



LEGAMBIENTE

Smog e dintorni

L'inquinamento atmosferico e acustico nelle città italiane

Roma 26 gennaio 2005

IL “CHI E” DI LEGAMBIENTE

LEGAMBIENTE è l'associazione ambientalista italiana con la diffusione più capillare sul territorio (più di 1.000 gruppi locali, 20 comitati regionali, 115mila tra soci e sostenitori). Nata nel 1980 sull'onda delle prime mobilitazioni antinucleari, LEGAMBIENTE è un'associazione apartitica, aperta ai cittadini di tutte le idee politiche democratiche, religiose, morali, che si finanzia con i contributi volontari dei soci e dei sostenitori delle campagne. E' riconosciuta dal ministero dell'Ambiente come associazione d'interesse ambientale, fa parte del “Bureau Européen de l'Environnement”, l'unione delle principali associazioni ambientaliste europee, e della “International Union for Conservation of Nature”.

Campagne e iniziative

Tra le iniziative più popolari di LEGAMBIENTE vi sono grandi campagne di informazione e sensibilizzazione sui problemi dell'inquinamento: “Goletta Verde”, il “Treno Verde”, l'”Operazione Fiumi”, che ogni anno “fotografano” lo stato di salute del mare italiano, la qualità dell'aria e la rumorosità nelle città, le condizioni d'inquinamento e cementificazione dei fiumi; “Salvalarte”, campagna di analisi e informazione sullo stato di conservazione dei beni culturali; “Mal'Aria”, la campagna delle lenzuola antimog stese dai cittadini alle finestre e ai balconi per misurare i veleni presenti nell'aria ed esprimere la rivolta del “popolo inquinato”; la “Carovana delle Alpi”, la campagna di indagine sul sistema alpino..

LEGAMBIENTE promuove anche grandi appuntamenti di volontariato ambientale e di gioco che coinvolgono ogni anno centinaia di migliaia di persone (“Clean-up the World/Puliamo il Mondo” l'ultima domenica di settembre, l'operazione “Spiagge Pulite” l'ultima Domenica di maggio, i campi estivi di studio e recupero ambientale), ed è fortemente impegnata per diffondere l'educazione ambientale nelle scuole e nella società (sono migliaia le Bande del Cigno che aderiscono all'associazione e molte centinaia gli insegnanti che collaborano attivamente in programmi didattici, educativi e formativi).

Per una globalizzazione democratica

LEGAMBIENTE si batte contro l'attuale modello di globalizzazione, per una globalizzazione democratica che dia voce e spazio alle ragioni dei poveri del mondo e che non sacrifichi le identità culturali e territoriali: rientrano in questo impegno le campagne “Clima e Povertà”, per denunciare e contribuire a combattere l'intreccio tra problemi ambientali e sociali, e “Piccola Grande Italia” e “Voler bene all'Italia”, per festeggiare e valorizzare il grande patrimonio di “saperi e sapori” custodito nei piccoli comuni italiani.

L'azione sui temi dell'economia e della legalità

Da alcuni anni LEGAMBIENTE dedica particolare attenzione ai temi della riconversione ecologica dell'economia e della lotta all'illegalità: sono state presentate proposte per rinnovare profondamente la politica economica e puntare per la creazione di nuovi posti di lavoro e la modernizzazione del sistema produttivo su interventi diretti a migliorare la qualità ambientale del Paese nei campi della manutenzione urbana e territoriale, della mobilità, del risanamento idrogeologico, della gestione dei rifiuti; è stato creato un osservatorio su “ambiente e legalità” che ha consentito di alzare il velo sul fenomeno delle “ecomafie”, branca recente della criminalità organizzata che lucra miliardi di euro sullo smaltimento illegale dei rifiuti e sull'abusivismo edilizio.

Gli strumenti

Strumenti fondamentali dell'azione di LEGAMBIENTE sono il Comitato Scientifico, composto di oltre duecento scienziati e tecnici tra i più qualificati nelle discipline ambientali; i Centri di Azione Giuridica, a disposizione dei cittadini per promuovere iniziative giudiziarie di difesa e tutela dell'ambiente e della salute; l'Istituto di Ricerche Ambiente Italia, impegnato nel settore della ricerca applicata alla concreta risoluzione delle emergenze ambientali. LEGAMBIENTE pubblica ogni anno "Ambiente Italia", rapporto sullo stato di salute ambientale del nostro Paese, e invia a tutti i suoi soci il mensile “La Nuova Ecologia”, “voce” storica dell'ambientalismo italiano.

Hanno curato la redazione del dossier:

Lucia Venturi e Giorgio Zampetti

Hanno collaborato alla stesura dei testi:

Paolo Giovangrossi, Rina Guadagnini, Michela Mammarella e Valentina Piacentini.

Fonti:

Legambiente, Ecosistema Urbano 2005

Legambiente e Istituto Ambiente Italia, Rapporto Ambiente Italia 2004

Legambiente – Dossier “Inquinamento atmosferico” (2001)

Legambiente – Dossier “Inquinamento da traffico” (2001)

Comunicato Stampa finale Treno Verde 2004

APAT, Annuario dei dati ambientali 2003

Roberta Ferrara e Rina Guadagnini – *Inquinamento urbano da PM10 e rischi per la salute in età pediatrica* – Dossier Legambiente

Francesca Dalla Montà – *“Effetti dell’inquinamento atmosferico sulla salute umana: il PM10 a Vicenza”* – Tesi di Laurea (aa 2003,2004) – Scienze e Tecnologie per l’Ambiente – Univ. di Padova

Libro Verde della Commissione Europea – *Politiche Future in materia di inquinamento acustico* – COM(96) 540 - 1996

Marco Mazzoncini – *La filiera biocarburanti* – Atti Chimica Verde – Firenze 2004

Claudio Rocchietta – *Sostenibilità economica della filiera del biodiesel* - Atti Chimica Verde – Firenze 2004

L. M. Aliberti - *“Il rumore: possibili effetti nocivi sulla salute umana”* – Istituto Superiore di Sanità Notiziario 2003, vol. 16-11

www.iss.it: sito internet dell’Istituto Superiore di Sanità

www.nonsoloaria.com

www.reteambiente.it

Indice

1. PREMESSA	1
2. L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO	2
2.1 La rete di monitoraggio	2
2.2 I limiti di legge per gli inquinanti atmosferici	5
2.3 Aria di città	1 6
2.4 Il contributo dei trasporti all'inquinamento atmosferico: motori e carburanti	12
2.4.1 Confronto tra i diversi carburanti	13
2.4.2 Qualità ambientale dei veicoli	14
2.5 Le indagini epidemiologiche	16
2.6 Le "magnifiche" 7 proposte di Legambiente	17
3. L'INQUINAMENTO ACUSTICO	21
3.1 Le fonti del rumore	21
3.2 La situazione nelle città italiane	22
3.3 Gli effetti sulla salute	27
APPENDICE	29
I. GLI INQUINANTI E LE FONTI	29
II. GLI EFFETTI SULLA SALUTE E SULL'AMBIENTE	35
III. I CARBURANTI	39
IV. I MOTORI	44
V. NORMATIVA IN MATERIA DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO	46
VI. NORMATIVA IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO	51
VII. METODI DI CAMPIONAMENTO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA	52
VIII. LE UNITA' DI MISURA	55

1. PREMESSA

Blocchi del traffico, targhe alterne, domeniche a piedi, smog alle stelle, e potremmo continuare. Questi i titoli dei giornali e dei telegiornali che come ogni anno, da molti anni a questa parte purtroppo, si leggono con l'arrivo delle belle giornate invernali.

Certo, se andiamo oltre i titoli dei giornali, possiamo dire che qualcosa è cambiato nel corso di questi anni, ma ciò che non si coglie è un concreto miglioramento dell'aria che respiriamo nelle città. Oggi conosciamo senz'altro meglio la qualità dell'aria delle aree urbane, si sono estese le reti di monitoraggio, sono migliorati gli strumenti conoscitivi, sono in uso sempre più spesso modelli capaci di integrare le concentrazioni alle emissioni. Sappiamo come si è trasformato l'inquinamento da forme legate alla presenza di sostanze tradizionali quali il piombo tetraetile, l'anidride solforosa e il monossido di carbonio fino alla comparsa di nuovi inquinanti come il benzene, il benzoapirene, gli IPA, le PM10, sappiamo anche che alcuni inquinanti permangono pressochè costanti come gli ossidi di azoto e l'ozono.

Sono migliorate le composizioni dei carburanti e le tecnologie di abbattimento delle emissioni dei tubi di scappamento delle automobili, prima con le marmitte catalitiche e poi con i vari EURO 1, EURO 2, e così via. Nessuno più pensa nemmeno lontanamente di negare che vi siano effetti diretti tra inquinamento dell'aria e problemi alla salute e gli studi epidemiologici e di settore sono ormai in grado di correlare patologie e inquinanti in maniera sempre più approfondita. Non si parla più solo di effetti legati all'apparato respiratorio, ma di recente si sono avute evidenze che le polveri fini entrando in circolo attraverso i polmoni rendono più viscoso il sangue e creano disturbi all'apparato cardiovascolare, con conseguenze in particolare sul ritmo cardiaco. Così come è ormai unanimamente riconosciuto il contributo dato dall'inquinamento acustico caratteristico delle città in cui viviamo ai disturbi tipici del nostro tempo: stress, insonnia, gastriti, difficoltà a concentrarsi.

Tutto questo lo si conosce, così come si è coscienti del fatto che il problema non è circoscritto a poche aree del paese, ma coinvolge ormai tutti i centri urbani, anche quelli minori, dove si concentrano i 2/3 della popolazione. Ed è assodato che il traffico è la principale causa dell'inquinamento atmosferico e acustico delle aree urbane. Ma a distanza ormai di quindici anni dal primo provvedimento antismog in nessuna città, piccola o grande, si è riusciti a chiudere il cerchio che dalla conoscenza passa alla consapevolezza e da questa all'azione. Le uniche misure prese sono ancora quelle di emergenza: dai blocchi del traffico alle varie categorie di autoveicoli, alle targhe alterne in attesa della pioggia per poterli revocare. Ne sono testimonianza le notizie che arrivano da città come Torino dove anziché aumentarle si tolgono le corsie riservate ai mezzi pubblici o Milano, dove anziché studiare percorsi cosiddetti 30, dove cioè le automobili vanno alla stessa velocità dei pedoni, si progetta una tangenziale cittadina dove trasformare gli automobilisti in piloti di Formula1.

E la musica non cambia spostandosi alle varie coordinate geografiche: Genova, Firenze, Roma, Napoli, Bari, passando anche per Lucca, Livorno Perugia e arrivando sino a Palermo, da nessuna parte si sono messe in atto strategie serie di mobilità urbana, in nessun caso il trasporto pubblico è competitivo con quello privato. Le immatricolazioni delle automobili sono aumentate negli ultimi anni, anche grazie alle politiche governative che hanno incentivato l'acquisto di automobili sicuramente meno inquinanti, ma sempre mezzi privati e quasi sempre utilizzati da una sola persona, il guidatore. I parcheggi sono sempre più problematici perché non c'è più spazio.

E' evidente che le misure da intraprendere per la revisione della mobilità urbana che passano dalla limitazione della circolazione privata, alla rimodulazione dell'offerta del trasporto pubblico sono tutte azioni che hanno un impatto non indifferente sulla vita quotidiana di una città. Come è altrettanto evidente che le amministrazioni da sole non hanno le risorse economiche per mettere mano a interventi strutturali di mobilità urbana alternativa. E' quindi necessario pensare ad un intervento coordinato tra amministrazione centrale e governi locali con un obiettivo comune: migliorare il benessere di tutti i cittadini e restituire alle nostre città e a chi le abita le piazze, le strade, i monumenti e i giardini adesso sommersi dalle auto e dallo smog.

