



# Mobilità e inquinamento acustico. Strategie di riduzione tradizionali e di green mobility<sup>1</sup>

TeMA  
02.11

Ricerche

Trimestrale del Laboratorio  
Territorio Mobilità e Ambiente - TeMALab

<http://www.tema.unina.it>  
ISSN 1970-9870  
Vol 4 - No 2 - giugno 2011 - pagg. 43-54

Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio  
Università degli Studi di Napoli Federico II

© Copyright dell'autore.

Carmela Gargiulo\*, Rosario Romano\*\*

\*Dipartimento di Pianificazione e Scienza del Territorio  
Università degli Studi di Napoli Federico II  
e-mail: [gargiulo@unina.it](mailto:gargiulo@unina.it); web: [www.dipist.unina.it](http://www.dipist.unina.it)

\*\*Dipartimento di Energetica e Termofluidodinamica  
Università degli Studi di Napoli Federico II  
e-mail: [rosroman@unina.it](mailto:rosroman@unina.it)

## Inquinamento acustico, traffico e ambiente urbano: la situazione in Europa e in Italia

La crescita della popolazione che vive nelle aree urbane del pianeta tocca ormai il 50% del totale, con le conseguenze, in termini di congestione, traffico, insalubrità dell'aria e rumore dovuti anche all'elevatissima densità di attività, di scambi e di spostamenti.

Il rumore è il risultato delle attività degli esseri viventi sul territorio e la sua importanza in termini tanto negativi, quando è nocivo per la salute dei cittadini, che positivi, come caratteristica e specificità del contesto che ci circonda, ha spinto alcuni studiosi a riflettere su una dimensione diversa del paesaggio, quella non percepibile con gli occhi ma che ha valore e significati non meno importanti e quasi sempre imprescindibili nella sua valutazione.

Tra gli autori che si occupano di paesaggio sonoro, per un mondo acusticamente migliore, è Schafer fondatore del WSP (World Soundscape Project) presso la Simon Fraser University a Vancouver, che ancora oggi rappresenta il principale punto di riferimento per chi opera nel settore. Schafer punta sull'importanza della dimensione uditiva della percezione del mondo che ci circonda, ponendola allo stesso livello di quella visiva. Operare sul "paesaggio sonoro" significa per Schafer, operare consapevolmente per migliorare l'ambiente sonoro. «Quando i ritmi del paesaggio sonoro si fanno caotici, la società sprofonda in una condizione di pericolo. Il paesaggio sonoro non è un sottoprodotto accidentale della società, ma è al contrario una costruzione deliberata, una composizione che può distinguersi per la sua bellezza o per la sua bruttezza. (...) Il design acustico può spingere la società a porsi nuovamente all'ascolto di quei modelli meravigliosamente modulati e in perfetto equilibrio di paesaggio sonoro che possiamo trovare nelle grandi composizioni musicali. Queste possono aiutarci a concepire in quale modo si possa alterare, accelerare,

## Mobility and Noise Pollution. Noise-Reduction Traditional Strategies and Green Mobility Ones

The urbanized territories are quite complex environments in many ways, whose management requires, on the one hand, adequate skills to mediate among the different needs, often conflicting, and on the other hand a clear idea of the target to hit.

One of these aspects is the need to ensure mobility in urban areas and, simultaneously, reduce noise levels below the values that are compatible with the well-being of citizens.

There are several sources of noise in an urban context such as vehicle and rail traffic, the fixed sound sources due to craft and trade activities, as well as to equipment for buildings, to human activities related to recreation and tourism.

It must be emphasized, however, that not all noise content has a negative value but there are noise sources such as the noise produced by the local markets and/or that produced by craft activities with historical value, the noise, or rather, the sounds perceived in public parks, town centres and/or areas on the sea which, on the contrary, have a positive value.

They represent, in fact, the set of sounds that contribute to the perception of the "soundscape" of an area, which are to be preserved as they are not only appreciated but also sought after by citizens.

The noise generated by vehicle traffic, however, while not disregarding the contribution to noise pollution produced by other infrastructure for mobility in urban area, represents one of the major contributor to the noise levels recorded in urban areas, disturbing, firstly, people exposed to it and, secondly, masking the perception of pleasant sounds by altering the "soundscape" of the area.

In this context, strategies and interventions to reduce noise caused by road traffic, both the traditional ones (regulations on vehicles, circulation, road, city planning) and the new ones related to green mobility, have a twofold purpose as they not only reduce the amount of noise generated by road traffic, but at the same time, help to bring out the positive noise typical of the "soundscape" of the considered urban context.

The article is divided into four sections: the first, edited by C. Gargiulo, briefly explains the situation in Italy and Europe, also through the help of several reports on the subject; the second, edited by R. Romano, illustrates in a comprehensive way the main Italian and EU legal regulations; the third, edited by R. Romano, describes measures and specific interventions for reducing environmental noise in urban areas in the awareness that noise control may be better controlled by intervening on the sound source rather than on the receiver; finally, the fourth, edited by C. Gargiulo, proposes the development of strategies for reducing vehicle traffic noise in urban areas, which, in accordance with the directions of Community, prefer the integration and harmonization of noise protection requirements and of the aspects associated to urban and regional planning and governance of mobility.



Un paesaggio sonoro per eccellenza: le cascate di Iguazù al confine tra Argentina e Brasile.

rallentare, purificare il paesaggio sonoro e determinare quali effetti occorra incoraggiare e contro quali effetti occorra lottare» (Schafer, 1977).

Le fonti principali del rumore, quando è identificabile come inquinamento acustico, nelle città sono legate alla presenza delle infrastrutture di trasporto, quali i nodi di scambio come gli aeroporti in genere localizzati nelle periferie, gli elementi lineari come le linee ferroviarie che entrano in città fino alle aree centrali e la rete stradale che pervade tutto il tessuto urbano. Altre sorgenti che contribuiscono a definire il clima acustico sono legate alle attività industriali circoscritte, in genere, in ambiti urbani definiti e alle attività commerciali e terziarie, del tempo libero, dello svago e del turismo disseminate sul territorio.

Queste sorgenti, molto spesso, producono così elevati livelli di disagio e di disturbo per gli abitanti da rappresentare la causa di malesseri psico-fisici anche gravi (Curcuruto e Silvaggio, 2007).

Come è facilmente osservabile, quindi, le cause che influenzano maggiormente i livelli di inquinamento acustico sono legate «all'aumento vertiginoso della domanda di mobilità privata che, insieme a miopi politiche dei trasporti e dello sviluppo urbano diffuse soprattutto in Italia, ha prodotto

negli ultimi cinquanta anni inquinamento, congestione ed invivibilità.

