutato. La delimitazione di tale insieme di funzioni, ma soprattutto, l'ampiezza dei loro contenuti testimonia la decisiva svolta culturale che la riforma ha segnato: se tra le attività delle agenzie non possono mancare le tradizionali funzioni di "controllo ambientale" (tipiche dell'ottica del command and control), si evidenziano anche funzioni nuove, orientate alla logica della "prevenzione ambientale".

Nello spirito della riforma del '94 le agenzie dovranno divenire i principali attori nell'acquisizione delle conoscenze indispensabili per l'elaborazione e la revisione delle politiche pubbliche a tutela dell'ambiente: sono infatti l'ANPA, in ambito nazionale, e le ARPA, in ambito regionale, i soggetti che giocheranno un ruolo centrale nella raccolta e nella elaborazione di dati, nonché nella consulenza ed assistenza tecnico-scientifica ai vari livelli di governo, sempre più chiamati a valorizzare approcci preventivi ed integrati di tutela ambientale.

In conseguenza dell'istituzione di ANPA e del relativo ambito di competenze, la Legge n. 61/94 ha previsto la necessità di un riordino organizzativo dei vari organismi operanti in materia ambientale: accanto alle novità istituzionali e funzionali, la riforma ha posto, dunque, chiare esigenze di semplificazione e di razionalizzazione dell'azione amministrativa. Peraltro, l'attualità di tali esigenze si ripresenta oggi, con rinnovata pienezza, nelle previsioni della Legge 15 marzo 1997, n. 59 (Bassanini-uno) che, nell'ambito del riordino della Pubblica Amministrazione, rilancia l'obiettivo della eliminazione delle duplicazioni organizzative e funzionali, anche tra organi amministrativi ed organi tecnici.

La Legge regionale 18 aprile 1995, n. 66, istitutiva dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Toscana (ARPAT) dà atto delle importanti novità introdotte dalla Legge n. 61/94: sul piano funzionale, la legge specifica ed amplia i contenuti delle funzioni già individuate dal legislatore nazionale, dimostrando di coglierne ampiamente il mutamento culturale.

In primo luogo, sono demandate ad ARPAT quelle attività di controllo "tradizionali" sulle fonti di inquinamento, ereditate dai Servizi multizonali di prevenzione delle Aziende Unità sanitarie locali: si tratta di indagini preventive all'esercizio dei poteri di amministrazione attiva da parte di Regione ed Enti locali, della vigilanza e dei controlli ispettivi sul rispetto della normativa vigente e delle prescrizioni contenute nei provvedimenti autorizzatori, nonché, in generale, dei controlli sulle fonti ed i fattori causali delle varie forme di inquinamento.

L'eredità del settore sanitario non si limita peraltro agli aspetti funzionali, ma investe anche gli aspetti delle dotazioni: la costituzione dei Dipartimenti provinciali di ARPAT è, infatti, avvenuta mediante l'assegnazione delle risorse materiali ed umane dei PMP e dei Servizi delle Unità sanitarie locali adibiti alle attività di controllo ambientale. Ciò a garanzia che le vaste esperienze maturate in tali ambiti nel corso degli anni, non andassero perdute, ma anzi trovassero, nella nuova collocazione, una sede di valorizzazione e crescita.

Oltre al nucleo di funzioni di controllo tradizionali, la Legge regionale n. 66/95 riconosce ad ARPAT una serie di funzioni riconducibili ai seguenti macrosettori:

- raccolta, elaborazione e diffusione dei dati;



- consulenza, istruttoria e assistenza tecnico-scientifica agli enti titolari di funzioni amministrative;
- promozione della ricerca;
- promozione dell'educazione, della formazione e dell'aggiornamento professionale in campo ambientale.

Si tratta di funzioni innovative capaci di qualificare ARPAT non solo come mero ente strumentale deputato ai controlli, ma anche come soggetto idoneo a svolgere un rilevante ruolo di stimolo e di supporto alle decisioni ed alle politiche ambientali regionali e locali.

Le premesse giuridiche necessarie ad un consolidamento del ruolo dell'Agenzia in questo senso sono state poste dalla legge istitutiva, tuttavia, affinché le linee teoriche si traducano in effettività è indispensabile un vasto processo di implementazione mirato ad attivare proprio le funzioni più innovative. E' inoltre necessario che tale processo sia accompagnato da un riordino organizzativo che elimini le inutili e dannose duplicazioni e sovrapposizioni di funzioni tecniche.

Ad oggi sono già stati compiuti sforzi in queste direzioni: sia i programmi di attività di ARPAT e dei suoi Dipartimenti provinciali, che le relazioni concretamente intercorse con gli enti titolari delle funzioni di amministrazione attiva, ne danno testimonianza diretta.

In tal senso, possono essere letti i contributi di ARPAT alla definizione ed all'attuazione delle politiche del Comune di Firenze per la riduzione dell'impatto ambientale dovuto alla mobilità urbana, illustrati in questo lavoro. Essi costituiscono prova delle possibilità di costruttiva interazione tra decisori pubblici e Agenzia, soprattutto laddove la complessità delle problematiche affrontate, la necessità di adottare approcci preventivi e metodi di analisi integrata dei fattori inquinanti, rendono indispensabile la disponibilità di dati certi ed attendibili, ma soprattutto, di conoscenze tecnico-scientifiche per interpretarli e per proporre congrue strategie d'azione;

Accanto a tali segnali positivi, sarebbe tuttavia auspicabile l'attivazione di un parallelo processo di implementazione normativa finalizzato alla precisazione del ruolo di ARPAT nei singoli settori tematici di protezione ambientale ed alla relativa individuazione delle responsabilità pubbliche dell'Agenzia.

Le prospettive nei settori della prevenzione dell'inquinamento acustico ed atmosferico

Nel settore della prevenzione dell'inquinamento acustico, la Legge 26 ottobre 1995, n. 447 ha riconosciuto ampi poteri alle Regioni ed agli Enti locali ed ha individuato nel Comune il livello di governo titolare dei più rilevanti poteri amministrativi in materia.

In primo luogo, i Comuni sono tenuti a classificare il loro territorio in zone acustiche omogenee ai fini dell'applicazione dei valori di qualità e di attenzione fissati dalla normativa statale, nonché a coordinare tale classificazione con gli strumenti urbanistici.

Nell'opera di classificazione del territorio i Comuni sono tenuti a stabilire il divieto di



contatto diretto di aree quando i valori di qualità si discostano in misura superiore a 5 dB(A) di livello sonoro equivalente. Nel caso in cui nell'opera di classificazione di zone già urbanizzate, non sia possibile rispettare tale vincolo, ovvero nel caso di superamento dei valori di attenzione che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente, il Comune deve predisporre appositi piani di risanamento acustico assicurandone, in particolare, il coordinamento con i piani urbani del traffico (previsti dal Codice della strada per i Comuni con più di 30000 abitanti). I piani di risanamento costituiscono strumenti complessi per la fissazione di strategie dirette a risanare situazioni compromesse: il Comune è pertanto il livello di governo direttamente responsabile per la loro elaborazione e la loro attuazione.

Al Comune è, inoltre, demandato lo svolgimento di verifiche sul rispetto della normativa contro l'inquinamento acustico, all'atto del rilascio delle concessioni edilizie di impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative, delle relative licenze di abilitazione alla loro utilizzazione, nonché delle licenze o delle autorizzazioni all'esercizio di attività produttive.

Tra gli altri poteri comunali, si collocano, infine, il controllo sulle emissioni sonore prodotte dal traffico veicolare nonché generali poteri di controllo sull'attuazione della disciplina contro l'inquinamento acustico.

Il Comune è, dunque, chiamato a svolgere importanti e complesse funzioni che, negli altri settori di tutela ambientale, accedono normalmente a livelli di governo superiori (per esempio al livello regionale sono di solito riconosciute funzioni di pianificazione delle strategie di risanamento, mentre al livello provinciale sono usualmente demandate funzioni autorizzatorie). Nell'ottica della Legge n. 447/95, d'altronde, la valorizzazione del livello comunale risponde alla esigenza di considerare le questioni inerenti l'inquinamento acustico, in stretta connessione con gli aspetti urbanistici e del traffico veicolare.

Anche se l'esercizio di gran parte delle funzioni comunali dovrà ispirarsi ai criteri che le Regioni elaboreranno, non risulta sminuita l'importanza del ruolo dei Comuni: alla vastità delle loro competenze si sommano le indubbie complessità tecnico-scientifiche connesse con il fenomeno dell'inquinamento acustico, che rendono indispensabile l'intervento di conoscenze specialistiche, ben difficilmente reperibili negli organici comunali.

Considerando che i Comuni italiani sono più di 8000 e che le loro differenze dimensionali sono molto ampie, si prospetta il rischio che tali enti, nell'esercizio delle loro competenze, diano luogo a valutazioni ed a provvedimenti molto diversi da zona a zona, con pericolosi effetti distorsivi sulle attività economiche dei rispettivi territori. Di qui l'opportunità di individuare nelle ARPA gli enti strumentali che possono rispondere, in termini di controlli, di verifiche, ma soprattutto di consulenza e di supporto tecnico-scientifico, alle sfide poste ai Comuni.