2. L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

2.1 La rete di monitoraggio

La rete di monitoraggio nazionale per l'inquinamento atmosferico copre attualmente una buona parte del territorio, permettendo di avere un quadro piuttosto completo sui livelli degli inquinanti presenti nell'aria. Anche se, come risulta dall'ultimo censimento APAT (Annuario dei dati Ambientali 2003), nel nord sono concentrate il 63% delle stazioni di monitoraggio, con una copertura uniforme e sufficiente del territorio, mentre nell'Italia centrale e meridionale (comprese le isole maggiori) sono presenti rispettivamente il 19% e il 18% delle stazioni e ci sono ampie porzioni di territorio prive di copertura. Un quadro ancora più dettagliato a livello nazionale viene dai dati di Ecosistema Urbano 2005, che analizza la situazione relativa ai capoluoghi di provincia italiani. La valutazione della rete di monitoraggio, in questo caso, si basa sul numero di centraline fisse presenti nel territorio comunale e sulla quantità di inquinanti atmosferici monitorati in modo significativo, ovvero le cui concentrazioni sono state rilevate per più del 75% dei giorni (50% nel caso del benzene). Il numero di centraline e dei parametri monitorati considerato dipende dal numero di abitanti del comune secondo la normativa vigente :

abitanti per città	totale centraline	n. parametri monitorati
< 50.000	1 (fisse – mobili)	3
50.000-150.000	3 (fisse – mobili)	3
150.000-500.000	6 (fisse – mobili)	6
500.000-1.000.000	8 (fisse)	6
> 1.000.000	12 (fisse)	6

Il quadro d'insieme mostra un sistema di monitoraggio che garantisce una copertura quasi totale all'interno dei principali centri italiani. Infatti solo tre capoluoghi risultano totalmente privi di centraline per il monitoraggio dei principali inquinanti: Catanzaro, Oristano e Trapani. Mentre alcuni - è questo il caso di Cosenza, Massa e Ragusa - affidano il controllo dell'inquinamento atmosferico solo ad una centralina mobile.

L'efficienza del sistema di monitoraggio all'interno dei nostri capoluoghi di provincia si può osservare meglio nella tabella 2 dove viene riportato per ciascun capoluogo il numero di centraline che hanno funzionato per almeno il 75% dei giorni durante il 2003, sul numero totale di centraline presenti nell'abitato, e il numero di analizzatori per ciascun inquinante.

Considerando i giorni di effettivo funzionamento delle centraline, il numero di parametri monitorati si riduce, anche se in maniera non rilevante. Nel 2003 il 95% delle centraline ha monitorato PM10 ed Ozono (O₃) per più di 274 giorni (75% dell'anno solare), mentre il 93% lo ha fatto per il biossido di azoto (NO₂), il biossido di zolfo (SO₂) e il monossido di carbonio (CO). Per alcune sostanze c'è una buona copertura su tutto il territorio mentre per altre ci sono alcune città che risultano ancora prive di stazioni di monitoraggio. Il maggior numero di rilevatori rimane quello relativo al biossido di azoto e al monossido di carbonio che vengono monitorati in quasi tutte le città considerate. Il numero di città che compiono il monitoraggio del benzene (C₆H₆) è aumentato rispetto agli anni scorsi sebbene nel 23% dei capoluoghi di provincia questo inquinante non venga ancora rilevato.

Per quanto riguarda il PM10, l'O₃ e l'SO₂, la copertura è sicuramente migliore nel nord, dove il monitoraggio avviene praticamente in tutti i capoluoghi di provincia. In particolare le centraline per il monitoraggio del PM10 negli ultimi anni hanno raggiunto ormai la stessa diffusione di quelle per CO e NO₂, vista la gravità del problema e l'attenzione che nei prossimi anni i comuni dovranno porre sui livelli di questo inquinante, per adempiere alle direttive comunitarie.

Legambiente – Smog e dintorni

Tabella 1: Rete di monitoraggio per l'inquinamento atmosferico nei capoluoghi di provincia italiani

Pos.	Città	% liv. di monitoraggio	Pos.	Città	% liv. di monitoraggio	Pos.	Città	% liv. di monitoraggio
1	Alessandria	100%	1	Piacenza	100%	63	Treviso	88%
1	Aosta	100%	1	Pisa	100%	72	Napoli	85%
1	Arezzo	100%	1	Prato	100%	73	Ancona	78%
1	Ascoli Piceno	100%	1	Ravenna	100%	73	Macerata	78%
1	Bari	100%	1	Reggio Emilia	100%	73	Potenza	78%
1	Belluno	100%	1	Rimini	100%	76	Crotone	77%
1	Bergamo	100%	1	Rovigo	100%	76	Cuneo	77%
1	Biella	100%	1	Savona	100%	76	Pordenone	77%
1	Bologna	100%	1	Siracusa	100%	76	Viterbo	77%
1	Bolzano	100%	1	Sondrio	100%	80	Siena	67%
1	Cagliari	100%	1	Taranto	100%	81	Messina	40%
1	Caltanissetta	100%	1	Terni	100%	82	Nuoro	35%
1	Caserta	100%	1	Trento	100%	82	Rieti	35%
1	Catania	100%	1	Trieste	100%	82	Teramo	35%
1	Como	100%	1	Udine	100%	82	Vibo Valentia	35%
1	Cosenza	100%	1	Varese	100%	86	Ragusa	23%
1	Ferrara	100%	1	Venezia	100%	86	Reggio Calabria	23%
1	Firenze	100%	1	Verbania	100%	86	Foggia	23%
1	Forlì	100%	1	Vercelli	100%	89	Chieti	12%
1	Frosinone	100%	1	Verona	100%	89	Massa	12%
1	Genova	100%	1	Vicenza	100%	89	Matera	12%
1	Gorizia	100%	57	Roma	97%	92	Catanzaro	0
1	Grosseto	100%	58	Torino	96%	92	Oristano	0
1	Imperia	100%	59	Brescia	94%	92	Trapani	0
1	La Spezia	100%	59	Modena	94%	nd	Agrigento	nd
1	Latina	100%	59	Padova	94%	nd	Brindisi	nd
1	Lecce	100%	62	Milano	91%	nd	Campobasso	nd
1	Lecco	100%	63	Asti	88%	nd	Enna	nd
1	Livorno	100%	63	Avellino	88%	nd	Isernia	nd
1	Lodi	100%	63	Benevento	88%	nd	L'Aquila	nd
1	Lucca	100%	63	Cremona	88%	nd	Pescara	nd
1	Mantova	100%	63	Parma	88%	nd	Salerno	nd
1	Novara	100%	63	Pavia	88%	nd	Sassari	nd
1	Palermo	100%	63	Perugia	88%			
1	Pesaro	100%	63	Pistoia	88%			

Fonte: Ecosistema Urbano 2005 (Comuni, dati 2003); Elaborazione: Istituto di Ricerche Ambiente Italia

Legambiente – Smog e dintorni

Tabella 2: Numero di centraline per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico.

Città	ca / ct	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	C ₆ H ₆	Pm10	Città	ca / ct	SO ₂	NO ₂	CO	O ₃	C ₆ H ₆	Pm10
Bolzano	3 / 5	2	4	4	1	2	3	Firenze	8 / 8	4	8	7	3	7	5
Trento	4 / 4	1	3	1	2	1	2	Grosseto	3 / 4	2	3	1	2	0	2
Gorizia	2 / 2	1	2	1	2	2	2	Livorno	6 / 6	2	5	4	3	3	3
Pordenone	1 / 1	1	1	1	1	1	1	Lucca	4 / 5	4	1	2	2	1	4
Trieste	6 / 8	6	6	7	2	5	3	Pisa	6 / 8	0	6	3	1	1	3
Udine	6 / 6	4	6	5	3	2	2	Pistoia	2 / 2	0	2	2	1	0	1
Belluno	1 / 2	1	2	1	1	1	1	Prato	6 / 7	1	6	3	3	7	4
Padova	5 / 7	3	4	4	4	4	2	Siena	1 / 2	1	2	2	1	0	2
Rovigo	2 / 4	2	2	2	2	0	2	Perugia	4 / 4	1	4	3	3	4	2
Treviso	1 / 2	1	1	1	1	1	1	Terni	6 / 7	1	6	2	6	2	4
Venezia	9 / 11	6	5	5	3	2	2	Ancona	1 / 3	2	3	3	0	1	3
Verona	6 / 7	5	6	5	3	1	2	Ascoli Piceno	2 / 3	0	0	2	2	1	2
Vicenza	6 / 7	1	4	3	2	1	3	Macerata	1 / 1	1	1	1	1	0	0
Bergamo	4 / 4	1	4	3	2	0	1	Pesaro	3 / 3	1	2	3	1	0	1
Brescia	5 / 5	1	4	5	2	1	1	Frosinone	1 / 1	1	1	1	0	1	1
Como	1 / 3	2	2	3	2	1	2	Latina	2 / 4	2	2	2	1	1	1
Cremona	2 / 2	2	2	2	2	1	1	Rieti	nd	1	1	1	1	1	0
Lecco	2 / 3	1	2	2	1	0	1	Roma	11 / 11	3	11	9	6	4	4
Lodi	2 / 2	2	2	2	1	0	2	Viterbo	1 / 1	1	1	1	0	1	1
Mantova	3 / 4	4	4	2	3	2	2	Chieti	0 / 1	1	1	1	1	0	0
Milano	10 / 11	3	9	5	3	2	2	Teramo	0 / 3	0	0	0	0	1	2
Pavia	2 / 2	1	2	2	1	1	1	Avellino	2 / 2	2	2	1	0	0	0
Sondrio	1 / 1	1	1	1	0	0	1	Benevento	2 / 2	1	2	1	0	0	0
Varese	1 / 4	1	3	3	1	1	3	Caserta	4 / 5	0	3	2	2	0	3
Alessandria	3 / 4	2	3	2	1	1	2	Napoli	7 / 7	3	7	4	3	0	3
Asti	2 / 2	2	2	2	1	1	2	Matera	0 / 1	nd	nd	nd	nd	nd	Nd
Biella	2 / 2	1	2	2	1	2	1	Potenza	4 / 4	1	2	3	1	0	4
Cuneo	1 / 1	1	1	1	1	1	1	Bari	5 / 7	3	4	5	2	5	6
Novara	3 / 4	2	2	1	1	0	1	Foggia	nd	2	2	2	2	2	0
Torino	7 / 7	2	6	6	1	1	4	Lecce	3 / 3	0	2	3	2	3	3
Verbania	0 / 2	1	1	2	1	1	2	Taranto	6 / 7	5	6	3	4	5	4
Vercelli	1 / 2	0	1	1	1	1	1	Catanzaro	0 / 0	0	0	0	0	0	0
Aosta	4 / 4	2	3	2	2	1	1	Cosenza	5 / 5	5	5	5	5	0	0
Genova	16 / 16	10	11	11	4	3	5	Crotone	1 / 1	0	1	1	1	0	0
Imperia	1 / 1	1	1	1	1	1	1	Reggio Calabria	0 / 5	2	4	3	3	3	3
La Spezia	2 / 8	4	8	3	1	0	3	Vibo Valentia	0 / 2	nd	nd	nd	nd	nd	Nd
Savona	4 / 4	3	4	4	3	1	0	Caltanissetta	2 / 3	0	2	3	1	0	1
Bologna	7 / 7	3	7	6	3	3	3	Catania	14 / 17	14	15	17	2	3	14
Ferrara	4 / 6	3	6	5	3	1	3	Messina	0 / 5	0	1	1	5	3	4
Forli	3 / 4	1	3	3	1	1	2	Palermo	8 / 8	8	8	8	2	3	8
Modena	5 / 6	1	5	5	3	2	2	Ragusa	0 / 2	1	1	2	1	1	1
Parma	4 / 4	1	4	3	1	1	2	Siracusa	6 / 6	5	5	3	2	2	3
Piacenza	6 / 8	2	6	6	1	1	2	Trapani	0 / 0	0	0	0	0	0	0
Ravenna	5 / 6	3	5	2	3	1	4	Cagliari	6 / 6	3	6	6	6	5	6
Reggio Emilia	5 / 6	3	6	6	2	1	3	Nuoro	0 / 3	nd	nd	nd	nd	nd	Nd
Rimini	3 / 3	1	3	3	0	1	2	Oristano	0 / 0	0	0	0	0	0	0
Arezzo	5 / 6	0	4	3	2	3	1								

Fonte: Elaborazione Legambiente su dati di Ecosistema Urbano 2005 (Comuni, dati 2003)

NB: Per ogni città viene indicato lo stato di attività delle centraline: ovvero il numero di centraline attive per almeno il 75% del periodo annuale su numero di centraline totali (ca/ct) e il numero di centraline presenti per inquinante monitorato. I dati si riferiscono al 2003.