La speranza di garantirsi la massima libertà individuale di movimento per chi vive in centri urbani consolidati, oltre che per chi abita in quartieri periferici nati e cresciuti al di fuori di sensate logiche urbane, continua a produrre congestione da traffico veicolare, ritenuta, dalla gran parte dei cittadini, la causa principale del deterioramento della qualità della vita nelle nostre città. Ciò comporta, infatti, occupazione di spazio urbano e stradale con peggioramento della fruibilità della città, sottrazione di tempo con lunghe e stressanti permanenze in auto, inquinamento dell'aria nonostante i progressi tecnologici dei mezzi e dei carburanti, elevata rumorosità ed elevato numero di incidenti stradali" (Gargiulo, 2010).

In Italia, tale aumento è registrato in diversi rapporti quali quelli di Legambiente che mostrano come nelle grandi città i livelli d'inquinamento non fanno che aumentare di anno in anno.

Tali dati mostrano come questo tenda ad espandersi da un punto di vista tanto spaziale (andando ad interessare anche le aree rurali) che temporale (estendendosi anche al periodo notturno). L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS)

**Tavola 3 - Approvazione dei piani di risanamento acustico nei comuni capoluogo di provincia, per regione e per ripartizione geografica (percentuale sul totale dei comuni) - Anni 2000-2009**

REGIONI	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Piemonte	-	-	-	-	-	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Valle D'Aosta	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Lombardia	-	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	16,7	16,7	16,7	16,7
Trentino Alto Adige	-	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Veneto	-	-	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
Friuli Venezia Giulia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liguria	-	-	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	50,0
Emilia Romagna	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	33,3	33,3
Toscana	-	-	-	-	10,0	40,0	60,0	60,0	70,0	70,0
Umbria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marche	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Lazio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abruzzo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campania	-	-	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Puglia	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Basilicata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calabria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sicilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sardegna	-	-	-	-	-	8,3	8,3	8,3	8,3	16,7
<b>ITALIA</b>	<b>3,4</b>	<b>6,0</b>	<b>8,6</b>	<b>8,6</b>	<b>9,5</b>	<b>13,8</b>	<b>16,4</b>	<b>16,4</b>	<b>18,1</b>	<b>19,8</b>
<b>Nord-Ovest</b>	<b>-</b>	<b>8,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12,0</b>	<b>16,0</b>	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>	<b>20,0</b>	<b>24,0</b>
<b>Nord-Est</b>	<b>9,1</b>	<b>13,6</b>	<b>18,2</b>	<b>18,2</b>	<b>18,2</b>	<b>18,2</b>	<b>18,2</b>	<b>18,2</b>	<b>22,7</b>	<b>22,7</b>
<b>Centro</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,5</b>	<b>9,1</b>	<b>22,7</b>	<b>31,8</b>	<b>31,8</b>	<b>36,4</b>	<b>36,4</b>
<b>Sud</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>7,7</b>							
<b>Isole</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	<b>9,5</b>

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

**Tavola 4 - Centraline fisse di monitoraggio del rumore per i comuni capoluogo di provincia, per regione - Anni 2000-2009 (a) (per 100 km<sup>2</sup> di superficie comunale)**

COMUNE	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Piemonte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valle D'Aosta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lombardia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trentino Alto Adige	0,5	0,5	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Veneto	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Friuli Venezia Giulia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Liguria	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Emilia Romagna	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Toscana	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1
Umbria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lazio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abruzzo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Campania	1,8	1,8	1,8	1,8	-	-	-	-	-	-
Puglia	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Basilicata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calabria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sicilia	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sardegna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Nord-Ovest</b>	<b>0,2</b>									
<b>Nord-Est</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
<b>Centro</b>	<b>-</b>									
<b>Sud</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>
<b>Isole</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,3</b>						
<b>Italia (b)</b>	<b>0,2</b>									

Fonte: Istat, Dati ambientali nelle città

(a) Alcuni valori dell'indicatore sono stati stimati.

(b) La dicitura Italia si riferisce al complesso dei 116 comuni capoluogo di provincia.

stima che circa il 40% della popolazione nell'Unione Europea sia esposto al rumore del traffico stradale a livelli superiori a 55 dBA e che più del 30% sia esposto a livelli superiori a 55 dBA durante la notte.

Tra le indagini acustiche riguardanti alcuni dei maggiori centri urbani, ormai peraltro piuttosto datate, quelle ad esempio condotte dall'Arpa in Emilia Romagna hanno evidenziato

come, nel periodo diurno, oltre la metà del territorio urbanizzato sia caratterizzato da livelli di rumore superiori a 65 dBA.

Dai dati disponibili, seppur limitati, è emerso inoltre che, nelle aree urbane, percentuali rilevanti di popolazione risiedono in aree in cui LAeq diurno e LAeq notturno superano i valori al di sopra dei quali si può ritenere che la popolazione risulti disturbata.

Diversamente dall'effettiva incidenza delle varie fonti di inquinamento acustico, le richieste di intervento da parte della popolazione (pervenute ad Arpa) riguardano prevalentemente le attività di servizio e commerciali: le sorgenti sono in molti casi costituite da impianti a servizio dell'attività, quali condizionatori e impianti di ventilazione/aspirazione e/o dalla musica di intrattenimento.

Le sorgenti controllate da Arpa sono, in grande prevalenza, attività di servizio e/o commerciali e attività produttive. Dall'analisi dei controlli effettuati nel 2008 emerge una reale situazione di inquinamento acustico per il 41% delle 769 sorgenti controllate: per tale percentuale di sorgenti si è registrato, infatti, almeno un superamento dei limiti vigenti (Arpa, 2009).

La normativa italiana sull'inquinamento acustico individua nelle amministrazioni comunali i principali attori definendone le competenze nell'ambito della pianificazione acustica del proprio territorio, quali la redazione della Classificazione Acustica, delle attività di programmazione, attraverso la predisposizione di Relazioni sullo stato acustico, e di risanamento, attraverso il Piano a questo predisposto, dell'attuazione, con le adozioni di regolamenti finalizzati alla tutela dall'inquinamento acustico e di controllo. In attuazione alla Direttiva 2002/49/CE sulla determinazione e gestione del rumore ambientale (recepita in Italia con il Decreto D. L.vo n.194/2005) sono state introdotte le mappature acustiche per la rappresentazione del clima acustico relativo ad una determinata sorgente, le mappe acustiche strategiche, per la determinazione dell'esposizione globale al rumore causato da tutte le sorgenti presenti nell'area esaminata, i piani di azione, destinati alla gestione dei problemi acustici.

## Il quadro normativo per il contenimento dell'inquinamento acustico

L'inquinamento acustico delle aree urbanizzate varia in modo sostanziale da una città all'altra e, nella stessa città, da una zona all'altra in funzione di svariati fattori. Ciò ha comportato che, nel passato, il rumore sia stato sempre considerato, sia a livello nazionale che comunitario, un problema di natura locale, affrontato in base alla cultura e alle abitudini di vita locali. Tutto ciò si è tradotto nella non univoca definizione di strategie per il controllo dell'inquinamento acustico da parte delle normative dei vari Paesi della Comunità Europea. In direzione opposta a tale consuetudine, la Direttiva Europea 2002/49/CE del 25 giugno 2002 sulla valutazione e gestione del rumore ambientale, recepita in Italia con il decreto legislativo 194/2005, intende indirizzare gli Stati Membri verso un approccio comune nell'azione di contrasto dell'inquinamento acustico.