Tale scelta è stata appena compiuta dalla legge regionale di attuazione della normativa quadro nazionale, approvata nel settembre '98 dal Consiglio regionale della Toscana: ARPAT, oltre a costituire l'ente strumentale per lo svolgimento delle funzioni di controllo di competenza dei Comuni, offrirà il suo supporto tecnico anche alle Province a cui compete la promozione di



campagne di misurazione del rumore e di monitoraggio complessivo dell'inquinamento acustico nel territorio provinciale. Ai Comuni è, inoltre, offerta la possibilità di avvalersi del supporto tecnico delle strutture provinciali di ARPAT, per la elaborazione dei principali strumenti di pianificazione di loro competenza (quali i "piani di classificazione" del territorio, "piani di risanamento", ma anche "piani di miglioramento acustico" quali specifici strumenti individuati dalla legge regionale per il perseguimento degli obiettivi di prevenzione). Si noti, infine, che l'Agenzia offrirà il proprio supporto alle Province per l'organizzazione di iniziative di formazione e aggiornamento professionale in materia di acustica ambientale.

Anche per il settore della protezione dall'inquinamento atmosferico sarebbe auspicabile l'attivazione di un parallelo processo di implementazione giuridica finalizzato alla precisazione del ruolo di ARPAT: i segnali che emergono anche dalla più recente produzione normativa, non appaiono tuttavia sufficientemente orientati in questa direzione.

Le leggi regionali che regolano la materia, sia sul fronte della disciplina generale (Legge regionale 5 maggio 1994, n. 33), sia su quello della disciplina degli episodi acuti di inquinamento (Legge regionale 24 agosto 1998, n. 63) ripropongono modelli organizzativi di "vecchia generazione".

La Legge regionale n. 33/94, anche successivamente alle recenti modifiche introdotte con la Legge regionale n. 63/98, prevede l'esistenza del CRIA (Comitato regionale contro l'inquinamento atmosferico) e dei CPIA (Comitati provinciali contro l'inquinamento atmosferico) quali "organi di consulenza" tecnica, rispettivamente, della Giunta regionale e delle Province. Tali comitati costituiscono un retaggio del passato: se la scelta del legislatore regionale di mantenere in vita tale modello organizzativo poteva, dunque, giustificarsi nel 1994 (risalendo l'istituzione di ARPAT al 1995), non ne appare opportuna la riproposizione operata dalle recenti modifiche alla Legge regionale n. 33/94 (introdotte con la Legge regionale n. 63/98).

Nella medesima ottica si pongono, peraltro, le previsioni della Legge regionale n. 63/98 in tema di disciplina degli episodi acuti di inquinamento atmosferico. La legge prevede la costituzione di un "organo tecnico consultivo" di cui l'autorità competente alla gestione degli episodi acuti si dovrebbe avvalere per la elaborazione dei provvedimenti preventivi o conseguenti alla insorgenza degli stati di attenzione e di allarme, nonché per la elaborazione del piano degli interventi operativi.

In entrambi i casi citati si delinea una sovrapposizione di ruoli tecnici di consulenza, in contrasto con le esigenze di semplificazione e razionalizzazione dell'azione amministrativa. Sarebbe forse stato più opportuno affidare tali ruoli ad ARPAT, sia in quanto ente a cui sono esplicitamente demandate attività di questo genere dalla relativa legge regionale istitutiva (anche con riferimento al settore dell'inquinamento atmosferico), ma soprattutto in quanto ente depositario di specifiche strumentazioni e competenze tecnico-scientifiche indispensabili all'esercizio di un effettivo ruolo di consulenza e assistenza ai vari livelli di governo.

Al di là di questi segnali normativi, sono tuttavia rilevanti gli spazi di attività in cui ARPAT potrebbe offrire sostegno alle politiche di prevenzione dell'inquinamento atmosferico della Regione e degli Enti locali.



Si pensi alla necessità di dare finalmente concretezza alla elaborazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, previsto dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 203/88 quale strumento essenziale di governo finalizzato sia alla fissazione di strategie di intervento riparatorio, sia alla fissazione di strategie di tutela preventiva mirata alla promozione di un miglioramento complessivo della qualità dell'aria (si ricordi come alla potestà pianificatoria della Regione, si colleghi, funzionalmente, la potestà di fissare valori limite di qualità dell'aria più restrittivi rispetto a quelli determinati a livello statale).

Ma si pensi anche alle prospettive che potranno emergere dal recepimento nell'ordinamento italiano della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria-ambiente, per cui la Legge comunitaria 1995-1997 ha già dato delega al Governo.

Altri spazi di attività si aprono con riferimento alle competenze in materia di impianti termici civili che sono state conferite alle Regioni ed agli Enti locali dal Decreto Legislativo n. 112/98, in conseguenza del processo di decentramento amministrativo.

Infine, rilevanti prospettive d'attività per ARPAT emergono dalle esigenze di una reale considerazione degli aspetti ambientali nella pianificazione urbana del traffico e nella pianificazione dei trasporti pubblici locali sia su scala regionale che locale. La necessità di tale considerazione, non solo è più volte sancita nei testi normativi nazionali e regionali, ma è condizione imprescindibile per la definizione di efficaci politiche integrate di lotta agli inquinamenti atmosferico ed acustico.

Si tratta di scenari in cui l'apporto tecnico-scientifico, sia per le funzioni di controllo, che per quelle di consulenza ed assistenza ai vari livelli di governo sarà indispensabile.

L'illustrazione dei contributi di ARPAT alla definizione ed all'attuazione delle politiche del Comune di Firenze per la riduzione dell'impatto ambientale della mobilità urbana, oggetto di questo lavoro, dà ampiamente atto delle potenzialità derivanti dalle sinergie tra apparati amministrativi e tecnico-specialistici, ma pone soprattutto in evidenza che i risultati positivamente raggiunti nella realtà fiorentina possono dirsi frutto dello spirito di "leale collaborazione" che ha caratterizzato i rapporti tra il Comune e l'Agenzia.

Ciò a riprova che al di là del dato normativo, resta indispensabile la volontà e la disponibilità dei decisori pubblici di sfruttare le potenzialità del sistema delle Agenzie per la protezione dell'ambiente.



Inquinamento atmosferico

Il monitoraggio della qualità dell'aria: risultati e indicazioni per le politiche di risanamento

ARPAT ha ereditato il patrimonio culturale e tecnico dei servizi preposti al monitoraggio della qualità dell'aria e dell'inquinamento atmosferico, in precedenza allocati nei Laboratori Provinciali di igiene e profilassi e poi nei Servizi multizonali di prevenzione delle Unità sanitarie locali.

Le esperienze in tale campo, iniziate intorno alla metà degli anni '70, hanno avuto un primo consistente sviluppo nella seconda metà degli anni '80 quando i servizi tecnici preposti hanno assunto il ruolo di gestori delle reti dedicate al monitoraggio di inquinanti ubiquitari quali polveri e biossido di zolfo, sia nelle aree urbane che nelle aree industriali. Contemporaneamente, attraverso stazioni mobili, acquisivano consistenza e continuità i rilevamenti in ambiti urbani rivolti agli inquinanti più specificamente originati dalle emissioni dei gas di scarico dei veicoli a motore, quali ossido di carbonio e ossidi di azoto.

Constatato che nella maggior parte dei casi la sorgente preponderante di inquinamento urbano è il traffico veicolare e che i parametri che frequentemente superavano gli standard di qualità dell'aria e le soglie di accettabilità fissate dalla normativa (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28/3/83 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 203/88) risultano proprio le sostanze emesse allo scarico dei veicoli a motore, nei primi anni '90 il legislatore ha emanato importanti norme che hanno dato impulso allo sviluppo di sistemi di monitoraggio più complessi e tecnologicamente più evoluti, sia sotto il profilo della gamma di inquinanti da determinare, della numerosità e della varietà dei siti urbani da monitorare sia sotto il profilo delle tecniche e delle modalità da adottare (Decreto del Ministro dell'Ambiente 20/5/91).

Dal 1992, l'area urbana di Firenze dispone di una rete di rilevamento dell'inquinamento atmosferico pienamente rispondente ai criteri e ai requisiti tecnici previsti dalla normativa. La rete, di proprietà dell'Amministrazione Provinciale e gestita da ARPAT, comprende 9 stazioni di monitoraggio nell'area fiorentina, oltre a due stazioni meteorologiche. Parallelamente alle misure svolte mediante la strumentazione automatica residente nelle stazioni della rete, sono state attivate procedure di campionamento e analisi di altri inquinanti mediante tecniche e apparecchiature non automatizzate o comunque non gestibili remotamente.

E' stata perciò acquisita una consistente ed omogenea banca dati costituita da serie storiche di valori di concentrazione ambientale per numerosi inquinanti: biossido di zolfo, polveri aerodisperse, ossido di carbonio, ossidi di azoto, ozono, idrocarburi, benzene e, sia pure in misura minore, benzo(a)pirene (idrocarburo policiclico aromatico più significativo sotto il profilo tossicologico).

L'analisi dei dati disponibili consente di esprimere alcune considerazioni sullo stato corrente della qualità dell'aria e sugli andamenti dei singoli inquinanti, così come rilevati a



Firenze negli ultimi 3-4 anni (Figura 1).