2.2 I limiti di legge

Dal 1 gennaio 2005 sono entrati in vigore limiti più restrittivi per la maggior parte degli inquinanti attualmente monitorati nei principali centri urbani. In particolare:

PM10, tutti i Comuni italiani devono obbligatoriamente rispettare la normativa europea sulle polveri fini nell'aria, che impone che i livelli di PM10 nell'aria non superino la concentrazione di 50 microgrammi/m³ come media giornaliera per più di 35 giorni l'anno, e il valore medio di 40 microgrammi/m³.

Anche per gli altri parametri i limiti in vigore dall'inizio di quest'anno sono diventati più rigidi:

SO₂: Il limite orario si riduce a 350 microgrammi/m³ e rimane costante il tetto di 24 superamenti annui di tale valore.

NO₂: si passa al limite di 250 microgrammi/m³, anche se rimane invariato il numero massimo di superamenti consentiti (18). Anche il valore medio annuo consentito si abbassa a 50 microgrammi/m³.

O₃: Con l'entrata in vigore del DL 183/2004 che recepisce la normativa europea riguardo l'ozono (Direttiva 2002/3/CE) il livello oltre il quale scatta lo stato di allarme passa dai 360 ai 240 microgrammi/m³.

CO: il limite giornaliero su 8 ore si riduce a 10 mg/m³.

Nei prossimi anni questi limiti diminuiranno ancora fino ad arrivare ai valori fissati dalla normativa comunitaria che entrerà in vigore a partire dal 1 gennaio 2010.

Tabella 3: I limiti di legge

Inquinante	Normativa vigente	Tipo limite	2004	2005	2010
PM10 microgrammi/m ³	DM n° 60 del 2/4/02	Giornaliero	55 (35)*	50 (35)*	50 (7)*
		Annuale	41,6	40	20
SO ₂ microgrammi/m ³	DM n° 60 del 2/4/02	Orario	380 (24)*	350 (24)*	350 (24)*
		Annuo	125 (3)*	125 (3)*	125 (3)*
		Soglia d'allarme	500	500	
NO ₂ microgrammi/m ³	DM n° 60 del 2/4/02	Orario	260 (18)*	250 (18)*	200 (18)*
		Annuo	52	50	40
		Soglia d'allarme	400 (3)*	400 (3)*	400 (3)*
O ₃ microgrammi/m ³	DM 25/11/1994 e DL n.183-21/05/04 (in vigore dall' agosto 2004)	Livello di attenzione *	180	180	180
		Livello di allarme *	360	240	240
	Direttiva Europea 2002/3/CE	Giornaliero su 8 ore			120 (25)*
CO mg/m ³	DM n° 60 del 2/4/0	Giornaliero su 8 ore	12	10	10
IPA nanogrammi/m ³	DM 25/11/1994	Obiettivo di qualità **	1	1	1
C ₆ H ₆ microgrammi/m ³	DM n° 60 del 2/4/0	Limite annuale	10	9	5

* i numeri tra parentesi indicano il numero massimo dei superamenti annui consentiti.

* media di 24 ore ** media annua valevole per le città con oltre 150.000 abitanti

NB: per ciascun inquinante vengono indicati i valori limite in vigore nel 2004 e nel 2005 e l'obiettivo da raggiungere che entrerà in vigore a partire dal 1 gennaio 2010. In neretto sono indicati i valori in vigore da quest'anno che risultano più restrittivi rispetto all'anno precedente.

2.3 Aria di città

I dati ufficiali che risultano dai monitoraggi effettuati nelle principali città, mostrano una situazione di certo poco rassicurante; inoltre se si considerano i limiti verso cui dovremo tendere per le concentrazioni degli inquinanti da qui al 2010, è evidente che dovranno essere attuati interventi molto più radicali e soprattutto di natura più strutturale rispetto a quanto è stato fatto o annunciato sino ad ora.

Lo sfioramento, spesso significativo, dei valori limite previsti a livello comunitario è ormai diventato una costante che si presenta puntuale ogni anno. In ben 8 città su 12 sono presenti una o più aree critiche – i cosiddetti hot spot – in cui tutti e tre gli inquinanti più problematici (biossido di azoto, PM10 e ozono) superano in modo netto i valori limite per la protezione della salute umana. Venezia e Bari sono le uniche due città a rientrare nel limite di 50 microgrammi/m³ previsto per l'NO₂ relativamente al 2005, mentre a Genova, Roma, Firenze, Palermo e Bologna gli hot spot superano di oltre il doppio il valore obiettivo di 40 microgrammi/m³ che entrerà in vigore nel 2010. Solo Catania riesce a rimanere al di sotto del limite di 40 microgrammi/m³ previsto per il PM10. Nel corso del 2003 le concentrazioni di polveri sottili sono state particolarmente alte a Torino, Genova, Verona e Firenze dove in alcune aree critiche è stato superato di oltre il 50% il valore obiettivo di 40 microgrammi/m³ previsto per il 2005. Anche non concentrandosi solo sulle zone peggiori ma analizzando la media di tutte le centraline poste in area urbana la situazione è tutt'altro che incoraggiante. Soltanto Bari è a posto per entrambi i parametri di NO₂ e PM10. Per quanto riguarda l'ozono il valore da raggiungere entro il 2010 prevede che la massima media mobile giornaliera sulle 8 ore delle concentrazioni di ozono possa superare i 120 microgrammi/m³ 25 volte al massimo in un anno, ma i superamenti sono spesso tripli o quadrupli rispetto al limite di legge e a Bari, Bologna, Palermo, Torino e Venezia si va anche oltre i 125 sfioramenti.

La situazione è invece meno grave per il benzene: il valore limite di 9 microgrammi/m³ è superato a Firenze e a Bari, mentre Torino e Napoli sfiorano l'obiettivo di 10 mg/m³ del monossido di carbonio. Insomma nel corso del 2003 nessuna grande città è risultata in regola con tutti gli inquinanti considerati.

Tabella 4: Livelli dei principali inquinanti nelle 12 principali città italiane

Città	NO ₂		PM10		C ₆ H ₆	SO ₂	CO	O ₃	
	media annua –microgrammi/m ³		media annua microgrammi/m ³		media annua microgrammi/m ³	gg. sup. 125 su 24h microgrammi/m ³ valore max	gg. sup. 10 mg/m ³ su 8h	gg. sup. 120 su 8h microgrammi/m ³ (limite: 25)	
	max	media	max	media	max	max	max	media	max
Bari	44	35	54	39	10	0	0	79	133
Bologna	83	56	55	42	5	0	0	81	143
Catania	77	69	32	23	5	0	0	-	-
Firenze	91	52	64	43	13	0	0	42	76
Genova	95	56	70	50	3	1	0	45	90
Milano	78	62	46	46	5	0	0	42	48
Napoli	72	60	50	43	7	0	9	6	13
Palermo	84	57	46	38	8	0	0	72	143
Roma	93	63	52	42	8	0	0	43	90
Torino	74	68	70	56	5	0	1	125	125
Venezia	43	40	54	51	3	0	0	108	129
Verona	70	46	65	61	6	0	0	87	91

Fonte: Ecosistema Urbano 2005 (Comuni, dati 2003); Elaborazione: Istituto di Ricerche Ambiente Italia

NB: per le 12 maggiori città italiane vengono indicati i livelli relativi ai 6 principali inquinanti. Per ciascuno di essi viene riportato il peggior valore medio annuo registrato da una centralina (max) e/o il valore medio calcolato su tutte le centraline presenti sul territorio comunale (media).

Legambiente – Smog e dintorni

Se analizziamo la situazione dei capoluoghi di provincia italiani da cui si ha un quadro più approfondito a livello nazionale, si può notare come per alcuni inquinanti come SO₂ e CO, la situazione sia ormai sotto controllo e i valori limite sono rispettati praticamente in tutte le città, mentre per altri inquinanti, in particolare le PM10 la situazione è ancora ben lontana da una soluzione.

Per quanto riguarda la SO₂, dai dati di Ecosistema Urbano 2005, Genova è l'unico comune che presenta uno sfioramento al limite annuo di 125 microgrammi/m³ previsto dal DM 60/04/02, La forte riduzione di SO₂ e in generale di SO_x è avvenuta a partire dai primi anni '90, con la comparsa sul mercato di nuovi veicoli diesel e la crescente quota di auto catalizzate o alimentate con combustibili a basso tenore di zolfo (GPL). Questi fattori, insieme alla conversione delle caldaie per il riscaldamento domestico da olio combustibile a metano hanno invertito la tendenza all'aumento delle emissioni dei principali inquinanti presenti in ambiente urbano e in particolare quelle degli ossidi di zolfo (SO_x) e di monossido di carbonio (CO). Gli alti valori di Genova sono verosimilmente da attribuire alla presenza della centrale ENEL a carbone e all'attività delle acciaierie di Cornigliano.

Anche per il CO si è registrato un decremento notevole negli ultimi 10 anni e attualmente le città in cui si supera il valore limite di 10 mg/m³ sono veramente poche. Stando ai dati relativi ai capoluoghi di provincia raccolti durante il 2003 su 80 comuni solo 4 presentano dei superamenti del limite : Torino, Caserta, Trieste e Napoli rispettivamente con 1,3,8 e 9 superamenti in un anno.

Peggiora invece è la situazione riguardo gli NO_x. Come si osserva nella tabella 5 nel 2003 i valori registrati dalle centraline all'interno dei capoluoghi di provincia testimoniano una situazione piuttosto critica. Infatti se prendiamo come riferimento l'attuale limite di 50 microgrammi/m³ come media annua, su 77 città di cui sono disponibili i dati, 45 superano la soglia e ben 62 centri superano il valore obiettivo fissato per il 2010 di 40 microgrammi/m³. Tra questi 62, in otto comuni che comprendono Firenze, Bologna, Genova, Palermo e Roma sono stati registrati valori che superano più del doppio tale limite. Se anziché considerare il valore massimo registrato da una centralina, si considera il valore medio di tutte le centraline si può notare che ancora 28 centri su 77 superano il limite attualmente vigente, e il 62% non rientra nell'obiettivo fissato al 2010.

Analizzando i superamenti orari, 17 comuni superano la soglia di 200 microgrammi/m³ per più dei 18 giorni fissati per il 2010. Di questi due (Napoli e Perugia) superano tale limite di circa 10 volte. Il fatto che le centraline considerate nel conto dei superamenti siano solo quelle che hanno lavorato per più del 60 % dei giorni influisce fortemente sulla sottostima del dato, in quanto i comuni di cui non sono pervenuti i dati o in cui il monitoraggio non abbia coperto più del 60 % dei giorni, non sono stati inclusi nella tabella .