I principi cardine della Direttiva Europea 2002/49/CE consistono in *"una politica integrata"* ed in *"una condivisione di responsabilità"* per la determinazione e la gestione del rumore ambientale. Per *"approccio integrato"* ci si riferisce ad una metodologia di azione contro il rumore che non si fonda solo sul controllo dell'inquinamento acustico mediante l'attività di programmazione territoriale e dei trasporti e/o provvedimenti che mirino a ridurre il rumore nei punti rice-

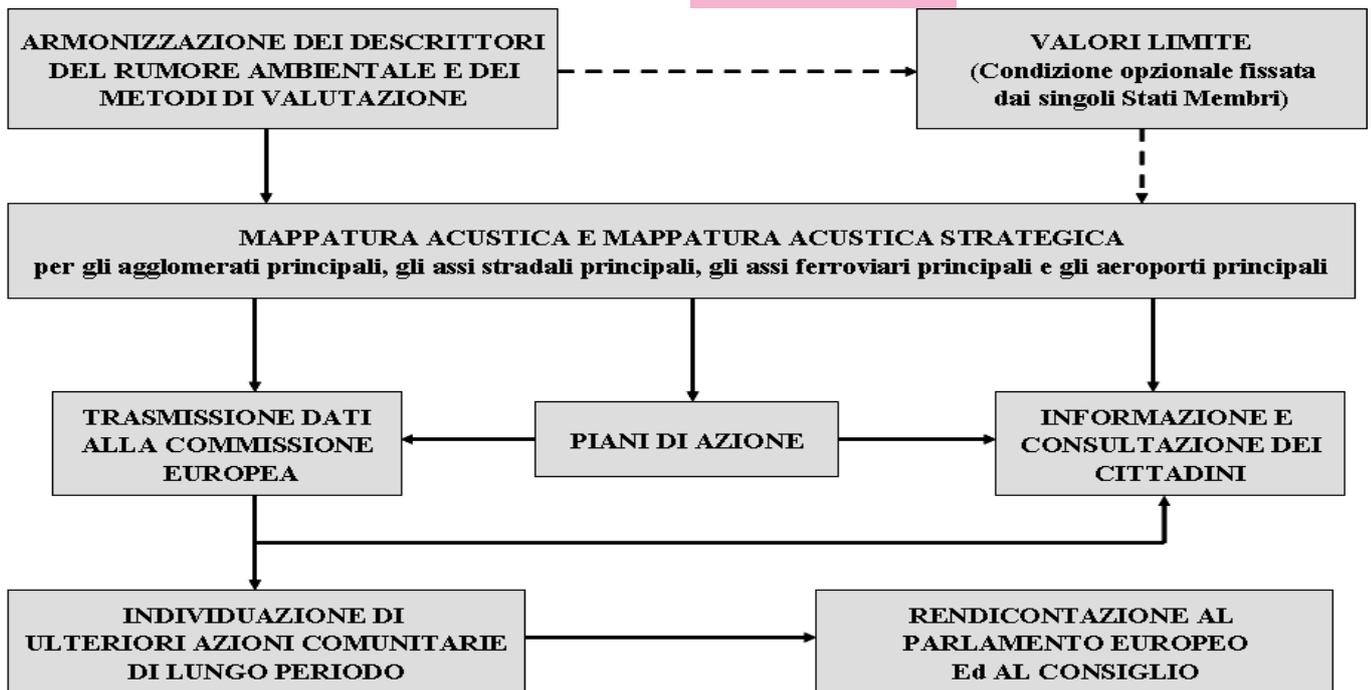
venti e/o ad ostacolarlo durante la propagazione, ma che si basa anche su interventi mirati alla riduzione del rumore alla sorgente e, soprattutto, su provvedimenti più generali e globali che mirano, contemporaneamente, al contenimento di diverse forme di inquinamento ambientale.

Affrontando, per esempio, in maniera corretta il problema dell'inquinamento atmosferico urbano, causato in gran parte dal traffico veicolare, si affronta anche il problema dell'inquinamento acustico che, in ambito urbano, ha la stessa fonte prevalente. Per *"condivisione di responsabilità"* si intende che la Comunità Europea deve farsi carico dei miglioramenti delle caratteristiche di emissione sonora delle sorgenti mediante l'emanazione di direttive che limitano la rumorosità emessa dai veicoli e/o macchinari che vengono commercializzati nei Paesi dell'Unione Europea, mentre gli Stati Membri sono responsabili per le misure adottate a livello locale sia in termini di leggi, regolamenti, coinvolgimento dei cittadini, promozione di specifici comportamenti ma, anche, di progetti di ricerca finalizzati alla riduzione del rumore dovuto sia alle infrastrutture di trasporto sia ai macchinari ed alle apparecchiature per uso industriale.

Gli obiettivi perseguiti dalla Direttiva Europea 2002/49/CE, sebbene siano previste delle revisioni a valle delle informazioni trasferite dagli Stati Membri alla Commissione Europea (Gergely, 2009), sono:

- 1) definizione di descrittori acustici armonizzati a livello comunitario per la descrizione del rumore ambientale nonché di norme e criteri tecnici per la determinazione dell'esposizione dei cittadini al rumore ambientale;
- 2) informazione dell'opinione pubblica sull'entità del rumore ambientale e sui relativi effetti nonché consultazione dei cittadini sulle strategie da adottare per la riduzione della rumorosità ambientale;
- 3) elaborazione di Piani d'Azione (PdA) nell'intento, più ampio rispetto ai Piani di Risanamento Acustico Comunale (PRAC) previsti dall'art. 7 della Legge Quadro 447/95, non solo di risanare, ove necessario, le porzioni di territorio critiche dal punto di vista della rumorosità ambientale, ma, anche, di preservare la qualità acustica del territorio nelle aree ove questa è già buona;
- 4) sviluppo di strategie comunitarie di lungo periodo finalizzate alla riduzione del numero di cittadini esposti ad elevati valori di rumorosità ambientale ispirati ai principi cardine della Direttiva Europea 2002/49/CE di *"politica integrata"* e *"condivisione di responsabilità"*.

Quest'ultimo obiettivo della Direttiva Europea 2002/49/CE si inquadra perfettamente con il Sesto Programma Comunitario di Azione per l'Ambiente che copre il periodo compreso tra il 22 luglio 2002 e il 21 luglio 2012 e che prevede, tra l'altro, la riduzione del numero di persone sistematicamente esposte ad elevati livelli di rumore (stimate in 100 milioni di individui nel 2000) del 10 % entro il 2010 e del 20 % entro il 2020.



Sintesi degli obiettivi della Direttiva Europea 2002/49/CE.