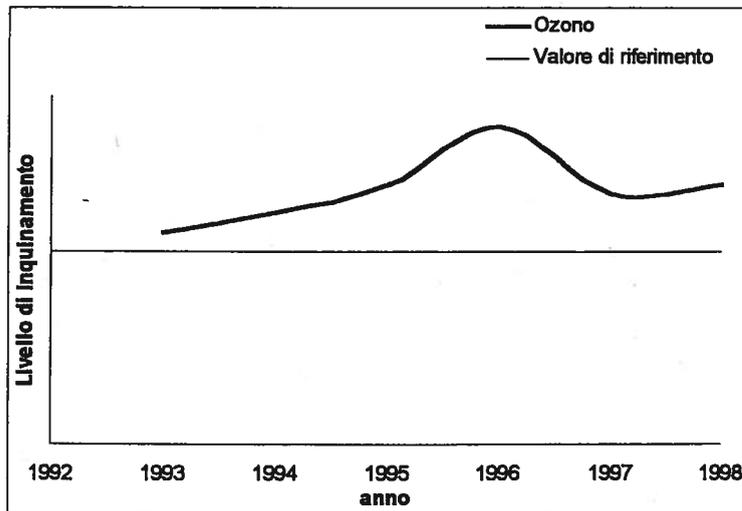
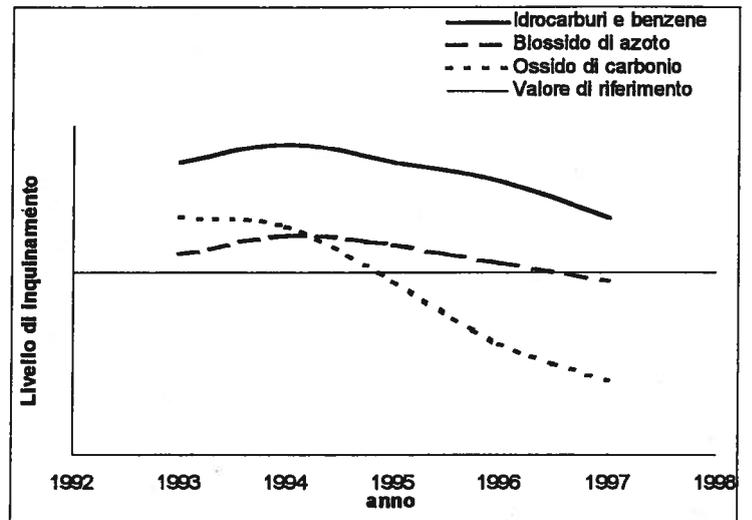
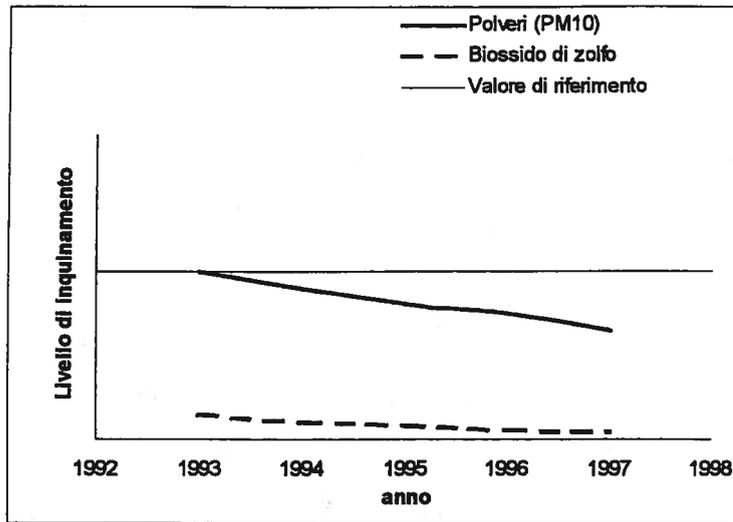


Figura 1: rappresentazione esemplificativa dell'andamento nel tempo dei livelli di inquinamento a Firenze per alcuni inquinanti (polveri e biossido di zolfo, in alto; idrocarburi e benzene, biossido di azoto, ossido di carbonio, al centro; ozono, in basso).



- **Biossido di zolfo (SO_2):** si osserva il generale decremento dei livelli ambientali, indotto dal miglioramento della qualità dei combustibili utilizzati nelle centrali termiche industriali e domestiche (riduzione del tenore di zolfo nel gasolio e negli oli combustibili) e dalla progressiva e rapida sostituzione dei combustibili liquidi e solidi con gas naturale (praticamente privo di zolfo). Questo andamento si innesta su una situazione già ampiamente e diffusamente entro i parametri di riferimento.
- **Polveri (PTS e PM_{10}):** si osserva un lento ma costante decremento dei livelli ambientali, indotto sia dall'uso di combustibili a più bassa viscosità o gassosi, sia dalla migliore tecnologia applicata agli impianti termici e ai motori dei veicoli. Apprezzabile è anche il contributo dato dallo sviluppo della depurazione dei fumi emessi dagli impianti industriali. Questo andamento si innesta su una situazione che, per quanto riguarda la frazione fine di polveri (granulometria inferiore a $10 \mu m$), è da considerarsi nella norma rispetto allo standard di qualità attuale ma superiore, sia pure di poco, rispetto al valore dello standard fissato come obiettivo dal 1999 in poi (Decreto del Ministro dell'Ambiente 25/11/94).
- **Ossido di carbonio (CO):** si osserva un rapido decremento dei livelli ambientali, indotto dal rinnovo del parco autoveicolare che comporta la progressiva sostituzione di veicoli obsoleti con veicoli dotati di motori tecnologicamente più efficienti e con emissioni, principalmente dei motori a benzina, ridotte grazie all'adozione del catalizzatore allo scarico. Apprezzabile anche il contributo offerto dalle campagne di messa a punto della carburazione, finalizzate al rispetto dei limiti stabiliti dalla Direttiva CE 92/55. Questo andamento ha determinato il raggiungimento di livelli ambientali inferiori rispetto dei limiti di accettabilità nella maggior parte dei siti urbani. Qualche superamento permane in situazioni di microscala, caratterizzate da condizioni di traffico particolarmente intenso e congestionato.
- **Ossidi di azoto (NO_x):** per quanto riguarda la specie chimica "monossido di azoto" (NO), inquinante primario emesso direttamente dalle sorgenti, la quota imputabile alle emissioni da veicoli a motore è in via di rapida diminuzione grazie all'adozione della marmitta catalitica sulle auto a benzina. Permane pressoché costante la quota emessa dai veicoli diesel e dagli impianti termici, salvo modeste ma significative riduzioni indotte dalla conversione a gas naturale di impianti alimentati con combustibili liquidi. L'effetto risultante è comunque quello di una riduzione, particolarmente nei siti ad alto traffico, ma con una progressione meno rapida rispetto a quanto rilevato per l'inquinante CO. Per quanto riguarda la specie chimica "biossido di azoto" (NO_2), inquinante secondario che si genera in atmosfera per trasformazione dell'NO, l'andamento è qualitativamente analogo a quello del precursore NO anche se con una progressione ancora inferiore a causa della mediazione spazio-temporale che necessariamente interviene nel processo di formazione. La normativa fissa limiti di accettabilità solo per l' NO_2 (Decreto del Presidente della Repubblica n. 203/88), avendo questo maggiore rilevanza sotto il profilo sanitario. Rispetto al valore di riferimento, la situazione attuale appare intorno al limite di accettabilità in prossimità dei nodi di traffico e nella norma nelle aree residenziali, anche se con valori medio-elevati.



- *Ozono (O₃)*: questo inquinante secondario, generato in atmosfera per azione della radiazione solare sulla miscela di inquinanti primari quali NO e idrocarburi reattivi, presenta un andamento in controtendenza rispetto agli altri di cui si è descritto la situazione. Nei periodi estivi e nelle ore di maggiore insolazione, la frequenza e l'intensità di episodi acuti di "smog fotochimico", rilevabili attraverso la misura di ozono anche se questa non è l'unica specie chimica prodotta, appaiono in aumento tanto che i limiti di accettabilità, fissati per le concentrazioni di ozono, risultano ampiamente superati. Le cause primarie di questa evidenza non sono chiare. L'ipotesi di lavoro, che attende conferme, è che si tratti di un effetto provocato dalla variazione del quadro emissivo a seguito dall'impiego di benzine riformulate, adatte per i veicoli catalizzati, in sostituzione di quelle contenenti piombo-alchili come antidetonante.
- *Idrocarburi (HC) e benzene*: nella classe di composti definibili, in base alla nomenclatura chimica, con il termine "idrocarburi" sono comprese un gran numero di specie con caratteristiche chimiche, fisiche e di impatto sanitario notevolmente diverse. In massima parte, gli idrocarburi presenti nelle atmosfere urbane sono costituiti dai residui incombusti dei carburanti emessi allo scarico dei veicoli a motore e dalla quota dovuta alle perdite evaporative. La frazione più rilevante sotto il profilo sanitario è costituita dagli idrocarburi aromatici e, in particolare, dai benzene. Anche in questo caso, l'introduzione del catalizzatore per le auto a benzina ha determinato la progressiva riduzione della quota emessa da queste sorgenti. Tuttavia, la riduzione dei livelli ambientali è risultata meno pronunciata rispetto all'andamento del CO per la parziale compensazione dovuta all'incremento della circolazione di veicoli con motore a due tempi (principalmente ciclomotori). Questo tipo di motore presenta, infatti, emissioni molto consistenti di idrocarburi. Allo stato attuale, il valore "obiettivo di qualità", definito per la concentrazione atmosferica di benzene, risulta ampiamente superato nei siti urbani ad alto traffico. L'entità dello scostamento diverrà ancora maggiore dal prossimo anno in quanto diminuirà il livello di riferimento fissato dalla normativa (Decreto del Ministro dell'Ambiente 25/11/94).
- *Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Benzo(a)Pirene (BaP)*: questa classe di composti, solidi a temperatura ambiente, comprende specie chimiche con molecola complessa la cui presenza nell'ambiente atmosferico urbano (dove sono in massima parte assorbiti sulle polveri) trae origine sia dagli scarichi autoveicolari (soprattutto dai motori diesel), sia dalla combustione non ottimale di carbone e oli combustibili. Il BaP, come altri IPA, presenta caratteristiche di alta pericolosità essendo classificato come possibile cancerogeno. La serie di dati disponibile conferma il quadro delineato per la maggior parte degli altri inquinanti: la situazione è in miglioramento ma il valore "obiettivo di qualità" risulta attualmente non rispettato, sia pure di poco, nei siti ad alto traffico. L'entità dello scostamento diverrà maggiore dal prossimo anno in quanto diminuirà il livello di riferimento fissato dalla normativa (Decreto del Ministro dell'Ambiente 25/11/94).