Legambiente – Smog e dintorni

Tabella 5: Livelli di NO₂ nei capoluoghi di provincia italiani

Città	valore medio annuo microgrammi/m ³		gg. sup. 200 microgrammi/m ³ (limite: 18)		Città	valore medio annuo microgrammi/m ³		gg. sup. 200 microgrammi/m ³ (limite: 18)	
	media di tutte le centraline	valore medio annuo max registrato da una centralina	media di tutte le centraline	valore medio annuo max registrato da una centralina		media di tutte le centraline	valore medio annuo max registrato da una centralina	media di tutte le centraline	valore medio annuo max registrato da una centralina
Crotone	8	8	0	0	Trento	47	50	2	3
Taranto	20	48	0	0	Bergamo	47	66	8	25
Caltanissetta	22	22	nd	nd	Rimini	47	70	0	0
Chieti	23	23	nd	0	Pavia	48	61	20	40
Livorno	26	55	0	0	Latina	48	59	1	2
Lucca	27	27	0	0	Parma	49	61	0	0
Sondrio	29	29	0	0	Vicenza	49	66	0	0
Pesaro	30	32	0	0	Piacenza	50	60	2	3
Rovigo	30	40	0	0	Reggio Emilia	50	64	3	6
Viterbo	30	30	0	0	Belluno	51	51	0	0
Terni	30	38	0	0	Asti	52	72	0	0
Savona	31	41	1	2	Alessandria	52	67	0	0
La Spezia	31	53	0	0	Bolzano	52	60	0	0
Arezzo	32	47	0	0	Firenze	52	91	8	54
Potenza	32	32	0	0	Lecce	53	69	0	0
Varese	32	38	0	0	Perugia	53	100	43	172
Aosta	33	35	0	0	Treviso	55	55	0	0
Pistoia	33	37	0	0	Bologna	56	83	22	57
Gorizia	35	37	1	2	Genova	56	95	8	37
Prato	35	46	0	0	Novara	57	59	nd	nd
Mantova	35	40	6	16	Palermo	57	84	5	13
Bari	35	44	11	45	Padova	59	73	2	6
Trieste	36	55	12	12	Benevento	60	65	57	102
Biella	36	41	0	0	Napoli	60	72	52	150
Lecco	37	57	4	7	Brescia	61	93	28	98
Cuneo	38	38	0	0	Modena	62	74	9	15
Siracusa	38	42	0	0	Milano	62	78	1	5
Pisa	38	50	0	2	Roma	63	93	4	29
Venezia	40	43	1	4	Avellino	63	62	22	37
Ravenna	42	60	4	21	Cosenza	64	64	0	0
Pordenone	43	43	0	0	Frosinone	66	66	13	13
Cremona	44	48	0	0	Torino	68	74	6	12
Ancona	44	44	2	1	Foggia	69	78	29	38
Vercelli	44	44	1	1	Catania	69	77	5	16
Udine	44	54	12	45	Como	71	71	6	6
Ferrara	45	54	1	3	Lodi	77	77	nd	nd
Forlì	45	57	0	1	Caserta	87	100	5	10
Cagliari	45	63	6	21					
Verona	46	70	22	132					
Siena	46	46	4	4					

Fonte: Ecosistema Urbano 2005 - Comuni, dati 2003 - Elaborazione: Istituto di Ricerche Ambiente Italia

NB: per ciascun capoluogo di provincia viene indicato il valore medio annuo di concentrazione di NO₂ e i giorni in cui si è superata la soglia di 200 microgrammi/m³, tenendo presente che il DM 60 del 2002 fissa un limite di 18 superamenti annui. Per entrambi i parametri viene indicato il valore medio annuo calcolato su tutte le centraline e il peggior valore medio annuo registrato da una centralina.

Legambiente – Smog e dintorni

Tabella 6: Livelli di PM10 nei capoluoghi di provincia italiani

Città	valore medio annuo microgrammi/m ³		gg. sup. 50 microgrammi/m ³ media giornaliera (limite: 35)		Città	valore medio annuo microgrammi/m ³		gg. sup. 50 microgrammi/m ³ media giornaliera (limite: 35)	
	media di tutte le centraline	valore medio annuo max registrato da una centralina	media di tutte le centraline	valore medio max registrato da una centralina		media di tutte le centraline	valore medio max registrato da una centralina	media di tutte le centraline	valore medio max registrato da una centralina
Lecce	17	24	0	0	Sondrio	41	41	99	99
Viterbo	22	22	nd	nd	Asti	42	47	67	110
Caserta	23	29	22	30	Bologna	42	55	85	151
Catania	23	32	12	31	Pavia	42	42	87	87
Udine	24	24	26	36	Roma	42	52	99	178
Gorizia	26	26	11	13	Siena	42	42	79	79
Grosseto	26	26	16	16	Treviso	42	42	82	82
Latina	27	27	8	8	Belluno	43	43	100	100
Trieste	28	31	nd	42	Napoli	43	50	70	87
Biella	29	nd	16	16	Lucca	43	57	80	150
Pistoia	29	29	40	40	Modena	43	50	84	116
Potenza	29	29	288	288	Firenze	43	64	44	79
La Spezia	30	34	32	53	Lodi	43	43	72	72
Arezzo	30	30	11	11	Reggio Emilia	43	47	98	111
Cagliari	30	40	40	57	Cremona	44	44	101	101
Pordenone	32	32	31	31	Parma	44	44	108	108
Terni	32	35	42	52	Perugia	44	52	85	124
Trento	33	33	54	55	Bergamo	45	45	112	112
Livorno	33	50	60	157	Milano	46	46	115	115
Prato	34	43	53	93	Forlì	46	46	118	118
Aosta	34	34	52	52	Ravenna	48	65	124	216
Pisa	35	40	47	90	Mantova	49	49	162	162
Verbania	35	35	46	46	Genova	50	70	33	77
Como	36	36	65	65	Venezia	51	54	88	102
Cuneo	36	36	80	80	Alessandria	51	55	139	156
Lecco	36	37	26	28	Taranto	53	75	89	198
Bolzano	38	45	73	84	Pesaro	54	54	160	160
Caltanissetta	38	38	55	55	Vicenza	54	54	138	138
Palermo	38	46	64	111	Ancona	55	61	101	101
Varese	39	40	79	95	Rovigo	55	64	92	104
Bari	39	54	84	174	Torino	56	70	154	200
Piacenza	39	43	97	114	Siracusa	57	57	205	205
Brescia	40	40	101	101	Vercelli	58	58	154	154
Ferrara	40	40	66	67	Padova	60	61	183	197
Ascoli Piceno	41	44	87	112	Verona	61	65	193	215
Rimini	41	44	74	110	Frosinone	64	64	147	147

Fonte: Ecosistema Urbano 2005 (Comuni, dati 2003); Elaborazione: Istituto di Ricerche Ambiente Italia

NB: Per ciascun capoluogo di provincia viene indicato il valore medio annuo di concentrazione di PM10 e i giorni in cui si è superata la soglia di 50 microgrammi/m³, tenendo presente che il DM 60 del 2002 fissa per il 2005 il valore limite di 35 superamenti annui. Per entrambi i parametri viene indicato il valore medio annuo calcolato su tutte le centraline e il peggior valore medio annuo registrato da una centralina. Non compaiono i comuni di cui non sono pervenuti i dati o non si ha un dato attendibile (ovvero in cui il monitoraggio non abbia coperto più del 60% dei giorni).

Le polveri sottili e il PM10 in particolare rappresentano ormai una criticità diffusa su tutto il territorio nazionale. I dati riportati in tabella 6 , che si riferiscono al 2003, evidenziano che il 53% dei comuni presenta livelli al di sopra del limite in vigore da quest'anno e tutti, eccetto Lecce, hanno un livello medio di polveri sottili superiore all'obiettivo fissato dalla normativa comunitaria per il 2010.

Se consideriamo il peggior valore medio annuo registrato da una centralina, la soglia massima di PM10 di 40 microgrammi/m³, in vigore dal 1 gennaio 2005 viene superata dal 62% dei comuni. Le città che presentano tutte le centraline con valori inferiori ai 40 microgrammi/m³ sono soltanto 23. All'interno di questo gruppo le uniche grandi città sono soltanto Catania e Trieste, mentre il resto sono tutti comuni con meno di 100'000 abitanti. I valori "fuori legge" raggiungono il 100% se prendiamo come riferimento l'obiettivo finale di 20 microgrammi/m³ in vigore dal 1 Gennaio 2010. E dal 1 gennaio 2005 tutti i Comuni italiani devono obbligatoriamente rispettare la normativa europea sulle polveri fini nell'aria che impone un tetto massimo di 35 superamenti l'anno della media giornaliera di 50 microgrammi/m³ e il valore medio di 40 microgrammi/m³. La prospettiva, dati i valori attuali registrati, è che nessuna grande città italiana riuscirà a rientrare nei limiti stabiliti dalla normativa europea, a partire dall'anno in corso, se non verranno prese misure adeguatamente restrittive. Facendo infine riferimento ai superamenti orari vediamo come la situazione tende a peggiorare ulteriormente: l'85 % dei comuni presentano più giorni di superamento rispetto al limite di 35 per quanto riguarda il 2005 e il 99% - unica eccezione il comune di Lecce - se prendiamo in considerazione la soglia massima di sette giorni che sarà in vigore dal 2010.

Tabella 7: Livelli di C₆H₆ nei capoluoghi di provincia italiani.

Città	Benzene	Città	Benzene	Città	Benzene	Città	Benzene
	valore medio max microgrammi/m ³		valore medio max microgrammi/m ³		valore medio max microgrammi/m ³		valore medio max microgrammi/m ³
Cuneo	0,8	Taranto	3	Treviso	4	Lucca	6
Asti	1	Genova	3	Pordenone	4	Messina	6
Alessandria	1,2	Venezia	3	Arezzo	4	Frosinone	6
Biella	1	Rimini	3	Como	5	Verona	6
Vercelli	2	Varese	3	Milano	5	Trieste	7
Cremona	2	Udine	3	Piacenza	5	La Spezia	7
Forlì	2	Mantova	4	Aosta	5	Napoli	7
Ravenna	2	Siracusa	4	Catania	5	Roma	8
Parma	2	Modena	4	Ferrara	5	Palermo	8
Pavia	2	Pesaro	4	Bologna	5	Cagliari	10
Brescia	3	Trento	4	Lecce	5	Bari	10
Pisa	3	Padova	4	Livorno	5	Firenze	13
Reggio Emilia	3	Savona	4	Foggia	5		
Viterbo	3	Terni	4	Torino	5		
Gorizia	3	Latina	4	Prato	5		

Fonte: Ecosistema Urbano 2005 - Comuni, dati 2003; Elaborazione: Istituto di Ricerche Ambiente Italia

NB: per il benzene viene indicato il peggior valore medio annuo registrato da una centralina espresso in microgrammi/m³. Il valore obiettivo fissato dalla normativa comunitaria per il 2010 è di 5 microgrammi/m³. Il limite in vigore dal 1 gennaio 2005 è di 9 microgrammi/m³. Non compaiono i comuni di cui non sono pervenuti i dati o non si ha un dato attendibile (ovvero in cui il monitoraggio non abbia coperto più del 60% dei giorni)

Riguardo il Benzene il dato affidabile (centraline che hanno lavorato più del 60% dei giorni) riguarda solo 57 capoluoghi di provincia, il 55% del totale. Per cui il quadro nazionale è sicuramente incompleto.

Legambiente – Smog e dintorni

Dei capoluoghi considerati solo Cagliari, Bari e Firenze presentano valori rispettivamente di 10, 10 e 13 microgrammi/m³, superiore al limite di 9 microgrammi/m³ in vigore dal 1 gennaio. La situazione è migliore rispetto a quella degli inquinanti visti fino ad ora anche se consideriamo l'obiettivo finale di 5 microgrammi/m³ da raggiungere per il 2010. In questo caso in 12 capoluoghi di provincia su 57 di cui sono disponibili i dati si registrerebbe un valore superiore all'obiettivo ultimo previsto dalla normativa europea.

Tabella 8: Livelli di O₃ nei capoluoghi di provincia italiani.

Citta'	O3	O3	Citta'	O3	O3	Citta'	O3	O3
	gg. sup. 120 microgrammi/m ³ su 8h media	gg. sup. 120 microgrammi/m ³ su 8h (max 25) valore max		gg. sup. 120 microgrammi/m ³ su 8h media	gg. sup. 120 microgrammi/m ³ su 8h (max 25) valore max		gg. sup. 120 microgrammi/m ³ su 8h media	gg. sup. 120 microgrammi/m ³ su 8h (max 25) valore max
Belluno	0	0	Ravenna	31	67	Pistoia	77	77
Caltanissetta	0	0	Pavia	35	35	Bari	79	133
Catania	0	0	Terni	39	81	Brescia	80	87
Cosenza	0	0	Firenze	42	76	Bologna	81	143
Crotone	0	0	Milano	42	48	Parma	84	84
La Spezia	0	0	Pisa	42	42	Verona	87	91
Latina	0	0	Trieste	42	50	Reggio Emilia	87	100
Messina	0	0	Roma	43	90	Livorno	91	126
Siracusa	0	0	Perugia	44	99	Cremona	91	109
Taranto	0	0	Genova	45	90	Piacenza	92	92
Chieti	1	1	Forlì	56	56	Bergamo	93	115
Lecce	2	2	Arezzo	58	71	Cuneo	98	98
Alessandria	3	3	Caserta	58	60	Mantova	104	114
Bolzano	3	3	Treviso	59	59	Venezia	108	129
Napoli	6	13	Ferrara	61	108	Vicenza	114	116
Savona	10	13	Trento	62	79	Varese	114	114
Cagliari	13	24	Gorizia	64	111	Asti	132	132
Macerata	14	14	Aosta	67	117	Biella	153	153
Rovigo	15	18	Udine	68	100	Torino *	125	125
Ascoli Piceno	20	37	Como	70	70	Vercelli *	135	135
Pesaro	20	20	Modena	71	92			
Grosseto	23	23	Rimini	71	71			
Lecco	28	28	Palermo	72	143			
Ravenna	31	67	Padova	74	101			

*: superamenti calcolati sul valore soglia di 110 microgrammi/metro³, valore limite per la protezione della salute, delle concentrazioni medie su 8 ore (DM 16/05/96).