Con riferimento agli obiettivi 1) e 3), la Direttiva 2002/49/CE stabilisce che gli Stati Membri redigano le mappature acustiche strategiche e predispongano i PdA per gli agglomerati urbani e per le infrastrutture di trasporto in due fasi temporali successive, a seconda della dimensione dell'agglomerato e del numero di transiti previsti sulla tipologia di infrastruttura.

La Direttiva 2002/49/CE individua il livello giorno-sera-notte  $L_{den}$  quale parametro acustico per la descrizione e la quantificazione della rumorosità ambientale globale di un'area e, quindi, del fastidio percepito dai cittadini, sebbene, ancora oggi, la maggior parte degli Stati Membri utilizzino il livello continuo equivalente pesato A  $L_{A,eq}$  per descrivere la rumorosità ambientale (Alberts, 2009).

L'uso del livello giorno-sera-notte viene suggerito non solo quale descrittore per uniformare a livello comunitario la descrizione del rumore ambientale, avendo così a disposizione dati paragonabili tra loro ma, anche, in quanto è meglio

correlato al disturbo dovuto all'esposizione al rumore ambientale percepito dai cittadini rispetto al livello continuo equivalente pesato A, consentendo una più precisa valutazione della percentuale di individui disturbati e/o estremamente disturbati in seguito all'esposizione ad un assegnato livello di rumorosità ambientale valutata in termini di  $L_{den}$ .

In particolare la percentuale di individui disturbati o molto disturbati dall'esposizione al rumore ambientale varia considerevolmente in funzione della tipologia di sorgente sonora (WG2, 2002) e, nei contesti urbani è auspicabile, quindi, che, nella valutazione del numero di individui che beneficiano di un'azione di contenimento del rumore, si tenga conto non solo della maggiore diffusione della rete stradale nei contesti urbanizzati rispetto alla rete ferroviaria che in genere interessa una limitata area del territorio urbanizzato, ma anche della maggiore sensibilità degli individui al rumore proveniente dal traffico stradale piuttosto che dal traffico ferroviario.

La descrizione quantitativa accurata del rumore prodotto dal traffico veicolare nei contesti urbanizzati rappresenta un compito non semplice in quanto i livelli sonori dovuti al traffico veicolare subiscono notevoli variazioni nel tempo e nello spazio dovute principalmente alla distribuzione nel tem-

Percentuale di individui disturbati e molto disturbati esposti alla rumorosità prodotta dal traffico stradale e ferroviario.

$L_{den}$ (dBA)	% Disturbati		% Molto disturbati	
	Traffico stradale	Traffico ferroviario	Traffico stradale	Traffico ferroviario
45	6	3	1	0
50	11	5	4	1
55	18	10	6	2
60	26	15	10	5
65	35	23	16	9
70	47	34	25	14
75	61	47	37	23

I fase		
	Mappatura acustica strategica	Piani di Azione
Agglomerati urbani con più di 250000 abitanti	30 giugno 2007	18 luglio 2008
Assi stradali su cui transitano più di 6 milioni di veicoli all'anno		
Assi ferroviari su cui transitano più di 60000 convogli all'anno		
Aeroporti in cui si svolgono più di 50000 movimenti all'anno		
II fase		
	Mappatura acustica strategica	Piani di Azione
Agglomerati urbani con più di 100000 abitanti	30 giugno 2012	18 luglio 2013
Assi stradali su cui transitano più di 3 milioni di veicoli all'anno		
Assi ferroviari su cui transitano più di 30000 convogli all'anno		

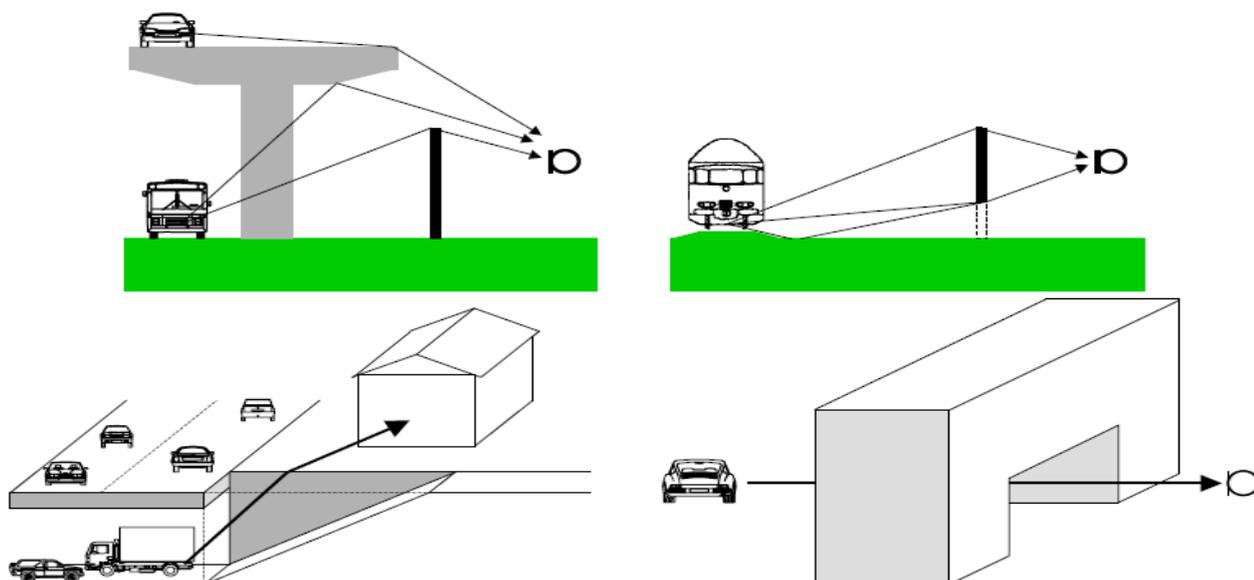
Scadenze per la stesura delle mappe acustiche strategiche e la predisposizione dei Piani di Azione secondo la Direttiva 2002/49/CE.