L'attività condotta da ARPAT nel campo del monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, ha consentito di acquisire le conoscenze descritte.



In sostanza, i gas di scarico di veicoli a motore costituiscono la più consistente sorgente di inquinamento urbano e gli obiettivi di risanamento devono essere necessariamente perseguiti attraverso politiche finalizzate alla riduzione dei consumi di carburanti, al miglioramento della loro qualità e alla diffusione generalizzata di sistemi per la depurazione delle emissioni inquinanti.

La riduzione dei consumi richiede azioni che favoriscano la diffusione di motori più efficienti e, più in generale, il soddisfacimento di quote sempre maggiori delle esigenze di mobilità attraverso sistemi collettivi con migliore bilancio energetico complessivo.

Il miglioramento della qualità dei carburanti richiede la disponibilità di prodotti tradizionali depurati dai componenti responsabili della produzione di inquinanti o l'impiego di carburanti alternativi a più basso impatto ambientale. E' necessario, inoltre, lo sviluppo tecnologico, l'applicazione e la diffusione capillare di sistemi di depurazione dei fumi da installare su tutte le categorie di veicoli a motore a combustione interna, oltre alla progressiva adozione di sistemi ad emissioni nulle (veicoli elettrici).

Altre azioni di minor respiro ma che hanno mostrato una buona efficacia consistono, ad esempio, nel controllo periodico delle emissioni dai veicoli a motore che induce alla maggiore attenzione verso una regolare manutenzione, con positive ricadute in termini di minori consumi e minore inquinamento.

La gestione degli episodi acuti

Come si è visto, la rete di monitoraggio della qualità dell'aria costituisce uno strumento di grande utilità per valutare l'evoluzione nel tempo e nello spazio delle concentrazioni dei diversi inquinanti atmosferici e valutare l'efficacia dei diversi provvedimenti di risanamento. Questi possono essere sostanzialmente distinti in due tipologie:

1. gli interventi strutturali che tendono a ridurre nel tempo in modo sistematico le emissioni di sostanze inquinanti e quindi a ridurre stabilmente le concentrazioni;
2. gli interventi di emergenza che tendono ad intervenire con drastiche riduzioni delle emissioni durante il manifestarsi dei cosiddetti "episodi acuti", ovvero quando le condizioni ambientali sono particolarmente favorevoli al raggiungimento di livelli elevati di concentrazione degli inquinanti, potenzialmente nocivi per la salute della popolazione.

Gli interventi strutturali hanno in genere tempi di applicazione o di risposta medio-lunghi, ovvero dell'ordine di anni, ma costituiscono evidentemente l'unica soluzione al problema. Essi incidono in primo luogo sulle concentrazioni medie producendone un abbassamento, e quindi costituiscono anche una risposta rispetto ai possibili effetti di lungo termine dell'inquinamento atmosferico.

Gli interventi d'emergenza, invece, devono avere effetti immediati e sono adottati con l'intento di produrre un rapido ridimensionamento o quanto meno il contenimento delle concentrazioni; proprio perché relativi ad episodi di moderata od estrema gravità devono essere



tempestivi e drastici per poter essere efficaci.

In questi anni a Firenze il problema dell'inquinamento atmosferico è stato affrontato tentando di mettere in campo una strategia complessiva comprendente sia interventi di tipo strutturale che di emergenza, parte dovuti a scelte effettuate in sede europea e nazionale (quale l'adozione di standard di omologazione degli autoveicoli progressivamente più restrittivi in quanto a emissioni inquinanti), parte assunti su base locale, in particolare dal Comune di Firenze. Tra questi ultimi si devono ricordare:

- la progressiva conversione degli impianti termici alimentati ad olio combustibile e gasolio con impianti alimentati a metano, con particolare attenzione agli edifici pubblici;
- la progressiva dotazione di autobus per il servizio pubblico (ATAF) alimentati a metano oppure a trazione elettrica;
- i provvedimenti di limitazione e programmazione dell'afflusso dei mezzi pesanti (camion e autobus turistici) nel centro storico di Firenze;
- i provvedimenti per la manutenzione e la regolazione obbligatorie della carburazione degli autoveicoli al fine di rispettare i limiti alle emissioni stabiliti dalla Direttiva CEE 92/55;
- altri provvedimenti sulla mobilità urbana (la realizzazione di corsie protette per gli autobus del servizio pubblico, l'istituzione di zone con controllo e tariffazione della sosta), volti a convertire la mobilità privata e individuale in mobilità pubblica e collettiva.

Per la definizione tecnica di diversi di questi provvedimenti il Comune di Firenze si è avvalso del supporto di ARPAT, che si è in particolare impegnata nel fornire ed elaborare i dati necessari a stimarne l'efficacia e le modalità di attuazione.

Come già visto, ciò ha determinato negli ultimi anni una generalizzata riduzione di diversi inquinanti atmosferici; ciononostante sono ancora possibili situazioni episodiche caratterizzate da concentrazioni elevate (di NO_2 , in inverno; di O_3 in estate) presso diverse stazioni della rete di monitoraggio (episodi acuti), nei confronti dei quali le leggi italiane prevedono l'adozione di interventi di emergenza (Decreto del Ministro dell'Ambiente 20/5/91, Decreto del Ministro dell'Ambiente 15/4/94). Tali situazioni si verificano in quanto, in presenza di emissioni sostenute, l'instaurarsi di particolari condizioni meteorologiche può favorire l'accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera.

La Figura 2 rappresenta l'andamento degli inquinanti in presenza di provvedimenti strutturali di efficacia progressivamente maggiore. La riduzione delle emissioni in atmosfera produce un generale abbassamento delle concentrazioni degli inquinanti, che non assicura la scomparsa assoluta di episodi acuti nel primo periodo, ma li rende progressivamente più improbabili, nel senso che le condizioni meteorologiche in grado di produrli risultano sempre più estreme. Solo alla fine del processo gli episodi acuti e di rischio per la popolazione risultano decisamente improbabili.

Per affrontare nel modo più efficace questi episodi critici, dopo varie sperimentazioni, dal 1995 ARPAT ha messo a punto e attivato per la città di Firenze una procedura quotidiana basata sulla previsione di tali eventi. In questo modo vengono attuati provvedimenti di emergenza per la limitazione delle emissioni e/o di limitazione dell'esposizione della



popolazione, quando si ritiene che le condizioni ambientali possano portare al superamento dei limiti di legge per più giorni.

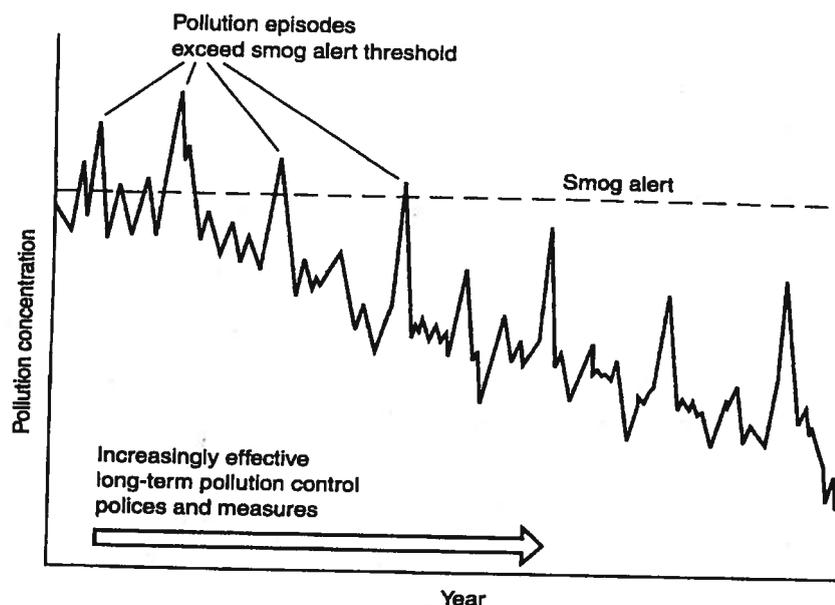


Figura 2: rappresentazione esemplificativa dell'effetto nel tempo dei provvedimenti strutturali di riduzione delle emissioni, anche in riferimento agli episodi di allarme (tratto da D. Elsom: "Smog Alert - Managing Urban Air Quality", Earthscan Publications, London UK, 1996).