Fonte: Ecosistema Urbano 2005 - Comuni, dati 2003; Elaborazione: Istituto di Ricerche Ambiente Italia

NB: i superamenti dei livelli di ozono sono riferiti ai limiti stabiliti dalla direttiva europea sulla materia del 2002. Il valore da raggiungere entro il 2010 prevede che la massima media mobile giornaliera sulle 8 ore delle concentrazioni di ozono possa superare i 120 microgrammi/m³ al massimo 25 volte. Per entrambi i parametri viene indicato il valore medio annuo calcolato su tutte le centraline e il peggior valore medio annuo registrato da una centralina.

I dati relativi all'ozono sono pervenuti da 68 dei 103 capoluoghi di provincia.. Tra questi per Torino e Vercelli i superamenti sono stati calcolati sulla soglia di 110 microgrammi/m³ limite fissato dal DM 16/05/1996 come valore limite per la protezione della salute.

Tutti gli altri sono stati invece classificati in relazione ai valori obiettivo stabiliti dalla direttiva europea del 2002. Il valore da raggiungere entro il 2010 prevede che la massima media mobile

Legambiente – Smog e dintorni

giornaliera sulle 8 ore delle concentrazioni di ozono possa superare i 120 microgrammi/m³ per un massimo di 25 volte in un anno. Come si nota dai dati illustrati in tabella il limite è superato in oltre il 65% dei casi, ovvero in 43 comuni se consideriamo la media giornaliera e in 44 se consideriamo il peggior valore medio registrato. Il numero dei superamenti è addirittura triplo o quadruplo rispetto al valore di riferimento per il 30 % circa di questi, se consideriamo la media calcolata su tutte le centraline presenti sul territorio comunale, mentre si arriva quasi al 50% se consideriamo il peggior valore medio annuo registrato da una centralina.

2.4 Il contributo dei trasporti all'inquinamento atmosferico

Allo stato attuale le due tendenze dominanti del settore dei trasporti, ossia la crescita della domanda di mobilità e l'aumento del trasporto su gomma, comportano un forte impatto sull'inquinamento atmosferico. In corrispondenza delle aree urbane i trasporti costituiscono la principale fonte di emissione per inquinanti come ossidi di azoto, composti organici volatili, monossido di carbonio e polveri fini. Inoltre i veicoli emettono praticamente a livello del suolo e questo rende il loro impatto ancora più rilevante su scala locale. In tabella 9 si può notare come sono variate le emissioni per ogni singolo inquinante nell'ultimo decennio e come i trasporti incidono sulle emissioni dei principali inquinanti rispetto al totale proveniente dalle varie fonti:

Tabella 9: variazioni delle emissioni di sostanze inquinanti dal 1990 al 2001.

inquinanti	emissioni nel 1990 (ton)	emissioni nel 2001 (ton)	variazione percentuale dal 1990 al 2001	contributo dei trasporti sul totale delle emissioni (2001)
CO ₂	102.020.000	125.190.000	+ 23%	28%
CH ₄	36.770	38.210	+ 4%	2%
N ₂ O	5.580	11.140	+100%	8%
SO _x	131.979	12.778	-90%	2%
NO _x	893.400	700.734	-22%	53%
NH ₃	681	16.433	+ 2313%	4%
COVNM	962.640	591.240	- 39%	36%
PM ₁₀	69.500	58.800	-15%	30%
CO	5.495.020	3.227.290	- 41%	65%
C ₆ H ₆	35.317	11.152	- 68%	67%

Fonte: Elaborazione Legambiente su dati APAT (Annuario dei dati ambientali 2003)

NB: per ciascun inquinante vengono indicate le tonnellate emesse provenienti dal settore dei trasporti, nel 1990 e nel 2001. Quindi viene indicata per inquinante la variazione percentuale ed infine il contributo dei trasporti sul totale delle emissioni di ciascun inquinante.

A partire dai primi anni '90, la penetrazione sul mercato di nuovi veicoli diesel (ecodiesel) ha in parte ridotto le emissioni di polveri (PM₁₀) e la crescente quota di auto catalizzate o alimentate con combustibili a basso tenore di zolfo (GPL) ha invertito la tendenza all'aumento delle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x), composti organici volatili non metanici (COVNM), monossido di carbonio (CO). Questi risultati, non devono però essere sopravvalutati, in quanto nello stesso arco temporale si registra un forte aumento di altri inquinanti come il protossido di azoto (N₂O), le cui emissioni provenienti dai veicoli sono raddoppiate, e l'ammoniaca (NH₃), aumentata di ben 25 volte. Tutto ciò è spiegabile considerando una particolare inefficacia dei veicoli catalitici: oltre alle reazioni desiderate (ossidazione di CO e COV e riduzione degli NO_x), la marmitta catalitica favorisce alcune reazioni indesiderate che portano alla formazione di acido solfidrico, ammoniaca e protossido di azoto.

Per quanto riguarda i COVNM, le emissioni non provengono soltanto dalla parziale combustione all'interno dei motori, ma si originano anche dall'evaporazione dei carburanti durante le operazioni di rifornimento nelle stazioni di servizio, dai serbatoi e dagli stoccaggi.

Inoltre l'aumento del numero dei veicoli in circolazione ed il conseguente incremento della congestione del traffico ha generato un aumento dei tempi di percorrenza, controbilanciando così l'effetto positivo dovuto alla penetrazione di veicoli meno inquinanti. In definitiva i problemi legati agli inquinanti caratteristici del traffico permangono, anzi aumentano: le emissioni totali nazionali attribuite al traffico veicolare passano dai 109 milioni di tonnellate del 1990 ai 130 milioni di tonnellate del 2001.

2.4.1 Confronto tra i diversi carburanti

Per un confronto quantitativo delle emissioni dei diversi carburanti utilizziamo i dati dell'Anpa che si riferiscono alle autovetture del parco circolante in Italia nell'anno 1997, su percorso urbano. In quest'analisi rientrano però solo la benzina, il diesel in auto catalizzate e non, e il GPL, anch'esso per catalitiche e non.

Tabella 11: Fattori di emissione medi per carburante espressi in g/veicolo per km.

Carburante	Nox	COVNM	CO	CO2
Benzina senza piombo (1)	1,35	3,87	16,09	346,12
Diesel (2)	0,71	0,42	1,28	291,1
Diesel catalizzate (3)	0,62	0,16	0,86	216,14
GPL (4)	1,76	2,23	10,77	224,52
GPL catalizzate (5)	0,36	10,77	4,74	213,11

Fonte: Anpa, 2000

(1) i dati si riferiscono alle autovetture catalizzate (Euro 2) immatricolate negli anni 1993-'96, di media cilindrata (1400-2000 c.c.) del parco circolante in Italia nell'anno 1997, su percorso urbano (dati Anpa)

(2) i dati si riferiscono alle autovetture più vecchie, di media cilindrata (meno di 2.000 c.c.) immatricolate fino al 1994 del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

(3) i dati si riferiscono alle autovetture più recenti (catalizzate Euro 2), di media cilindrata (meno di 2.000 c.c.) immatricolate negli anni 1994-'96 del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

(4) i dati si riferiscono alle autovetture più vecchie, immatricolate fino al 1992, del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

(5) i dati si riferiscono alle autovetture più recenti (catalizzate Euro 2), immatricolate negli anni 1993-'96 del parco circolante in Italia nell'anno '97, su percorso urbano (dati Anpa)

Per quanto riguarda un confronto tra gasolio, miscela gasolio-biodiesel e metano, sono stati invece utilizzati i dati dell'istituto motori del Cnr di Napoli. Vengono riportati gli inquinanti relativi ad un motore diesel, alimentato sia con gasolio che con una miscela costituita da gasolio e il 20% in volume di olio vegetale (biodiesel), e quelli relativi ad un motore equivalente di un autobus, ma alimentato a gas naturale e dotato di catalizzatore. I dati (tabella 12) sono stati misurati sul ciclo europeo di omologazione e fanno riferimento ai limiti e alla procedure di prova dell'Euro 2, comunque significative per gli autobus urbani circolanti.

Tabella 12: Confronto tra le emissioni su ciclo di omologazione Euro 2 per motore diesel, alimentato con gasolio e una miscela gasolio-biodiesel, e le emissioni del motore a gas naturale con catalizzatore (autobus).

	HC (g/kWh)	CO (g/kWh)	NOx (g/kWh)	Particolato (g/kWh)
Limiti Euro 2	1,1	4,0	7,0	0,15
Gasolio	0,7	2,1	5,2	0,25
Gasolio-biodiesel	0,5	1,9	5,3	0,27
Gas naturale	0,2	1,0	0,5	0

Fonte: Istituto motori Cnr, Napoli

Una valutazione complessiva dell’impatto dei diversi carburanti, di tipo quanti-qualitativo, è stata fatta dall’Enea (Energia, ambiente e innovazione, 1996). E’ stata elaborata una graduatoria in base alla quantità e alla tossicità delle emissioni, dando un maggiore peso alle emissioni alte degli inquinanti molto tossici e minore importanza alle emissioni alte dei composti poco tossici. La graduatoria che ne esce, dal più inquinante al meno inquinante, risulta essere: diesel, benzina senza piombo, biodiesel, benzina senza piombo con catalizzatore, GPL, metano.

Risulta quindi, da questa valutazione, che i carburanti più inquinanti sono quelli tradizionali. Il biodiesel appare meno inquinante del diesel tradizionale in quanto, pur provocando un aumento delle emissioni di NO_x, abbatte quelle degli Ipa, di particolato e di SO₂. La benzina senza piombo utilizzata in motori catalitici determina un notevole abbattimento anche di benzene e Ipa. I carburanti meno inquinanti risultano senza dubbio il GPL e il metano, in quanto producono emissioni estremamente basse o addirittura nulle per la maggior parte degli inquinanti con l’eccezione di NO₂, che comunque viene abbattuto in motori catalizzati.

Un ultimo dato interessante è l’evoluzione del parco macchine circolante sul territorio nazionale nel tempo (tabella 13). Con la definizione di “parco effettivamente circolante” si escludono le automobili ferme ai concessionari, le auto rubate e quelle storiche. Il totale del parco effettivamente circolante passa da quasi 23 milioni di veicoli nel 1985 a quasi 34 milioni nel 2001.

Le automobili a benzina sono le più diffuse e il parco veicolare di queste ultime è passato da circa 18 milioni e mezzo nel 1985 a 25 milioni nel 2001.

Le automobili diesel sono molto meno diffuse rispetto a quelle a benzina, ma il loro incremento dal 1985 al 2001 è stato di circa 3 milioni di veicoli.

Le automobili a GPL e a metano presentano un parco veicolare ancora molto limitato e non hanno subito notevoli incrementi negli ultimi 16 anni.

Inoltre il numero di automobili per abitante è passato da 0,398 nel 1985 a 0,584 nel 2001.