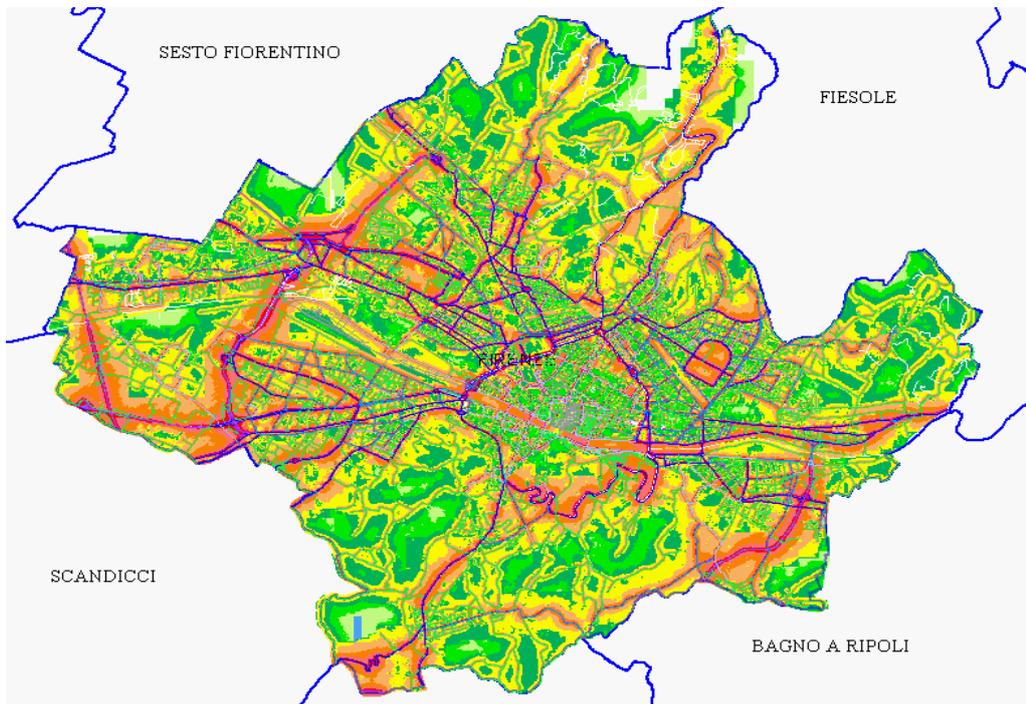
po dei veicoli sull'asse viario ed alla distribuzione degli edifici nel contesto urbano responsabili di complessi fenomeni di riflessione e diffrazione dell'energia sonora. Tuttavia la redazione delle mappature acustiche strategiche con riferimento al rumore prodotto dal traffico veicolare nei contesti urbanizzati può essere effettuata numericamente utilizzando diversi algoritmi di calcolo e software di-

sponibili che consentono di schematizzare il contesto urbano introducendo gli edifici e tutti gli eventuali ostacoli naturali e/o artificiali alla propagazione del suono, di tenere conto delle condizioni meteorologiche prevalenti nell'area in esame in termini di temperatura, gradiente termico, umidità relativa, direzione e velocità prevalenti del vento, di introdurre per ciascun asse stradale i dati inerenti l'entità e la tipologia del traffico veicolare in particolare in termini di numerosità e velocità dei veicoli leggeri e pesanti che interessano ciascun asse stradale, di pendenza dell'asse viario nonché delle caratteristiche del manto stradale. Tali modelli numerici riescono pertanto a descrivere adeguatamente la propagazione sonora anche in situazioni geometriche alquanto complesse con riferimento al cammino di trasmissione sonora dalla sorgente ad un punto ricevente (WP3, 2005).

Il modello di calcolo si completa assegnando dati acustici alle facciate degli edifici per tener conto dell'energia sonora assorbita e/o riflessa da esse nonché degli effetti di diffusione causati dalle irregolarità superficiali delle facciate come finestre e/o balconi e definendo i modelli acustici per la quantificazione del rumore prodotto dal traffico veicolare e per la valutazione della propagazione sonora.

Esempi di complessi cammini di propagazione del suono in contesti urbani.





Mapa acustica del Comune di Firenze relativa al rumore stradale realizzata sulla base degli indicatori europei ( $L_{den}$ ,  $L_{night}$ ).

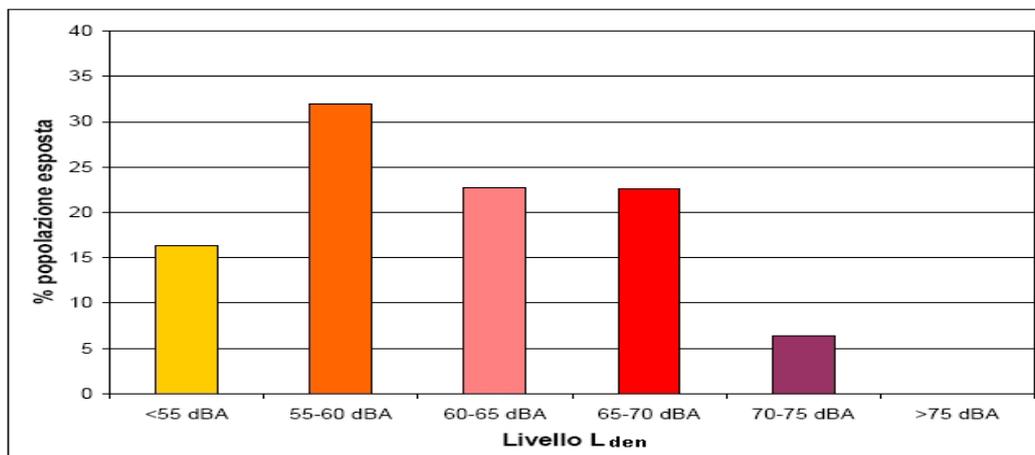
Benché siano disponibili diversi algoritmi di calcolo per la descrizione del rumore prodotto dal traffico veicolare e per la valutazione dell'influenza dei diversi tipi di ostacoli incontrati in un contesto urbano dalla propagazione sonora, la Direttiva 2002/49/CE suggerisce di utilizzare il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-XPS per il rumore del traffico veicolare e la ISO 9613-2 (Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2 -General method of calculation) per la valutazione degli effetti del contesto urbano sulla propagazione sonora.

Al fine di ridurre le incertezze dei risultati ottenuti dal modello di calcolo numerico utilizzato e, quindi, migliorare l'ac-

curatezza della valutazione sarebbe opportuno calibrare opportunamente il modello numerico effettuando dei rilievi metrologici sia in prossimità degli assi stradali che in prossimità di alcuni ricevitori, preferibilmente ricettori sensibili, presenti nell'area analizzata. Tali rilievi avranno il duplice fine di verificare la correttezza del modello di emissione sonora considerato (il traffico veicolare) e la correttezza del modello di simulazione del contesto urbano analizzato (rappresentazione degli edifici, attenuazione del suolo, rappresentazione degli ostacoli naturali o artificiali, etc.). L'elaborazione del modello di calcolo consente di ottenere una rappresentazione cartografica che evidenzia la distribuzione della rumorosità ambientale dovuta al traffico stradale sul territorio analizzato. Questa cartografia, che può anche essere redatta differenziando, per esempio, tra la rumorosità prodotta dal traffico veicolare dovuto al parco di automezzi pubblici e quello dovuto ai mezzi privati, costituisce uno strumento molto efficace nel rispondere a diverse esigenze:

- 1) descrivere sinteticamente ed intuitivamente l'entità dell'inquinamento acustico ambientale dovuto al traffico veicolare;
- 2) essendo facilmente comprensibile anche dai non addetti ai lavori rappresenta un efficace strumento per rispondere alla richiesta della Direttiva 2002/49/CE di informare il pubblico sull'entità della rumorosità ambientale a cui sono esposti;

Percentuale di popolazione del Comune di Firenze esposta al rumore stradale valutata a partire dalla mappatura acustica.