Il piano di intervento operativo del Comune di Firenze, messo a punto con la collaborazione di ARPAT, prevede tre tipi di intervento graduati in base alla pericolosità e durata della situazione:

- A) un avviso alla popolazione affinché adotti comportamenti volontari di riduzione delle emissioni: viene attuato quando esiste una probabilità non elevata di superamento dei limiti di legge oppure quando è previsto che tale superamento abbia durata limitata nel tempo (poche ore);
- B) il divieto (dalle 8:00 alle 18:00) di circolazione per i veicoli privati con più elevato potenziale inquinante, in sostanza gli autoveicoli a benzina non catalizzati ed i mezzi commerciali e pesanti (diesel). Inoltre viene richiesto di mantenere le temperature degli edifici entro i 19 °C. Tali provvedimenti vengono attuati qualora si prospetti il raggiungimento dello stato di attenzione per più di un giorno, ed in tal caso viene dato un preavviso di 48 ore;
- C) nei casi più gravi (raggiungimento dello stato di allarme), è prevista una serie di misure di assoluta emergenza tra le quali il divieto pressoché totale della circolazione privata (dalle 7:00 alle 19:00).

La procedura utilizzata da ARPAT si basa sull'uso di un insieme di modelli statistici che consentono di stimare la probabilità di superamento delle soglie di legge nelle ore successive, e fa uso delle informazioni meteorologiche diffuse dall'European Centre for Medium-Range Weather Forecasts e della previsioni numeriche prodotte dal modello ad area limitata LAMBO. La percentuale di eventi correttamente previsti con tale procedura si aggira intorno al 75-80%.



Per sottolineare la validità di tale approccio basta considerare che nei due anni precedenti l'adozione di tale sistema previsionale il Comune di Firenze ha dovuto vietare la circolazione degli autoveicoli in 57 giorni, mentre dal 1995 tale tipo di provvedimento è stato assunto solo in 10 casi. Inoltre, grazie alla maggiore tempestività ed alla modifica di alcune caratteristiche del divieto, si è potuto aumentare l'efficacia del provvedimento, ottenendo quella significativa riduzione delle concentrazioni richiesta dalla legge.

Al fine di rendere effettivo il provvedimento e consentire un'adeguata informazione della cittadinanza, è stata posta particolare cura nell'attivazione di numerosi sistemi di avviso, in parte curati da ARPAT: Televideo, Internet, pannelli a messaggio variabile lungo le principali vie cittadine, ecc., inseriti nell'ambito di un più articolato insieme di iniziative informative, quale la diffusione di una serie di pieghevoli a tutte le famiglie.

Le campagne di controllo delle emissioni autoveicolari

A partire dal 1995 il Comune di Firenze ha reso obbligatorio il controllo delle emissioni degli autoveicoli. In sostanza l'obiettivo di regolamentare e ridurre le emissioni del traffico veicolare è stato perseguito con l'istituzione, mediante Ordinanza del Sindaco, del divieto di circolazione all'interno della città per quei veicoli che non dimostrino di avere emissioni contenute entro i limiti di legge (Decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285; Decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495; Decreto del Ministro dei Trasporti e della Navigazione 5 febbraio 1996). La regolarità delle emissioni viene attestata da un apposito tagliando esposto sul veicolo (il cosiddetto "bollino"), rilasciato soltanto in seguito ad un controllo con esito positivo eseguito presso una delle autofficine autorizzate dal Comune.

L'obbligo del controllo interessa le autovetture e gli autocarri con massa complessiva a pieno carico inferiore a 35 q, non dotati di dispositivo di abbattimento delle emissioni (catalizzatore) se alimentati a benzina, o non appartenenti alla categoria "ecodiesel".

ARPAT ha collaborato con il Comune di Firenze alla definizione tecnica delle campagne; alle verifiche periodiche sulle procedure di controllo effettuate dagli autoriparatori; all'elaborazione statistica dei dati, finalizzata alla valutazione dell'efficacia del provvedimento.

Le campagne di controllo delle emissioni degli autoveicoli succedutesi dal 1995 ad oggi ("bollino verde"-1995/96, "bollino blu"-1996/97, "bollino rosso"-1997/98 e "bollino giallo"-1998/99) rappresentano un primo, effettivo ed essenziale esempio di misura di risanamento a medio termine della qualità dell'aria nella città di Firenze. L'aver semplicemente imposto ai veicoli circolanti il rispetto dei limiti di emissione stabiliti dalla normativa esistente (Direttiva CEE 92/55) ha prodotto una riduzione sostanziale dell'immissione in aria di alcune sostanze nocive e del consumo di carburanti.

I risultati sintetici riportati nella Tabella 1 indicano come nel corso di tre anni il succedersi delle campagne di controllo delle emissioni abbia progressivamente determinato il ribaltamento della grave situazione evidenziata nella prima campagna ("bollino verde"): da una netta



maggioranza di veicoli con emissioni fuori norma (OUT=63%) si è passati nell'ultima ("bollino rosso", risultati ancora parziali) ad un'analoga percentuale di veicoli a norma (percentuale di veicoli fuori norma pari al OUT=37%, con una riduzione di 26 punti percentuali).

Si evidenzia inoltre anche una significativa riduzione nei valori medi di CO allo scarico rilevati dopo la messa a punto della carburazione e l'eventuale sostituzione dei componenti in avaria: 62%, 54% e 49% rispettivamente per le tre campagne.

Tabella 1: risultati dell'elaborazione dei campioni statistici per le diverse campagne di controllo delle emissioni autoveicolari.

veicoli a benzina	BOLLINO VERDE 1995/96 (174000 veicoli)		BOLLINO BLU 1996/97 (120000 veicoli)		BOLLINO ROSSO 1997/98 (130000 veicoli)	
	IN 37%	OUT 63%	IN 53%	OUT 47%	IN 63%	OUT 37%
% IN-OUT (±2%)						
riduzione CO dopo la messa a punto	62%		54%		49%	

La riduzione nelle percentuali di veicoli OUT (fuori norma prima dell'eventuale messa a punto) verificatasi nelle tre campagne indica che in parte gli interventi di manutenzione hanno prodotto un miglioramento duraturo sulle emissioni, e che si è sviluppata una maggiore attenzione al problema da parte degli automobilisti.

Le indagini comparative sulle emissioni dai veicoli a motore

Negli ultimi anni il Comune di Firenze ha fatto ripetutamente ricorso a restrizioni della circolazione quale strumento di intervento nella gestione degli episodi acuti di smog invernale. La definizione di tali provvedimenti e delle modalità di attuazione ha richiesto la conoscenza aggiornata e specifica delle caratteristiche del parco veicolare circolante.

Al fine di definire su basi tecniche le tipologie di veicoli maggiormente responsabili dell'emissione degli inquinanti che mostravano il superamento delle soglie di concentrazione fissate dalla legge (Decreto del Ministro dell'Ambiente 15/4/94), negli ultimi 2 anni sono state progettate e condotte alcune campagne di misura sulle emissioni allo scarico di quote statisticamente significative di veicoli a motore.

Il complessivo programma di indagine è stato realizzato grazie alla sinergia fra il Comune di Firenze, l'Automobile Club di Firenze e ARPAT. La ricerca è stata progettata e diretta da ARPAT che ha provveduto anche alla elaborazione dei dati e alla stesura del rapporto conclusivo.

Sono state rilevate le concentrazioni dei principali inquinanti nei gas di scarico di veicoli circolanti nell'area urbana di Firenze. Le categorie di veicoli indagate sono state:

- auto alimentate a benzina dotate di marmitta catalitica;



- auto alimentate a benzina prive di marmitta catalitica;
- auto alimentate a gas (naturale e GPL);
- veicoli equipaggiati con motore diesel (auto, veicoli commerciali leggeri e medi, veicoli pesanti);
- ciclomotori.

Complessivamente sono stati indagati circa 2000 veicoli.