Tabella 13: Numero (espresso in milioni di veicoli) di vetture circolanti dal 1985 al 2001 per ciascuna classe di veicoli

	1985	1990	1995	2000	2001
Totale parco automobili	22,75	27,65	30,98	33,06	33,74
Parco effettivamente circolante	21,96	27,3	29,71	31,34	31,85
Benzina	18,75	22,29	24,77	25,28	25,16
Diesel	2,08	3,46	3,24	4,46	5,06
GPL	0,87	1,31	1,41	1,3	1,32
Metano	0,26	0,23	0,29	0,29	0,31

Fonte Apat –Annuario dei dati Ambientali 2003

2.4.2 Qualità ambientale dei veicoli

L’abbattimento delle emissioni derivanti dal traffico è stata resa possibile dalla emanazione da parte della Commissione Europea di standard di emissione per i veicoli, con le direttive Euro1, Euro 2, Euro 3, entrate in vigore rispettivamente nel 1993, 1997 e nel 2001.

Nel 1993, prima che la direttiva diventasse cogente, in Italia la percentuale di auto catalizzate era pari al 9%, e quindi molto inferiore alla media europea del 21% (in Germania tale percentuale era addirittura pari al 52%). A fine 2001, il rinnovo del parco veicolare è ancora parziale: solo il 55% delle autovetture (era il 49% nel 2000) è adeguata agli standard europei Euro 1, Euro 2 e Euro 3. La situazione è ancor più critica per quel che riguarda gli altri veicoli circolanti nel 2001: sono adeguati solo il 36% di autocarri leggeri e pesanti, il 37% degli autobus (13% per quelli in servizio urbano e 39% per quelli in servizio extraurbano) e il 28% dei motocicli.

Legambiente – Smog e dintorni

Tra il 2000 e il 2001 l'incremento maggiore di veicoli adeguati agli standard di emissione si è avuto per quel che riguarda i motocicli (10%), seguiti da autobus (6%) e autovetture (5%); gli autocarri, invece, sono quelli che hanno registrato il minor incremento (2%).

Tabella 16: numero veicoli adeguati a standard ambientali per zona del territorio nazionale

ITALIA	Euro 3	Euro 2	Euro 1	non Euro	% adeguata a standard amb.
Nord occidentale	707.062	302.065	1.908.803	3.353.032	63
Nord orientale	434.246	2.070.847	1.386.862	2.449.196	61
Centro	579.848	2.209.913	166.390	4.104.590	42
Sud	307.799	1.588.254	1.084.578	4.248.662	41
Isole	172.542	860.742	572.572	1.979.920	45
Italia	2.201.507	9.750.485	6.261.237	15.025.801	55

Fonte: Legambiente - Ambiente Italia – Rapporto Ambiente Italia 2004

2.5 Le indagini epidemiologiche

L'ALLARME OMS: In uno studio dell'OMS fatto su 8 città italiane e pubblicato nel giugno del 2000, si utilizza il PM10 come indicatore affidabile per lo studio degli effetti sulla salute dell'inquinamento atmosferico dal momento che la sua pericolosità è stata confermata da numerose ricerche epidemiologiche.

Lo studio dell'OMS ha preso in considerazione la mortalità a lungo termine ed altri effetti a medio e breve termine osservati nel corso di un anno (1998), come i ricoveri ospedalieri, l'incidenza di nuovi casi di bronchite acuta negli adulti e gli attacchi d'asma. A questi si potrebbero aggiungere altri effetti acuti come la morbosità giornaliera, per i quali la letteratura scientifica, pur significativa, non consente di effettuare stime quantitative affidabili. Di conseguenza i risultati presentati dall'OMS costituiscono una stima per difetto dell'impatto complessivo dell'inquinamento atmosferico.

Per quanto riguarda il PM₁₀, riducendolo ad una media di 30 µg/m³ si potrebbero prevenire ogni anno circa 3500 morti all'anno nelle 8 città, pari al 4,7% del totale dei decessi. Si potrebbero parimenti diminuire numerose patologie nella percentuale indicata in tabella 1.

Tabella 1 Esiti sanitari attribuibili a PM10 (concentrazioni superiori a 30 µg/m³), anno 1998

Esiti sanitari	Proporzione sul totale (%)	Numero casi attribuibili sul totale
Mortalità totale (età>30)	4.7	3472
Ricoveri respiratori	3.0	1887
Ricoveri cardiovascolari	1.7	2710
Bronchite cronica (età>25)	14.1	606
Bronchite acuta (età<15)	28.6	31524
Attacchi d'asma (età<15)	8.7	29730

PM10 KILLER ITALIANO: Di inquinamento ci si ammala. E si muore. Questo, in estrema sintesi, è il risultato del MISA-2, un grande studio pianificato di metanalisi sugli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici (CO, NO₂, SO₂, PM10 e Ozono) rilevati nel periodo 1996-2002 in 15 città italiane (9 milioni di abitanti).

Lo studio italiano MISA-2, coordinato da Annibale Biggeri, Università di Firenze, Pierantonio Bellini, Università di Padova e Benedetto Terracini, Università di Torino, si affianca ad altri studi europei e statunitensi dei quali condivide la metodologia pervenendo a risultati comparabili.

Si è visto così che nel periodo in studio il PM10 ha provocato circa 900 decessi in più all'anno.

Anche gli inquinanti gassosi (biossido d'azoto, NO₂ e monossido di carbonio, CO) provocano un gran numero di vittime: si sono contati ogni anno circa 2.000 morti in più attribuibili all'NO₂ e 1.900 morti attribuibili al CO.

I risultati dello studio smentiscono, ancora una volta, che l'effetto negativo dell'inquinamento atmosferico si limiti all'anticipazione di pochi giorni del decesso di soggetti già fortemente compromessi. Infatti lo studio MISA-2 mostra un eccesso di morti statisticamente significativo che va ben al di là della semplice anticipazione di decessi che si sarebbero verificati comunque.

L'aumento di mortalità cardiovascolare si manifesta entro i 4 giorni successivi al picco di inquinamento e, come era prevedibile, l'impatto più forte riguarda la mortalità per cause respiratorie.

MISA-2 mostra anche che l'impatto sanitario dell'inquinamento varia da città a città. Il carico di morti e ricoveri è maggiore nelle sedi in cui il traffico veicolare (specialmente da veicoli diesel) rappresenta la sorgente principale di particelle sospese (informazione che i ricercatori desumono dal calcolo del rapporto tra NO₂/PM10).

Inoltre come dice Lorenzo Simonato dell'Università di Padova – uno dei curatori dello studio - è necessario predisporre ricerche che analizzino gli effetti non più dei singoli inquinanti, ma della

miscela che si respira ogni giorno. Perché il killer non è ancora stato identificato, e non è nemmeno detto che sia uno. E troppo spesso non si considera il fatto che più inquinanti messi insieme possono dare un effetto non sommatorio ma sinergico.

2.6 Le "magnifiche" 7 proposte di Legambiente

Città strozzate da traffico e smog e i valori dell'inquinamento atmosferico diventano preoccupanti per la salute. Lo sfioramento, spesso significativo, dei valori limite previsti a livello comunitario è ormai diventato una costante che si presenta puntuale ogni anno. E, con la stessa puntualità, le amministrazioni locali prese dal panico improvvisano soluzioni tampone che non aiutano però a uscire dall'emergenza.

Sembrirebbe infatti che per misure strutturali che risolvano concretamente c'è ancora da aspettare, soprattutto se investimenti e politiche di gestione vanno in tutt'altra direzione. Ma ecco che Legambiente lancia le sue proposte: 7 "magnifici" interventi per scoraggiare l'uso delle auto private e dare nuovo slancio al trasporto pubblico e a quello non inquinante:

1. Chi usa paga

Pedaggio, road pricing, tariffazione della sosta. Utilizzare la leva economica per disincentivare il traffico privato e finanziare il trasporto pubblico.

Troppe auto, un inefficiente servizio di trasporto di trasporto pubblico, per di più ormai cronicamente in deficit. Un circolo vizioso che è sicuramente tra le principali concause dell'ingorgo quotidiano che si vive in città. Per trasformarlo in un circolo virtuoso occorre una strategia che riesca a spostare passeggeri dall'auto privata a quella pubblica. La leva economica può essere senz'altro utile allo scopo per disincentivare l'uso delle quattro ruote e contemporaneamente trovare nuovi canali di finanziamento del trasporto pubblico locale.

Nelle grandi città italiane ad esempio potrebbe essere attivato il road pricing seguendo il modello londinese (una tariffa per accedere a un'area estesa del centro cittadino). A Londra l'introduzione di questo ticket di 5 sterline dal febbraio 2003 ha fatto calare il traffico del 20%, ha fatto crescere del 30% la velocità media del trasporto pubblico di superficie, ha portato un introito supplementare nelle casse dell'amministrazione di 200 milioni di euro l'anno da reinvestire nel trasporto pubblico. Altro intervento sulla stessa lunghezza d'onda del chi usa paga è il pedaggio su alcune statali, da affidare alle amministrazioni locali o all'Anas con l'imperativo che gli introiti vengano anche in questo caso assolutamente reinvestiti nel trasporto pubblico locale.

Infine serve una diversa politica di tariffazione della sosta. Non più tariffe uguali in tutte le aree tariffate, ma prezzi più alti dove c'è più richiesta di posti auto e gratuità nei parcheggi di scambio periferici con il trasporto pubblico. L'andamento della tariffa deve inoltre crescere parallelamente con la lunghezza della sosta: in altre parole se la prima ora di parcheggio costa, poniamo, un euro, la seconda deve costare di più. Un modo per non "punire" chi si sposta occasionalmente con l'automobile e per scoraggiare invece chi lo fa sistematicamente.

Che servano soldi per il trasporto pubblico lo dimostrano alcune cifre. I proventi totali del trasporto pubblico coprono appena il 35% delle spese per la gestione del servizio. Una percentuale che sale lievemente nel caso delle tramvie (dove il rapporto proventi totali/costi totali è di 4 a 10) e in maniera più sensibile per le metropolitane dove la vendita di biglietti, abbonamenti e altri servizi copre almeno il 50% delle spese. Queste cifre sono molto lontane dai rapporti introiti/costi di alcune città europee: a Dublino entrate e uscite sono ad esempio quasi in pareggio (i ricavi della vendita dei servizi coprono circa il 96% dei costi), a Londra c'è un rapporto del 79% e a Madrid del 75%. Parallelamente si può citare un altro dato che vede ogni cittadino spendere mediamente in un anno 3.000 euro per la mobilità privata e appena 180 euro per quella pubblica. Una forbice determinata anche dalla disponibilità procapite di vetture private che vede il nostro Paese ai primi posti delle graduatorie mondiali con quasi 70 autovetture ogni 100 abitanti.

2. Una legge obiettivo per la mobilità urbana

Vincolare almeno il 25% della spesa nazionale per le opere pubbliche nel settore trasporti alla realizzazione di reti per il trasporto rapido collettivo nelle città. Le grandi opere strategiche del Governo sono quasi esclusivamente alta velocità ferroviaria e autostrade. Serve invece una legge obiettivo per le città. In questo senso bisognerebbe vincolare almeno il 25% della spesa nazionale per le opere pubbliche nel settore trasporti alla realizzazione di reti per il trasporto rapido collettivo nelle città dando priorità ai mezzi a trazione elettrica (tram, metropolitane, filobus).

Per il prossimo decennio l'Italia ha pianificato una spesa in infrastrutture stradali, autostradali e ferroviarie pari a circa 126 miliardi di euro. Questa enorme mole di investimenti alimenta un ulteriore rafforzamento dell'attuale squilibrio modale, puntando soprattutto sulla costruzione di strade a autostrade e in misura molto minore sul trasporto ferroviario (nei prossimi tre anni ad esempio per ogni milione speso solo 300mila euro andranno al ferro mentre ben 700mila euro andranno alla gomma).