3) consente di valutare rapidamente l'entità dell'estensione sul territorio di eventuali misure adottate per il contenimento della rumorosità causata dal traffico veicolare. Dalla conoscenza della di-

stribuzione dei cittadini nei singoli edifici residenziali o da ipotesi sulla distribuzione del numero di abitanti del Comune considerato sulla base delle volumetrie degli edifici residenziali stessi è possibile ricavare la percentuale di cittadini esposti ai diversi livelli di rumorosità ambientale prodotta dal traffico veicolare e, quindi, sulla base di relazioni dose-effetto elaborate per conto della Commissione Europea (WG2, 2002), risalire alla percentuale di popolazione disturbata o estremamente disturbata dal rumore prodotto dal traffico veicolare.

#### Interventi di contenimento del rumore

I provvedimenti per il contenimento della rumorosità ambientale in ambito urbano costituiscono un progetto complesso che, a livello locale, vede la coesistenza di azioni di natura tecnica, normativa e pianificatoria. Ciascun intervento, considerato singolarmente, presenta un'efficacia parziale e non è, quindi, sufficiente a conseguire il desiderato controllo della rumorosità ambientale. Solo la simultanea presenza di più provvedimenti consente di ottenere risultati apprezzabili dal punto di vista della mitigazione dell'inquinamento acustico.

Si vuole comunque ancora evidenziare che la Direttiva 2002/49/CE suggerisce l'utilizzo di misure di contenimento del rumore che prevedano il controllo del rumore della sorgente sonora alla fonte piuttosto che al ricevitore e/o durante la via di propagazione. In particolare nell'ambito del progetto europeo Imagine (2009) sono riportati degli esempi di Piani d'Azione sviluppati o in fase di sviluppo in differenti paesi europei ed è sottolineato che le azioni per la riduzione del rumore mediante il controllo della rumorosità emessa alla sorgente dovrebbero essere preferite rispetto alle altre soprattutto per l'estensione dei loro effetti sul territorio. Ulteriori interventi di natura tecnica a disposizione delle Amministrazioni Locali, in particolare per il controllo del rumore derivante dal traffico stradale, sono rappresentati dall'impiego di pavimentazioni a bassa rumorosità e dalla sistemazione di barriere acustiche. Il loro utilizzo, tuttavia, trova applicazione essenzialmente lungo strade di grande comunicazione che attraversano le periferie dei grandi agglomerati urbani piuttosto che all'interno del contesto

Tipologia di intervento	Riduzione conseguita (dBA)
Gestione del traffico	0 ÷ 3
Zone a velocità ridotta	0 ÷ 2
Incroci e semafori	0 ÷ 2
Interventi sui veicoli	0 ÷ 5 (motore); 0 ÷ 7 (pneumatici)
Strade ribassate o rialzate	0 ÷ 5
Localizzazione degli insediamenti	0 ÷ 2
Pavimentazioni silenziose	1 ÷ 9
Giunti silenziosi	3 ÷ 5
Progettazione a spazi aperti	3 ÷ 5
Barriere	3 ÷ 18
Tunnel	25
Rivestimento di gallerie	8 ÷ 10
Orientamento degli edifici	0 ÷ 20
Utilizzo di serramenti sigillati	30 ÷ 44
Comportamento del guidatore	0 ÷ 3

Quadro comparativo delle misure di mitigazione del rumore prodotto dal traffico veicolare.

urbano. Infatti, con riferimento alle pavimentazioni a bassa rumorosità si segnala che, nel caso di utilizzo di conglomerati bituminosi drenanti, il deterioramento del manto stradale comporta incrementi della rumorosità prodotta dell'ordine di circa 1 dB all'anno proprio per le aree urbane (Kragh, 2009), mentre l'utilizzo di barriere antirumore all'interno delle città è alquanto limitato sia per ragioni estetiche che per difficoltà costruttive in spazi abbastanza stretti.

Tra le principali disposizioni di natura regolamentare a disposizione dell'Amministratore Locale per il controllo della rumorosità ambientale meritano di essere citati il

Esempi di schermi acustici, barriere fonoassorbenti o barriere vegetali. L'attenuazione del rumore ottenuta è minore rispetto ad azioni effettuate direttamente sulla sorgente.



Regolamento Edilizio comunale, il Regolamento di Igiene, il Regolamento di Polizia Municipale ed le Norme di Attuazione del PRG. In particolare è auspicabile che l'Amministrazione Locale aggiorni il proprio Regolamento Edilizio mantenendolo allineato all'evoluzione della normativa tecnica e legislativa per quanto concerne le disposizioni relative ai requisiti acustici passivi degli edifici ed al contenimento della rumorosità in facciata. Al Regolamento di Igiene e di Polizia Municipale si richiede invece di contenere, tra l'altro, norme di tutela acustica in riferimento all'esercizio delle attività rumorose temporanee e all'utilizzazione degli immobili residenziali, commerciali e delle infrastrutture; norme, tra l'altro, il più delle volte presenti nel Regolamento di Attuazione del Piano di Classificazione Acustica (PCA) del territorio, qualora adottato dal Comune. Alle Norme di Attuazione del PRG invece si devono richiedere delle disposizioni che, in particolare nelle aree di espansione urbana, superino delle abitudini molto diffuse di concedere deroghe alla realizzazione di insediamenti abitativi a ridosso di aree "rumorose".

Al di là delle azioni tecniche e regolamentari, sicuramente i provvedimenti di natura pianificatoria rappresentano i fondamentali strumenti a disposizione delle Amministrazioni Locali per il contenimento della rumorosità ambientale. Questi possono essere suddivisi in interventi sulla mobilità ed interventi sull'assetto urbanistico-territoriale. Il PUT è lo strumento tecnico-amministrativo per la pianificazione della circolazione stradale sul territorio comunale ed il governo della mobilità urbana. Tale strumento consente non solo di aumentare l'efficienza del sistema di trasporto comunale e salvaguardare la sicurezza stradale, ma, per la natura di alcuni provvedimenti in esso presenti, si configura, anche, come un utile mezzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico. Le azioni contenute in un PUT che hanno una ricaduta sull'impatto acustico della mobilità comunale possono essere suddivise in interventi basati su incentivi economici governativi ed in veri e propri strumenti di gestione del traffico. Per quanto concerne gli incentivi economici governativi è chiaro che essi risultano indispensabili per la sostituzione del parco di autobus equipaggiati con motori diesel tradizionali con autobus dotati di motori diesel di nuova generazione e/o per l'acquisto di veicoli a trazione elettrica. Tra gli interventi di gestione del traffico più utilizzati, invece, meritano di essere citati le Zone a Traffico Limitato (ZTL), la diminuzione della velocità di attraversamento dei veicoli, le zone a velocità controllata, la fluidificazione del flusso veicolare, la gestione della sosta, l'accessibilità selettiva.