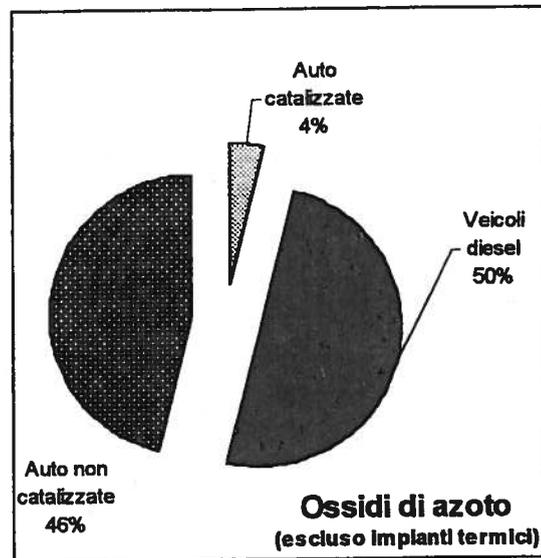
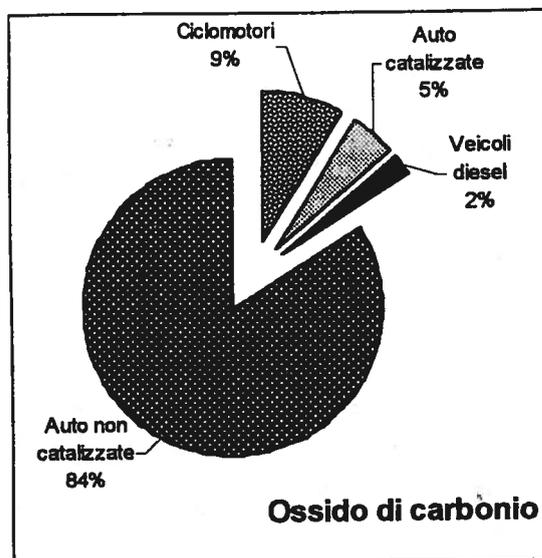


Figura 3: emissioni di ossido di carbonio (sinistra) e ossidi di azoto (destra) ripartite per tipologia di veicoli.

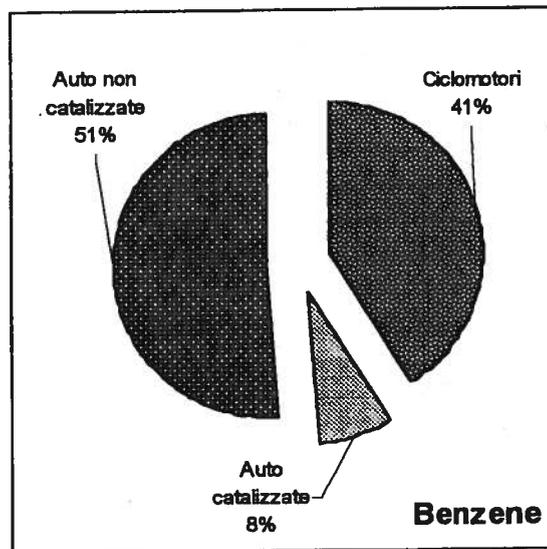
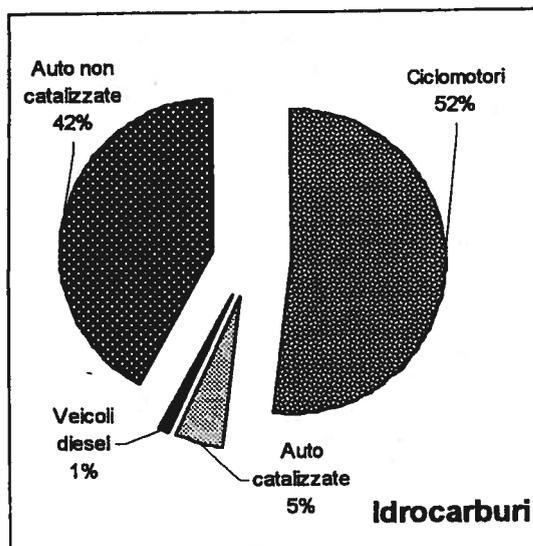


Figura 4: emissioni di idrocarburi (sinistra) e benzene (destra) ripartite per tipologia di veicoli.

L'elaborazione dei dati acquisiti attraverso le misure in campo ha consentito di stimare la concentrazione di ossido di carbonio, ossidi di azoto, idrocarburi totali e benzene nei gas di scarico del "veicolo medio" di ciascuna categoria. Parallelamente, sulla base di informazioni assunte tramite un questionario compilato dai conduttori dei veicoli sottoposti alle prove, sono state individuate altre caratteristiche medie delle varie categorie di veicoli (cilindrata, età,



percorrenza annua, ecc.).

Elaborazioni successive, comprendenti la stima della consistenza del parco circolante e della percorrenza annua in ambito urbano, hanno portato a definire il contributo all'inquinamento urbano prodotto dalle diverse categorie di veicoli (Figure 3 e 4).

E' risultato che l'inquinamento da ossido di carbonio è generato in massima parte dalle auto a benzina non catalizzate, quello da ossidi di azoto dalle auto a benzina non catalizzate e dai veicoli commerciali equipaggiati con motore diesel, quello da idrocarburi e benzene dalle auto a benzina non catalizzate e dai ciclomotori. In periodo invernale, gli impianti termici domestici contribuiscono per circa il 35% al complessivo livello di concentrazione ambientale di ossidi di azoto e proporzionalmente si riducono i contributi dei veicoli a motore.

Altre evidenze dell'indagine condotta riguardano l'efficienza e la durata dei catalizzatori. L'efficienza media di abbattimento sui quattro inquinanti più rappresentativi e caratteristici (ossido di carbonio, ossidi di azoto, idrocarburi totali e benzene) è risultata nell'ordine dell'80-90%. Il decadimento delle prestazioni del catalizzatore non è apparso evidente: i dispositivi catalitici inefficienti sono risultati poco numerosi (2%), per cause non riconducibili a elevate percorrenze totali del veicolo su cui sono installati.

I risultati dello studio hanno offerto numerosi e importanti elementi di conoscenza sul parco veicolare effettivamente circolante nell'area fiorentina e sulla comparazione della potenzialità inquinante relativa delle diverse categorie di veicoli.

Gli elementi di conoscenza acquisiti sono stati messi a disposizione delle Amministrazioni Locali al fine di orientare le politiche di governo del problema inquinamento urbano e le azioni volte al risanamento ambientale.

La qualità delle benzine

Allo scopo di contenere gli effetti ambientali derivanti dalla combustione dei carburanti per autotrazione, la normativa ha fissato limiti progressivamente più restrittivi per alcuni componenti delle benzine.

In particolare, a causa dell'elevato impatto sanitario sulla popolazione esposta, i componenti soggetti a limiti e alla verifica del livello ambientale sono il piombo (aggiunto come piombo-alcili per aumentare il potere antidetonante), il benzene e la frazione idrocarburica aromatica totale (componenti originari).

Con la progressiva diffusione di veicoli catalizzati, per l'alimentazione dei quali è indispensabile benzina priva di piombo, la concentrazione ambientale di questo metallo risulta in forte regresso.

Tuttavia, a livello internazionale vengono date indicazioni sulla necessità di ridurre drasticamente, rispetto al passato, i valori di riferimento per la soglia di accettabilità della concentrazione atmosferica. Conseguentemente, la quantità massima di piombo ammessa nel carburante per veicoli a benzina non catalizzati è stata ridotta.



Nei primi anni '90, per alimentare la rete di distribuzione con modeste quantità di carburante privo di piombo, necessarie a soddisfare la richiesta dei pochi veicoli catalizzati allora circolanti, veniva prodotta una benzina, cosiddetta "verde", priva di piombo ma caratterizzata da elevati tenori di benzene e della complessiva frazione aromatica in modo da ottenere un sufficiente potere antidetonante. Il rischio di andare incontro, con il progressivo incremento di uso della benzina "verde", alla mitigazione del problema ambientale e sanitario legato al piombo senza contenere e ridurre contestualmente l'altrettanto grave problema legato al benzene, ha determinato la necessità di imporre limiti più severi anche per questo componente della benzina e dell'intera frazione aromatica.

Per questi motivi si è ritenuto utile attivare il monitoraggio dei carburanti distribuiti, al fine di verificare l'effettivo adeguamento ai limiti imposti.

ARPAT, da alcuni anni, effettua periodici campionamenti e analisi delle benzine per la determinazione del contenuto di piombo, di benzene e di idrocarburi aromatici totali. Le verifiche hanno mostrato il rispetto dei limiti fissati dalla Legge n. 413/97: 1% in volume per il benzene, 40% in volume per gli idrocarburi aromatici. Risulta rispettato anche il limite fissato per il piombo dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 485/82 (150 mg/l).



Inquinamento acustico

Il monitoraggio del rumore da traffico: risultati e indicazioni per le politiche di risanamento

Anche nel campo dell'inquinamento acustico da traffico veicolare ARPAT ha ormai acquisito una esperienza più che decennale, che deriva dalla tradizionale attività di monitoraggio eseguita in tutta la provincia.

Il maggiore impegno si è concentrato soprattutto nella città di Firenze dove, per la sua estensione, per i volumi di traffico, per la tipologia architettonica delle sue strade, il problema dell'inquinamento acustico è emerso con forza già da molti anni.

Così Firenze, fin dalla metà degli anni 80, ha potuto basare la propria conoscenza del problema su dati oggettivi, frutto di un monitoraggio condotto con una metodologia che garantisce una elevata riproducibilità delle misure ed una descrizione omogenea del fenomeno nel tempo e nello spazio. Su queste basi è cresciuta, nella collaborazione tra Comune e ARPAT, una cultura del problema dell'inquinamento acustico e una consapevolezza delle sue conseguenze per la vita e la salute dei cittadini di Firenze.

L'estendersi dell'attività di monitoraggio ha seguito due principali filoni d'indagine: da un lato è stata studiata, ogni volta che ciò è stato possibile, l'efficacia o le ricadute in negativo degli interventi sulla viabilità che l'Amministrazione comunale ha messo in atto a più riprese; dall'altro la disponibilità di una mole rilevante di dati (in questi ultimi dieci anni sono state eseguite misure, spesso ripetute a distanza nel tempo, su quasi 200 siti differenti) ha consentito un'analisi di statistica finalizzata ad individuare le variabili e le sorgenti che maggiormente contribuiscono a determinare il clima acustico complessivo della città.