Delle oltre 250 opere ritenute prioritarie dal Governo inoltre solo una minima parte riguarda la mobilità urbana per la quale è prevista, sempre nel prossimo decennio, la somma di 15.150 milioni di euro. Eppure sono proprio le aree urbane e le grandi aree metropolitane a denunciare i più elevati livelli di pressione ambientale e di congestione da traffico, ed è in questa direzione che occorre orientare una quota significativa dei nuovi investimenti. In questo senso si può citare anche uno studio dell'Aciche ha evidenziato come “le spese per trasporti realizzate in Italia nel corso degli ultimi 25 anni sono state prevalentemente destinate a supportare investimenti tipici delle lunghe distanze (alta velocità, rete autostradale ecc.) piuttosto che intervenire a favore della mobilità urbana”. L'Italia presenta così, a livello europeo, la minore dotazione di linee metropolitane, presenti solo in 5 città per un totale di 118 km: il divario è forte, poiché a fronte dei 6,2 km/100.000 ab. Del Regno Unito e dei 4,6 della Francia, il nostro Paese presenta un valore di 2,1. Nonostante questa evidente dimensione emergenziale del traffico e dell'inquinamento nelle aree urbane c'è un forte divario negli investimenti: alla mobilità cittadina è oggi destinato appena il 12,03% della somma complessiva destinata alle opere pubbliche del settore trasporti. E la percentuale è decisamente più bassa se a quei 15.150 milioni di euro sottraiamo le somme destinate a tangenziali, nodi ferroviari urbani e attraversamenti autostradali. Per garantire adeguati investimenti alla reti di trasporto pubblico a servizio delle aree urbane e metropolitane riteniamo dunque necessario vincolare almeno il 25% degli investimenti pubblici nazionali al trasporto collettivo. Prendendo dunque le attuali previsioni di spesa dello Stato l'ipotesi è quella di destinare almeno 3.000 milioni di euro l'anno a nuove realizzazioni per il trasporto locale.

3. Il 50% dei percorsi degli autobus in sede protetta

Trasformare in corsia preferenziale almeno il 50% dei chilometri di rete di trasporto pubblico di superficie nelle grandi aree urbane e puntare almeno al 20% di percorsi in sede protetta nelle altre città.

Una forte valorizzazione della qualità del trasporto collettivo, così come un tangibile aumento della sua concorrenzialità rispetto al trasporto privato ha tra i suoi prerequisiti quello di una sempre maggiore certezza per l'utenza dei tempi di percorrenza. Elemento centrale in questa direzione è la progressiva estensione delle corsie preferenziali, che ha effetti diretti sia sulla velocità commerciale (ora attestata mediamente nelle città italiane tra i 13 e i 19 chilometri/orari) che sul rispetto degli orari di partenza e di passaggio alle fermate. Un intervento organico, anche con investimenti ridotti, può nel breve periodo produrre risultati rilevanti. A Roma ad esempio la risistemazione viaria di un quartiere dove risiedono 150mila abitanti e dove transitavano quotidianamente 300mila autovetture (trasformazione in “strada verde” riservata esclusivamente ai bus di un asse viario ad alta intensità commerciale, realizzazione di corsie preferenziali e creazione di interventi di traffic calming, tra cui nuovi marciapiedi e dissuasori della sosta) ha avuto come effetto quello di un passaggio della regolarità delle corse delle 28 linee che attraversano la zona dal 50% circa al 97,22%. Attualmente

nelle 103 città capoluogo di provincia solo il 7,5% dei 40.000 chilometri di rete di trasporto urbano di superficie viaggia in sede protetta. L'obiettivo deve essere quello di triplicare questa percentuale arrivando almeno al 20%. Mentre naturalmente più incisivo deve essere l'intervento nelle grandi città, dove il trasporto di superficie è particolarmente penalizzato dal traffico. In questo caso l'obiettivo deve essere quello di alloggiare in sede protetta il 50% della rete (tra le grandi città oggi solo Milano e Genova superano la quota del 10%).

4. Un'isola pedonale in ogni quartiere, piste ciclabili non solo per svago

Disincentivare l'uso dell'auto privata attraverso la realizzazione di misure diversificate di limitazione del traffico a fini ambientali e di promozione della mobilità ciclabile.

La congestione delle città incide negativamente sui tempi di spostamento, sulla qualità dell'aria, sui livelli di rumore. In una parola il traffico mina profondamente la qualità della vita. Per disincentivare il trasporto privato e promuovere il trasporto pubblico sono indispensabili misure tese a ridurre gli spazi a disposizione dell'auto privata, estendendo le zone a traffico limitato, realizzando un sistema di isole pedonali diffuso su tutto il territorio comunale (una per ogni quartiere) e valorizzando l'uso di sistemi di mobilità davvero sostenibili a partire dalle biciclette. In quest'ottica particolarmente significativa può rivelarsi la realizzazione di itinerari protetti per le due ruote che assicurino la possibilità di utilizzare le biciclette in sicurezza anche per gli spostamenti sistematici e non solo per il tempo libero. Attualmente lo spazio a disposizione esclusiva dei ciclisti è prossimo allo zero (la città con più piste ciclabili ha un rapporto di 68cm per abitante) mentre quello per i pedoni è assai limitato: la superficie stradale pedonalizzata, nella seconda metà degli anni '90, ha avuto infatti un incremento modesto considerando i bassissimi livelli di partenza (+28% tra il 1997 e il 2000 sull'insieme dei capoluoghi di provincia). L'incremento si è largamente concentrato nelle sole città di Roma, Napoli e Torino, mentre in alcuni centri la superficie pedonalizzata è addirittura regredita.

5. Auto, bici, bus, treno: non più separati in casa

Su scala comunale è necessaria una corretta pianificazione territoriale con l'obiettivo di realizzare una armonica e funzionale integrazione tra tutte le modalità di trasporto: autovetture, metropolitane, tram, ferrovie locali, taxi, bus, biciclette, pedoni)

La terziarizzazione delle aree urbane centrali e la contestuale redistribuzione di residenze all'esterno dei perimetri storici delle città si sono spesso tradotti in modelli insediativi diffusi, difficilmente servibili da adeguati servizi di trasporto pubblico, ma in quotidiana relazione con i centri storici per spostamenti di studio e lavoro. Oltre al potenziamento delle reti ferroviarie suburbane e regionali, l'incentivazione all'uso del trasporto pubblico richiede nell'immediato la diffusione di nodi di corrispondenza adeguatamente attrezzati che consentano a chi deve muoversi dalla propria residenza con l'autovettura privata di accedere alle linee ferroviarie, metropolitane o urbane per accedere al centro città. Parallelamente occorre prevedere adeguate azioni di incentivo e facilitazione all'impiego combinato di mezzi pubblici e mezzi privati non inquinanti, a partire dalle biciclette, attrezzando i nodi della rete di trasporto pubblico con parcheggi per cicli custoditi e facilitando, dove possibile, l'accesso ai mezzi pubblici con biciclette al seguito. Anche il fatto di adattare i trasporti pubblici per permettere il trasporto delle biciclette al seguito, può infatti incoraggiare l'intermodalità su tragitti brevi. Va a tal fine sottolineato che la bicicletta è un mezzo di trasporto troppo spesso trascurato, se si pensa che ogni giorno vengono effettuati in Europa circa 50 milioni di spostamenti in bicicletta (ossia il 5% del totale). Il numero di spostamenti raggiunge addirittura il 18% in Danimarca e il 27% nei Paesi Bassi. Parallelamente le diverse aziende di trasporto devono promuovere l'intermodalità ricorrendo a sistemi tariffari integrati e a forme di pagamento più comode e innovative (biglietti elettronici, smart card, ecc.).

6. Un sms per non ingannare l'attesa

Puntare sulle infrastrutture digitali per offrire servizi più efficienti all'utenza, dall'informatizzazione delle linee al telerilevamento dei tempi di attesa alle fermate (attraverso messaggi sms ad esempio che danno l'indicazione in minuti sull'arrivo dell'autobus) fino alla promozione di tecnologie innovative per ridurre la domanda di mobilità (telelavoro, home-banking, commercio elettronico). La progressiva diffusione di strumenti e reti di comunicazione (telefonia cellulare, internet, ecc.) può rappresentare la condizione mediante la quale offrire, con investimenti limitati, servizi di informazione ed assistenza ad elevato valore aggiunto, che consentano un accesso in tempo reale ai servizi offerti da diversi operatori, aumentando il livello dei dati forniti all'utenza e personalizzando le informazioni in funzione delle specifiche esigenze. Si tratta in sostanza di affiancare all'offerta di capacità di trasporto, un'adeguata offerta di informazioni sui servizi disponibili investendo su una strategia infrastrutturale digitale. In questa direzione vanno diverse esperienze pilota, già operative in Italia: alcune aziende effettuano ad esempio il telerilevamento dei tempi di attesa di ogni singola linea con paline elettroniche alle fermate. Ma con un semplice sistema satellitare sarebbe anche possibile informare l'utenza attraverso gli sms del tempo che manca all'arrivo del bus o del tragitto da seguire e dei mezzi da utilizzare per raggiungere una determinata destinazione. Sempre le nuove tecnologie possono fornire strumenti utili per "disciplinare" le corsie preferenziali, per impianti semaforici asserviti che assicurino la priorità al trasporto pubblico, per una razionalizzazione dei percorsi. Più in generale le nuove tecnologie possono essere impiegate anche per ridurre la domanda di mobilità ampliando (e verificando poi gli effetti sul traffico) telelavoro, home-banking, commercio elettronico, telepagamenti, ecc.

7. Un bus tutto "nuovo": taxi collettivi, car-sharing, bus a chiamata, car-pooling

Differenziare l'offerta di trasporto pubblico mediante l'introduzione, la valorizzazione e il potenziamento di alcuni servizi innovativi come l'auto in comproprietà, il taxi collettivo o il bus a prenotazione

La diffusione dell'uso del trasporto pubblico nelle aree urbane passa anche per un'adeguata diversificazione dei servizi offerti, che garantisca da un lato la possibilità di soddisfare la domanda diffusa e non di punta (mediante servizi a chiamata, sul modello di quelli attualmente sperimentati a Milano o Brescia), articolando dall'altro lo spettro dei servizi offerti con l'obiettivo di ampliare il target degli utenti, fornendo ad esempio servizi specifici caratterizzati da elevati livelli di comfort, frequenza e velocità degli spostamenti (taxi collettivi). Occorre in altri termini modulare l'offerta in funzione delle esigenze della domanda, rafforzando la copertura territoriale e temporale del servizio pubblico e promuovendone un'immagine più dinamica e competitiva. In molte delle città italiane, infatti, il servizio di trasporto pubblico è attualmente considerato un servizio "sociale", rivolto a segmenti di utenza che non possono muoversi con mezzi propri.

3. L'INQUINAMENTO ACUSTICO

L'inquinamento acustico per definizione è l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi. Il rumore è considerato come una delle più rilevanti cause del peggioramento della qualità della vita ed è ormai riconosciuto come uno dei principali problemi ambientali; pur essendo talora ritenuto meno rilevante rispetto ad altre forme di inquinamento, come l'inquinamento dell'aria o delle acque, anch'esso provoca effetti negativi sulla popolazione esposta.

3.1 Le fonti del rumore

Le fonti dell'inquinamento acustico possono essere trovate praticamente ovunque. Bisogna poi distinguere quelle che arrecano disturbo da quelle che invece sono sopportabili.

Di solito le fonti di rumore all'interno delle abitazioni, come ad esempio la TV, la radio o gli elettrodomestici, sono fonti controllabili e quindi il loro disturbo è relativo. Per avere un'idea dei livelli di rumore prodotti in ambiente domestico, si va dai 20 dBA della voce sussurrata ai 50 di quella parlata; la ventola del computer emette in media un livello di rumore pari a 30 dBA e la suoneria del telefono può arrivare anche a 75 dBA.

Le fonti che arrecano maggiori danni sono comunque quelle di origine esterna alle abitazioni, a cui si è esposti in modo involontario e soprattutto perché difficilmente possiamo intervenire per controllarle.

Tra le fonti esterne le principali sorgenti sonore sono:

- traffico veicolare, aereo, ferroviario e portuale
- attività industriali e artigiane
- discoteche e locali musicali
- esercizi commerciali
- fonti varie (ad esempio impianti di condizionamento, ecc.)

Queste sorgenti possono essere distinte in due tipologie diverse; si hanno infatti sorgenti "puntuali o areali" e sorgenti "lineari".