Anche i principi della pianificazione urbanistico-territoriale, come detto, possono essere utilmente impiegati come strumenti preventivi per il controllo ed il contenimento della rumorosità ambientale. Tra i provvedimenti che possono essere adottati in tale ambito possono essere citati la distribuzione degli edifici e dei vani interni all'edificio, la localizza-

zione degli insediamenti, la configurazione degli edifici, la pianificazione della rete stradale, la stesura del PCA del territorio. L'efficacia di alcuni dei provvedimenti citati nel perseguire un miglioramento dei requisiti di qualità acustica del territorio è abbastanza intuitiva; qui si desidera soffermarsi, in particolare, sulle azioni di risanamento preventivo che possono essere condotte già in fase di redazione del PCA del territorio. In tale ambito, infatti, possono essere effettuate delle scelte finalizzate alla realizzazione di interventi di "bonifica acustica preventiva" per fronteggiare alcune situazioni particolari, quali l'accostamento di zone industriali in prossimità di aree boschive e/o agricole, caratterizzate da un'urbanizzazione assente o limitata. In queste situazioni, qualora la tipologia delle attività produttive insediate risulti tale da garantire il rispetto del valore limite di immissione anche nel caso in cui la zona che contiene l'insediamento industriale venga inserita in una classe acustica di livello inferiore, si potrebbe scegliere di non classificare l'insediamento industriale in classe VI o V al fine di evitare l'inserimento di fasce cuscinetto in aree acusticamente "pregevoli". Il prevedere la presenza di fasce cuscinetto potrebbe consentire, in un futuro, l'inserimento in tali aree di attività

In molti casi, nelle città italiane come a Genova sul viadotto che taglia in due il centro urbano, mancano anche gli schermi acustici.



rumorose che, pur nel rispetto dei limiti di immissione ed emissione, comunque potrebbero comportare, nel tempo, un degrado acustico dell'area. Sebbene le misure attuate in ambito comunitario in materia di inquinamento acustico negli ultimi 25 anni hanno condotto ad una diminuzione dei livelli di rumore più alti nelle zone più a rischio, le cosiddette "zone nere", contestualmente si è verificata un'espansione delle zone caratterizzate da livelli definiti di attenzione, le cosiddette "zone grigie" (Libro Verde, 1996). L'obiettivo dell'operato delle Pubbliche Amministrazioni, pertanto, deve essere quello di evitare che si ripetano situazioni del tipo suddetto impedendo che, la riduzione del numero di persone esposte a livelli sonori elevati, causati per esempio da qualsiasi forma di traffico terrestre, sia conseguita semplicemente spostando il traffico verso aree meno popolate e, quindi, "più silenziose".

### Strategie e buone pratiche di contenimento del rumore

In alcune città già da tempo, come suggerito dalle indicazioni comunitarie, si tende ad adottare strategie di integrazione che offrono le maggiori garanzie di riduzione di tutti i fenomeni di congestione e, quindi, dei loro indotti negativi sulle città, tra i quali anche l'inquinamento acustico. In particolare, per quel che riguarda quest'ultimo aspetto, si tenta di integrare ed armonizzare le "esigenze di protezione dal rumore e gli aspetti inerenti alla pianificazione urbana e territoriale, compreso il governo della mobilità" (Papa, 2001). Il perseguimento di questa strategia presuppone l'adozione di una logica di area piuttosto che di una logica volta ad inseguire e trovare soluzioni per singoli episodi.

I livelli allarmanti di inquinamento nelle nostre città sono dovuti infatti all'intreccio inestricabile di vari fattori, quali la stratificata compresenza di attività, non sempre localizzate secondo una logica preordinata per l'organizzazione migliore dei flussi di traffico che queste attraggono. E' necessario quindi adottare strategie che contemperino assetto urbanistico, organizzazione dei flussi di mobilità e salvaguardia ambientale (tra cui la protezione degli abitanti da livelli di rumore nocivi alla salute). La messa a punto di strategie d'area per il contenimento dei fenomeni di inquinamento acustico in ambito urbano richiede l'identificazione sia degli elementi che agiscono da fattori amplificativi del rumore prodotto dal traffico veicolare che di quelli che agiscono come fattori incrementali; una medesima sorgente in contesti urbani diversi produce livelli di impatto differenti, in relazione sia a fattori amplificativi di diversa natura (manto stradale, tipologie di manufatti edilizi, tipologie di tessuto urbano) che alla localizzazione, concentrazione e frammistione delle attività. Queste ultime, in quanto generatori di flussi veicolari e quindi di congestione, agiscono

indirettamente sui livelli sonori riscontrabili in una data area, determinando un incremento del numero e della concentrazione delle sorgenti di rumore considerate (Galderisi e Gargiulo, 1999). Appare evidente, quindi, che il coordinamento tra piani di zonizzazione e risanamento acustico, strumenti urbanistici e di governo della mobilità, non può essere ridotto ad un obbligo di legge e ad un coordinamento a posteriori delle scelte effettuate (Fistola, Galderisi, Gargiulo, 2000). E' necessaria l'adozione di un processo decisionale interattivo e non gerarchico in cui le valutazioni relative all'impatto acustico delle scelte in materia urbanistica e di governo della mobilità vengano assunte quale parte integrante del processo decisionale.

In alcune realtà europee, orientate a soluzioni integrate per la riduzione delle emissioni nocive e alla riduzione dell'inquinamento acustico, le Lez sembrano dare un valido aiuto. Le Lez sono delle aree delimitate all'interno delle quali possono circolare esclusivamente i veicoli che soddisfano de-

La mappa turistica di Berlino con l'indicazione dell'area chiusa al traffico automobilistico e, sotto, un tratto di pista ciclabile lungo una delle principali arterie stradali.



terminate norme d'emissione chiaramente definite. L'introduzione di una tale misura permette di preservare la popolazione, molto esposta, da un eccesso d'inquinamento dannoso e d'incrementare la pressione sui proprietari di veicoli diesel. Il principio è semplice e si impone in un numero crescente di città europee: delle Lez sono già state introdotte a Colonia, Berlino, Hannover, Londra e Milano. Le Lez sono una misura molto efficace contro le polveri fini e gli ossidi d'azoto e contribuiscono a diminuire il rumore dovuto al traffico. Le Lez comportano –almeno a breve termine– una riduzione del traffico, del rumore e degli incidenti. Esse accrescono lo spazio a disposizione dei pedoni e dei ciclisti. Dato che il numero dei veicoli autorizzati aumenta di pari passo col rinnovo del parco veicoli, le Lez non sono uno strumento per diminuire sul lungo periodo il traffico. Una tale riduzione può essere prolungata se si rafforzano regolarmente le condizioni d'accesso e si sviluppano parallelamente i trasporti pubblici (ATA, 2010). A Berlino, ad esempio, nel 2008 si è giunti alla sperimentazione della prima fase del programma Lez che è riuscito a ridurre del 60% l'ingresso alle auto con emissione di elevati livelli di CO<sub>2</sub> e