Il frutto di queste esperienze di questo tipo di indagine è così sintetizzabile (un volume specifico è in corso di pubblicazione da parte di ARPAT):

- è tecnicamente possibile prevedere in anticipo l'effetto di una modifica della viabilità (sia in termini di flussi di traffico e velocità media, sia per la modifica della composizione del traffico nelle varie tipologie di veicoli) e quindi a priori prevedere le reazioni dei cittadini. Una maggiore e più organica collaborazione tra ARPAT ed il comune di Firenze potrà quindi garantire una migliore progettazione e programmazione degli interventi sulla viabilità al fine di contemperare le esigenze trasportistiche con quelle ambientali;
- sono stati analizzati molti interventi tesi alla riduzione del rumore, e di questi è stata evidenziata l'efficacia ed i limiti, oltre alle eventuali cause di insuccesso. Esiste quindi una base di riferimento per progettare interventi di risanamento in modo più sistematico ed affidabile rispetto al passato;
- è stato elaborato un "modello" acustico della città di Firenze che permette di prevedere, a partire da macro variabili facilmente identificabili, i livelli di rumore nelle strade cittadine. Questo modello è quindi importante non solo per le sue capacità prognostiche, ma anche



perché identifica le "sorgenti" e le "situazioni" comuni a tutta la città, che si manifestano come contributi significativi ai livelli di rumore;

- il modello elaborato consente di stimare la variazione di rumorosità media della città prescindendo dalle particolarità locali e dalla scelta dei punti di monitoraggio: le analisi così eseguite evidenziano nel corso di 10 anni un trend di riduzione dei livelli sonori molto modesto (-0.15 dB/anno);
- alcuni tipi di veicoli contribuiscono in maniera preponderante alla determinazione dei livelli sonori complessivi nelle strade della città: è quindi importante avviare politiche di contenimento della rumorosità di questi veicoli o di incentivo all'utilizzo di mezzi di trasporto alternativi;
- si è assunta la consapevolezza che il problema dell'inquinamento acustico da traffico veicolare impone il non facile sforzo di intervenire in maniera complessiva su tutta la città. Poiché questo richiede molto tempo e ingenti investimenti, è necessario procedere mediante una serie di interventi concertati senza improvvisazioni o compromessi, pena l'insuccesso che spesso crea il falso convincimento che il problema non è risolvibile.

La consapevolezza che è derivata da queste indagini ha portato ARPAT ed il Comune di Firenze a sperimentare interventi di risanamento acustico della città nati da una analisi preventiva delle opportunità tecnologiche e delle priorità, e che fossero accompagnati da una stima analitica della loro efficacia. Così Firenze è risultata una delle prime città ad utilizzare i finanziamenti dei piani triennali per l'ambiente in due interventi non di monitoraggio, ma di effettiva riduzione della rumorosità urbana.

Questo approccio al problema e i risultati conseguiti hanno, di fatto, anticipato la filosofia degli adempimenti comunali previsti dalla Legge n. 447/95, preparando il Comune di Firenze agli impegni che lo attendono nei prossimi anni ed in particolare al varo della definitiva zonizzazione acustica del territorio e l'elaborazione del piano di risanamento comunale.

L'insonorizzazione della flotta bus dell'ATAF

ARPAT ha proposto e verificato lo studio e la successiva messa a punto di un apparato di insonorizzazione degli autobus della flotta pubblica attualmente in servizio che consente di rendere praticabile e ambientalmente sostenibile l'utilizzo di questi mezzi, in un contesto urbano delicato come il centro della città di Firenze, riconducendo la rumorosità di mezzi con oltre 10 anni di vita a livelli confrontabili con i requisiti di omologazione delle produzioni più recenti.

Gli autobus infatti rivestono un ruolo importantissimo nel determinare la rumorosità delle città: ciò, oltre che esperienza comune, è un dato quantificato dal rapporto tra la rumorosità di questi veicoli e quella di un'autovettura media, in condizioni standard di prova o in quelle ordinarie di traffico, come verificato dalle misure effettuate da ARPAT. Tale rapporto per buona parte degli autobus oggi in circolazione oscilla tra 10:1 e 100:1 al variare delle condizioni di traffico a cui è riferito, e non differisce significativamente da quello riscontrabile in prove



standardizzate. Per questo motivo in alcune zone delle città non è pensabile alcun decremento significativo del rumore ambientale senza un intervento che riduca quella emessa dagli autobus. Le normative di omologazione negli ultimi 15 anni hanno ridotto la rumorosità ammessa per gli autobus di 12 dB, mantenendola comunque di circa 10 dB superiore a quella delle autovetture; tale riduzione dei limiti di rumorosità non si è però manifestata nella realtà concreta: infatti l'elevata vita media di questi veicoli fa sì che una parte consistente di quelli in circolazione risponda ancora alle normative di omologazione valide 15 anni fa.

Nell'ambito di un progetto specifico che ha visto coinvolta ATAF, Comune di Firenze, ARPAT e Università di Firenze, sono stati realizzati due prototipi di insonorizzazione uno per autobus modello Menarini LU/4 FT, e l'altro per il modello Breda Inbus 210.80. I risultati sono stati verificati secondo la metodologia di prova standard indicata nella Direttiva CEE 92/97 utilizzata per l'omologazione, con l'aggiunta di una misura a 4.5 m da terra; le misure hanno fornito i risultati riassunti nelle Tabelle 2 e 3.

ATAF ha in corso la realizzazione e installazione sui propri mezzi di un kit di insonorizzazione, basato sull'indagine qui descritta.

Tabella 2: test BUS Menarini LU/4 FT (3170).

Velocità [Km/h]		LP SINISTRO	LP DESTRO	LP ALTO
		[dB]	[dB]	[dB]
30	prima	90.0	87.8	87.9
	dopo	82.5	75.5	80.2
	attenuazione conseguita	8.9	12.3	7.7
40	prima	87.6	86.0	85.6
	dopo	80.0	75.2	77.8
	attenuazione conseguita	7.6	10.8	7.8
50	prima	89.9	88.3	87.2
	dopo	81.8	76.0	80.3
	attenuazione conseguita	8.1	12.3	6.9

Tabella 3: test BUS Breda Inbus 210.80.

Velocità [Km/h]		LP SINISTRO	LP DESTRO	LP ALTO
		[dB]	[dB]	[dB]
30	prima	90.0	88.0	88.0
	dopo	79.5	76.0	79.0
	attenuazione conseguita	10.5	12.0	9.0
40	prima	88.5	86.5	86.5
	dopo	82.0	78.5	80.5
	attenuazione conseguita	6.5	8.0	6.0
50	prima	90.0	87.5	87.5
	dopo	83.0	80.0	82.0
	attenuazione conseguita	7.0	7.5	5.5



Gli asfalti fonoassorbenti

ARPAT sta realizzando, in collaborazione con il Comune di Firenze, una sperimentazione sugli asfalti drenanti fonoassorbenti a doppio strato, finalizzata a verificarne l'efficacia della stabilità delle caratteristiche, in un contesto come quello urbano per il quale gli asfalti fonoassorbenti tradizionali si sono dimostrati inadeguati. Precedenti studi sulle prestazioni in opera degli asfalti fonoassorbenti hanno messo in evidenza che, nel caso degli asfalti drenanti a singolo strato utilizzati in ambito urbano, il decadimento è molto pronunciato già nel corso del primo anno di usura, in conseguenza dell'intasamento dei pori dell'asfalto. Gli asfalti a doppio strato, per la loro struttura costituita da uno strato superiore a granulometria fine, che funziona da filtro per le impurità, e da uno strato inferiore a granulometria grossa, per l'evacuazione dell'acqua piovana, sono progettati per eliminare il problema dell'intasamento dei pori sfruttando la capacità auto-pulente dovuta al passaggio dei veicoli.

L'analisi sulle prestazioni dell'asfalto fonoassorbente condotta nei primi mesi della sperimentazione ha riguardato anche misurazioni del livello sonoro equivalente eseguite a bordo strada prima e dopo la stesura dell'asfalto, da correlarsi con i flussi di traffico distinti per categorie di veicoli. Queste misurazioni permettono di esaminare il contributo dell'asfalto fonoassorbente nell'abbattimento del livello di rumorosità per singole categorie di veicoli ed il decadimento delle prestazioni nel tempo. Per questo tipo d'indagine si misura il livello equivalente pesato A (LAeq) a bordo strada. Tale grandezza è una media temporale sul periodo di misura dell'energia espressa in dB (decibel), con un'opportuna ponderazione in frequenza (A). Le misure permettono un'immediata interpretazione in termini di riduzione dei livelli sonori. Il bisogno di effettuare un confronto fra dati omogenei prima e dopo la messa in opera del fonoassorbente, ovvero a parità di condizioni di ricezione e di emissione (entità e tipologia di traffico) comporta la necessità di calcolare la dipendenza funzionale (correlazione) tra flussi di traffico e livello sonoro. I risultati della sperimentazione condotta fino ad oggi sono riassunti nella Figura 5.