del 30% l'ingresso ai mezzi pesanti, anche se bisogna considerare che circa 50.000 automobili sono state sostituite con nuove a più basse emissioni. Tra gli interventi anche semplici, che mirano a trovare soluzioni integrate, a Berlino è stata utilizzata, ad esempio, la riduzione del limite di velocità a 30 Km/h. Questa semplice restrizione ha prodotto la riduzione simultanea del livello di rumore (di 3dB) e d'inquinamento dell'aria (di circa il 10% del PM<sub>10</sub>) (Rauterberg, 2008). Inoltre, a Berlino è portato avanti dalla Daimler AG e dalla RWE AG il progetto "E-mobility Berlin", il più grande progetto congiunto per vetture elettriche eco-compatibili che circolano senza produrre emissioni, contribuendo così in misura determinante alla tutela dell'ambiente ed alla riduzione della dipendenza dai carburanti fossili. L'iniziativa "E-mobility Berlin" comprende tutti i componenti necessari per l'efficiente utilizzo di veicoli elettrici a batteria: dalle più moderne ed innovative tecniche di propulsione, fino alle infrastrutture a misura di cliente. Più di 100 le vetture elettriche, con circa 500 punti di ricarica della fornitura di elettricità e del controllo centrale del sistema. Il sistema di pagamento e fatturazione dei rifornimenti si basa sullo scam-

Pariser Platz a Berlino chiusa al traffico veicolare in un'immagine dell'ottobre del 2007.



bio di dati tra uno speciale dispositivo di comunicazione montato a bordo del veicolo e la stazione di ricarica intelligente.

Per l'importanza nella sperimentazione di soluzioni innovative per la mobilità sostenibile del futuro, il progetto "E-mobility Berlin" è sostenuto dal governo federale tedesco. L'iniziativa rappresenta un valido esempio dei risultati che si possono

ottenere quando politica, fornitori di energia ed industria automobilistica lavorano allo stesso obiettivo.

#### Note

<sup>1</sup> Pur nell'ambito di una riflessione congiunta, la stesura del primo e del quarto paragrafo è stata curata da Carmela Gargiulo; la stesura del secondo e del terzo paragrafo è stata curata da Rosario Romano.

#### Riferimenti bibliografici

- Alberts W. (2009), Noise limits and noise levels along motorways in Europe, Proceedings of the 7<sup>th</sup> European Conference on Noise Control EURONOISE 2009, Edinburgo (Scozia), 26-28 Ottobre 2009.
- Arpa (2009), Relazione sullo stato dell'ambiente della Regione Emilia Romagna - Rumore, Regione Emilia Romagna.
- ATA Associazione Traffico e Ambiente (2010), Rapporto Aria pulita per la gente in città, Berna.
- C.E. (2002), Direttiva 2002/49/CE del parlamento europeo e del consiglio del 25 giugno relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale, Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee L 189/12 del 18 Luglio 2002.
- Comitato Tecnico C4.2 (2006), *Interazione veicolo-strada: guida alla valutazione e pianificazione degli interventi di risanamento acustico*, XXV Convegno Nazionale Stradale, Firenze.
- Curcuruto S., Silvaggio R., (2007), Inquinamento acustico, rapporto annuale, Apat Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale.
- Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 194, Attuazione della direttiva 2002/29/CE relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale, Gazzetta Ufficiale n. 222 del 23 Settembre 2005.
- Fistola R, Galderisi A., Gargiulo C. (2000), La zonizzazione acustica nelle grandi aree urbane: problematiche, condizioni di incertezza e ipotesi di soluzione. Il contributo dell'urbanistica, in Atti del XXVIII Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Acustica, Trani.
- Galderisi A., Gargiulo C. (1999), Acoustic Pollution and urban mobility: the role of urban planning" Acts 8<sup>th</sup> International Symposium Transport and Air Pollution including Cost 319, Graz.
- Gargiulo C. (2010), Urban quality vs single travel: a possible syntesis, Rivista Trimestrale del Laboratorio Territorio Mobilità e Ambiente-TeMALab, ISSN 1970-9870, vol. 4, dicembre 2010, pagg.7-16.
- Gergely B. (2009), Revision of the European noise Directive in 2009, Proceedings of the 7<sup>th</sup> European Conference on Noise Control EURONOISE 2009, Edinburgo (Scozia), 26-28 Ottobre 2009.
- Legge 26 Ottobre 1995, n. 447, Legge quadro sull'inquinamento acustico, Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 254 del 30 Ottobre 1995.
- Libro Verde della Comunità Europea, *Politiche future in materia di inquinamento acustico*, 4 Luglio 1996.
- Kragh J. (2009), *Road surface noise performance over time* - Proceedings of the 7<sup>th</sup> European Conference on Noise Control EURONOISE 2009, Edinburgo (Scozia), 26-28 Ottobre 2009.
- Papa R. (2001), Urbanistica, mobilità e ambiente: le scelte dell'Amministrazione Comunale di Napoli, in Galderisi A. e Gargiulo C. (eds), Un approccio integrato al governo delle trasformazioni urbane: la zonizzazione acustica di Napoli, Urbanistica Dossier n. 36.
- Progetto IMAGINE, *Improved methods for the assessment of the generic impact of noise in the environment*, IMAGINE – State of the Art, Deliverable 2.
- Rauterberg A. (2008) PRONET Workshop Report "Transport, Environment & Health", June 2008.
- Schafer, R. M., (1977), *The Tuning of the World*, McClelland & Stewart, Toronto/ Knopf, New York, 1977, trad. italiana *Il paesaggio sonoro*, Milano, UNICOPLI. Technical Report elaborato dal WG2 (2002), Dose/Effect della Commissione Europea, *Position paper on noise response relationships between transportation noise and annoyance*, Febbraio 2002.
- Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20 elaborato dal WP3 (2005), Engineering method for road traffic and railway noise after validation and fine-tuning nell'ambito del progetto europeo Harmonoise, Gennaio 2005.

#### Referenze immagini

L'immagine a pag. 43 è una foto di C. Gargiulo. Le tabelle di pag. 45 e 46 sono tratte dai dati ISTAT 2000-2009. L'immagine in alto a pag. 47 è tratta da Gergely, 2009; quella in basso dal Technical Report elaborato dal WG2 2002. L'immagine di pag. 48 è tratta dal Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20 elaborato dal WP3 (2005). Le immagini di pag. 49 sono tratte dal sito [sira.arp.toscana.it](http://sira.arp.toscana.it). L'immagine in alto a pag. 50 è tratta dagli Atti del Convegno Nazionale Stradale del Comitato Tecnico C4.2 del 2006; quella in basso è tratta da [it.paesaggioix.wikia.com](http://it.paesaggioix.wikia.com). L'immagine di pag. 51 è una foto di C. Gargiulo. L'immagine in alto a pag. 52 è tratta da [www.berlinguida.it](http://www.berlinguida.it); quella in basso da [it.paesaggioix.wikia.com](http://it.paesaggioix.wikia.com). L'immagine dell'articolo è di C. Gargiulo.