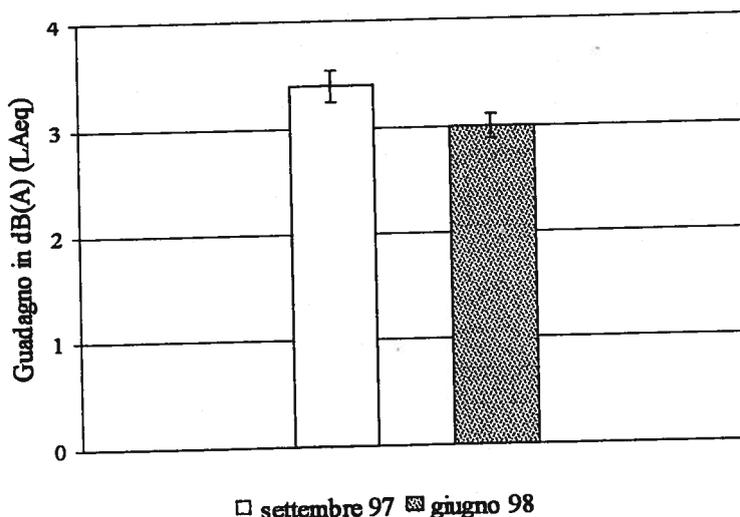


Figura 5: guadagno acustico dell'asfalto drenante, rilevato poco dopo l'installazione (settembre 1997) e dopo 9 mesi (giugno 1998).



L'analisi dei risultati mostra un guadagno acustico iniziale di poco inferiore a 4 dB(A). I risultati relativi alla correlazione fra flussi di traffico e livelli sonori equivalenti, dai quali verificare il permanere delle caratteristiche fonoassorbenti iniziali, richiederanno altro tempo e altre campagne di misura. Dall'analisi dei dati relativi al primo anno di vita dell'asfalto risulta che non si dovrebbero osservare rilevanti peggioramenti in termini di guadagno acustico, facendo ipotizzare una vita media delle prestazioni acustiche comparabili con quella del manto. Se tale risultato verrà confermato, si apre la possibilità per un utilizzo di questi asfalti quale fattore di risanamento acustico della città.

ina
ne
gli
lle
agli
ato
Gli
tria
per
dei

ella
a
per
alto
d il
ello
odo
nza
iori.
del
a di
si di
unti

7) e

Bibliografia/Bibliography

Le Agenzie per l'ambiente in Italia/Agencies for the Environment in Italy

- B. Caravita: "L'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente (ANPA): linee di riforma", Rivista di giurisprudenza ambientale, 1994.
- E. Croci, M. Frey e A. Molocchi: "Agenzie e governo dell'ambiente: il caso italiano a confronto con le esperienze estere", Milano, 1994.
- G. Freddi: "Il sistema dei rapporti tra le agenzie ambientali italiane", Milano, 1997.
- S. Grassi (a cura): "Le Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente: il modello organizzativo", collana "Ricerche e formazione" n. 4, ARPAT-CEDIF, Firenze, 1997.

Qualità dell'aria e gestione degli episodi acuti a Firenze/Air quality and management of acute episodes in Florence

- L. Agati, G. Bini, L. Pagliai e V. Di Vaio: "Livelli di Benzo(a)Pirene e di alcuni idrocarburi policiclici aromatici cancerogeni associati al particolato atmosferico nell'aria fiorentina", Bollettino dei Chimici Igienisti, Vol. 46, 1995.
- A. Barbaro, F. Giovannini e P. Nannini: "Utilizzo delle previsioni meteorologiche per la stima dell'andamento delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici in area urbana", atti della 1^a Conferenza Regionale "Lo stato dell'ambiente in Toscana", Firenze, 23-25 novembre 1995.
- D. Grechi, L. Agati, G. Bini, M. Bruni e F. Caselli: "Limitazioni programmate di traffico nell'area urbana di Firenze: effetti sui livelli di inquinamento atmosferico", Bollettino dei Chimici Igienisti, Vol. 47, 1996.
- D. Grechi e M. Bruni: "Area urbana di Firenze: struttura della rete di monitoraggio e dati riassuntivi sugli inquinanti tradizionali", atti del Seminario "L'inquinamento atmosferico nell'area fiorentina. Dati, effetti, provvedimenti per la città che vogliamo", Firenze, 12 maggio 1996.
- A. Barbaro: "Analisi statistica dei dati e previsioni meteo finalizzate. Previsione inquinamento da ozono nell'area urbana di Firenze", AER, n. 8/96, 1996.
- A. Barbaro, M. Bazzani, F. Giovannini e P. Nannini: "Severe air pollution episodes in Florence: data analysis and forecasting operational method", in "Air Pollution IV: Monitoring, Simulation and Control", Computational Mechanics Publications, Southampton, 1996.
- D. Grechi e M. Bruni: "Misure di ozono nell'area metropolitana di Firenze", Atti della Giornata di Studio "Vegetali come bioindicatori dell'inquinamento atmosferico in città italiane", Firenze, 30 giugno 1997.
- A. Barbaro, M. Bazzani, F. Giovannini e P. Nannini: "Episodi acuti di inquinamento atmosferico invernale a Firenze: analisi dei dati e metodi di previsione", collana "Ricerche e formazione" n. 7, ARPAT-CEDIF, Firenze, 1998.

- A. Barbaro, M. Bazzani, F. Giovannini e P. Nannini: "Severe air pollution episodes in Florence: forecasts results examination and emergency measures efficacy estimate", in "Air Pollution VI", Computational Mechanics Publications, Southampton, 1998.

Emissioni veicolari e qualità delle benzine/Vehicle emissions and gasoline quality

- D. Grechi, A. Poggi e V. Bellini: "Da gasolio a metano; effetti sulla concentrazione atmosferica di inquinanti tossici per l'uomo e sulla rumorosità. Metodologia di stima e verifica in campo", comunicazione al Convegno "L'impiego del gas naturale per un trasporto pubblico rispettoso dell'ambiente", Firenze, 21 maggio 1992.
- E. Marini e L. Pagliai: "Qualità delle benzine: contenuto di piombo, benzene ed aromatici totali", atti del Seminario "L'inquinamento atmosferico nell'area fiorentina. Dati, effetti, provvedimenti per la città che vogliamo", Firenze, 12 maggio 1996.
- D. Grechi, M. Bruni, V. D'Aleo, F. Menichetti e F. I. Iyamu: "Verifica del tenore di piombo nelle benzine immesse al consumo", Bollettino dei Chimici Igienisti, Vol. 48, 1997.
- C. Cucci e F. Giovannini: "Emissioni inquinanti da traffico: i risultati delle campagne di controllo delle emissioni autoveicolari", atti della Giornata di Studio "La qualità dell'aria a Firenze e nell'area fiorentina: risultati e prospettive", Firenze, 28 maggio 1998.
- D. Grechi e M. Ventura: "Verifica delle emissioni di gas di scarico dei veicoli", atti del 10° Convegno Commissione Tecnica Automobile Club d'Italia, Vietri sul Mare (Sa), 11-12 giugno 1998 (pubblicazione in corso).

Rumore da traffico a Firenze e strategie di risanamento/Traffic noise in Florence and abatement strategies

- P. Battini, D. Cintolesi, S. Gambi e D. Piattoli: "Indagine sull'inquinamento acustico del centro urbano di Firenze", atti del Convegno Internazionale "Il rumore urbano ed il governo del territorio", Modena, 1988.
- P. Battini e A. Poggi: "Inquinamento acustico della città di Firenze", atti del Convegno Nazionale "Una città per l'uomo-problemi di ecologia urbana", Firenze, 18 novembre 1989.
- C. Fagotti e A. Poggi: "Traffic noise abatement strategies: the analysis of areal case not really effective", AICB 18th International Congress for Noise Abatement "TRAFFIC NOISE IN EUROPE", Bologna, 11-13 settembre 1995.
- C. Fagotti, A. Poggi e P. Battini: "8 Years of noise monitoring in Florence", AICB 18th International Congress for Noise Abatement "TRAFFIC NOISE IN EUROPE", Bologna, 11-13 settembre 1995.
- D. Grechi, A. Poggi e V. Bellini: "Da gasolio a metano: effetti sulla concentrazione atmosferica di inquinanti tossici per l'uomo e sulla rumorosità. Metodologia di stima e verifica in campo", comunicazione al Convegno "L'impiego del gas naturale per un trasporto pubblico rispettoso dell'ambiente", Firenze, 21 maggio 1992.

- Direttiva 92/97 CEE del Consiglio del 10/11/92: "Modifica della Direttiva 70/157/CEE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al livello sonoro ammissibile e al dispositivo di scappamento dei veicoli a motore. Misure di omologazione acustica degli autobus".
- R. Ciuffi, P. Rissone e M. Toderi: "Retrofit per l'insonorizzazione dei bus urbani", atti del XXV Congresso Nazionale AIA, Perugia, 21-23 maggio 1997.
- P. Battini, D. Casini, C. Fagotti, A. Poggi e S. Secchi: "Contributo di un asfalto fonoassorbente a doppio strato nella riduzione di rumorosità da traffico: Confronto tra dati teorici e sperimentali", atti del XXVI Congresso Nazionale AIA, Torino, 27-29 maggio 1998.