Nella prima tipologia rientrano tutte le fonti di rumore derivanti da attività di vario tipo, ad esempio quelle industriali, artigianali, esercizi commerciali, locali musicali, condizionatori, ecc. I livelli del rumore dipendono dall'intensità della sorgente, dalla sua collocazione spaziale e dalla sua presenza temporale; l'area di esposizione di solito è limitata alla zona intorno alla sorgente.

Tra le sorgenti lineari invece troviamo tutte quelle per cui l'area di impatto del rumore è parallela agli assi di scorrimento. Rientra quindi in questa tipologia tutto il traffico veicolare, ferroviario e aeroportuale. Il rumore derivante da queste sorgenti può essere distinto anche in base alla sua evoluzione nel tempo; avremo così rumori stabili o stazionari, rumori fluttuanti, rumori variabili, rumori intermittenti, ecc..

Principale responsabile dell'inquinamento acustico è il traffico stradale e autostradale, prevalentemente privato (56%); seguono poi i rumori della vita lavorativa e del tempo libero, dal frastuono della fabbrica alla discoteca (33%); il rumore degli aeroporti (6%) e il rumore prodotto dalle ferrovie (5%).

Il traffico stradale rappresenta la principale fonte di inquinamento acustico nelle aree urbane e coinvolge la maggior parte dei cittadini residenti. Esso è legato al tipo di asfalto o di pavimentazione stradale, al numero ed al tipo di veicoli che transitano, alla velocità e al tipo di guida degli automobilisti: a parità di condizioni di traffico, i livelli di rumore possono variare anche di 15 decibel in funzione del manto stradale. In media il rumore proveniente da una strada trafficata è di circa 60 dBA mentre il rumore prodotto da traffico intenso può sfiorare gli 80 dBA. I livelli di

rumore più alti si raggiungono in prossimità delle autostrade, dove un flusso di 700 veicoli/h transitanti su una corsia autostradale piana a 130 km/h emette 89 dBA.

Il traffico ferroviario colpisce un numero sicuramente minore di persone rispetto a quello stradale (solamente quelle residenti in prossimità delle linee ferroviarie). La causa principale del rumore in questo caso è il contatto tra le ruote dei treni e i binari ed è anch'esso influenzato dalla velocità dei treni e dalla loro tipologia (treno merci, treno passeggeri, ecc.). Altri esperimenti hanno rilevato che a 290 km/h le vibrazioni in prossimità delle rotaie sono pari a 100 dBA mentre per un treno tradizionale, alla velocità di 170 km/h, questo valore può arrivare a 107 dBA.

Il traffico aereo, dato l'incremento che ha avuto negli ultimi anni, ha acquistato una rilevanza crescente tra le sorgenti di rumore. Questo tipo di sorgente interessa esclusivamente le aree limitrofe agli aeroporti e quelle rientranti nei cosiddetti "corridoi di sorvolo". Un motore a reazione, utilizzato per gli aerei, emette un rumore pari a circa 110 dBA, ma un aereo in volo può avere un carico acustico di ben 140 dBA, sufficienti a provocare disturbo per chi abita in zone limitrofe a un aeroporto ed è sottoposto regolarmente a questi livelli di rumore.

3.2 La situazione nelle città italiane

Secondo quanto stabilito dalla legge quadro sull'inquinamento acustico (L. 447/95), i Comuni devono effettuare la classificazione o "zonizzazione" del territorio comunale e adottare di conseguenza specifici piani di risanamento.

Dai dati raccolti da Apat, relativi all'anno 2002, (Tab. 16) emerge che solo 962 (il 12,5%) dei 7.692 Comuni di cui si aveva la disponibilità del dato, ha approvato la "zonizzazione" e di questi solo 8 hanno provveduto all'approvazione di un piano di risanamento acustico; sono 20 su 138 quelli che hanno provveduto alla redazione della relazione biennale obbligatoria sullo stato acustico del proprio comune.

La regione con il maggior numero di comuni che hanno approvato il piano di classificazione è la Lombardia (220 comuni), seguita dal Veneto (211 comuni).

Nel Sud Italia la regione con più comuni che hanno approvato un piano di classificazione è la Campania con 152 comuni, ma nessuno di questi ha poi approvato un piano di risanamento acustico.

In Molise e in Umbria nessun comune ha provveduto ad effettuare la zonizzazione; in Umbria tre comuni, avendo un numero di abitanti al di sopra dei 50.000, avrebbero dovuto presentare la relazione sullo stato acustico, ma di questi solo uno ha provveduto a farlo.

Dai dati di Ecosistema Urbano 2005 relativi all'anno 2003, risulta che tra i capoluoghi di provincia solamente 42 hanno effettuato una zonizzazione acustica della città: Alessandria, Ancona, Aosta, Arezzo, Asti, Avellino, Biella, Bologna, Cagliari, Caltanissetta, Caserta, Cosenza, Cremona, Forlì, Genova, Imperia, La Spezia, Lecce, Lodi, Lucca, Matera, Messina, Modena, Napoli, Novara, Padova, Parma, Pavia, Pisa, Pistoia, Prato, Ravenna, Roma, Salerno, Siena, Sondrio, Taranto, Terni, Trento, Verbania, Verdelli, Verona.

Tabella 16: La zonizzazione acustica sul territorio nazionale.

REGIONI	Comuni che hanno approvato il piano di classificazione acustica n°	Comuni con più di 50.000 abitanti n°	Comuni che hanno approvato la relazione sullo stato acustico comunale n°	Comuni che hanno approvato il Piano di risanamento acustico	
				n°	Comuni
Piemonte	52	6	0	0	
Valle d'Aosta	2	0	0	1	Aosta
Lombardia	220	14	3	0	
Trentino Alto Adige	79	2	0	1	
	Bolzano	1	1	0	
	Trento	78	1	0	Trento
Veneto	211	7	1	2	Cortina d'Ampezzo Padova
Friuli Venezia Giulia	5	2	0	0	
Liguria	132	4	0	1	La Spezia
Emilia Romagna	38	13	4	2	Bologna Modena
Toscana	48	13	9	0	
Umbria	0	3	1	0	
Marche	3	4	0	1	Ancona
Lazio	2	7	0	0	
Abruzzo	2	4	0	0	
Molise	0	1	0	0	
Campania	152	18	1	0	
Puglia	10	15	1	0	
Basilicata	1	2	0	0	
Calabria	/	5	/	/	
Sicilia	4	15	0	0	
Sardegna	1	3	0	0	
Italia	962	138	20	8	

Fonte: Elaborazione Legambiente su dati APAT - Annuario dei dati ambientali 2003

NB: per ciascuna regione viene indicato il numero di comuni che hanno approvato il piano di classificazione acustica, la relazione sullo stato acustico comunale e i comuni che hanno approvato il piano di risanamento acustico secondo quanto stabilito dalla legge quadro n. 447 del 26/10/1995 (dati APAT aggiornati al 31/12/2002).

Dai rilievi eseguiti durante “Treno Verde 2004”, la campagna di Legambiente che effettua un monitoraggio sull'inquinamento acustico ed atmosferico, si sono ricavati i livelli di inquinamento acustico in dieci grandi città italiane. Nessuna di queste presenta dei valori al di sotto dei limiti giornalieri previsti dalla normativa vigente, anzi, nella maggioranza dei casi i valori giornalieri sono alle stelle e il rumore di fondo è costantemente troppo alto anche durante le ore notturne.

Tra le città monitorate le peggiori sono Milano, Napoli e Pescara per il periodo notturno, tutte e tre al di sopra di 70 dBA contro i 50 previsti dalla legge nelle aree che prevedono abitazioni, uffici e attività commerciali (70 dBA sono consentiti solo in aree esclusivamente industriali).

Per quanto riguarda il periodo diurno, si aggiungono alla lista anche Roma, La Spezia e Palermo, con medie giornaliere che si aggirano intorno ai 75 decibel.

Legambiente – Smog e dintorni

Tabella 17: Dati relativi al monitoraggio acustico effettuato dal Treno Verde nel 2004.

CITTA' MONITORATE	MEDIA GIORNALIERA (espressa in decibel)		CITTA' MONITORATE	MEDIA GIORNALIERA (espressa in decibel)	
	Diurna	Notturna		Diurna	Notturna
PALERMO (Corso Calatafimi)	74,4	68,8	GROSSETO (Via Oberdan)	70,7	66,8
NAPOLI (Corso S. Giovanni a Peduccio)	74,3	72,6	LA SPEZIA (Via S.Bartolomeo)	73	65,9
FOGGIA (Corso Roma)	69,9	66,3	MILANO (Corso Brianza)	75,7	72,7
PESCARA (Via Vittorio Emanuele II)	74,3	71	VERONA (Via S.Chiera)	69,4	67,7
ROMA (Via Tor Pignattara)	74,3	67,2	TRENTO (Piazza Generale)	67,1	63,1

Fonte: Legambiente

La situazione più dettagliata arriva dal censimento di Ecosistema Urbano 2005. Nelle tabelle che seguono vengono indicati il numero di controlli giornalieri e notturni e la percentuale di valori sopra i limiti di legge.

Un primo dato esplicito sullo scarso interesse mostrato verso il problema dell'inquinamento acustico all'interno degli ambienti urbani è dimostrato innanzitutto dai pochi controlli che vengono effettuati. Più del 32% dei capoluoghi di provincia di cui sono pervenuti i dati non arrivano ai 10 controlli annui eseguiti durante il giorno e il 54% nel 2003 ha eseguito meno di 10 controlli durante il periodo notturno.

Legambiente – Smog e dintorni

La tabella 18 riporta in ordine decrescente, il numero dei controlli effettuati nel periodo diurno su 84 capoluoghi di provincia e la percentuale dei controlli che ha superato il limite di legge di 65 decibel durante il giorno.

Il comune con più controlli in assoluto è Palermo, con 2.433 controlli, dei quali l'84% supera i limiti di legge. A questo segue il comune di Verona con quasi un terzo dei controlli effettuati a Palermo e quello di Genova con 473 controlli eseguiti.

Nel Comune di Napoli 200 valori su 200 controlli sono risultati al di sopra dei limiti, come anche quelli effettuati a Caltanissetta, a Messina, a Parma, a Grosseto, a Rovigo e a Teramo, anche se negli ultimi 5 comuni menzionati i controlli effettuati non sono mai superiori a 10.

Gli unici comuni in cui tutti i controlli effettuati sono risultati a norma di legge sono Catanzaro, Rieti, Potenza, Brescia, Lecce, Torino, Varese, Cagliari, Cuneo, Lecco, Cremona, Rimini e Piacenza. Però tra questi solo 4 hanno effettuato un numero di controlli superiore a 10.

Tabella 18: I livelli di rumore nelle città italiane

Controlli effettuati durante il giorno								
Citta'	numero controlli Leq*	% controlli Leq >65 dBA	Citta'	numero controlli Leq	% controlli Leq >65 dBA	Citta'	numero controlli Leq	% controlli Leq >65 dBA
Palermo	2.443	84%	Prato	23	30%	Padova	8	63%
Verona	971	70%	Benevento	23	74%	Cagliari	7	0%
Genova	413	19%	Caltanissetta	22	100%	Messina	7	100%
Ferrara	395	35%	Belluno	21	95%	Parma	7	100%
Napoli	200	100%	Venezia	20	50%	Cuneo	5	0%
Perugia	158	16%	Pistoia	17	35%	Lecco	5	0%
Lodi	109	28%	Potenza	15	0%	Vicenza	5	20%
Taranto	105	25%	Catania	15	13%	Biella	5	40%
Pavia	88	72%	Matera	14	43%	Cremona	4	0%
Aosta	74	64%	Brescia	13	0%	Siracusa	4	50%
Catanzaro	52	0%	Vercelli	12	25%	Lucca	4	75%
Bolzano	50	94%	Lecce	9	0%	Siena	4	75%
Asti	47	60%	Torino	9	0%	Grosseto	4	100%
Rieti	40	0%	Udine	9	44%	Rimini	3	0%
Modena	37	27%	Milano	9	67%	Arezzo	3	33%
Forlì	31	81%	Pisa	9	67%	Mantova	3	33%
La Spezia	31	87%	Massa	9	78%	Rovigo	3	100%
Frosinone	28	43%	Varese	8	0%	Piacenza	2	0%
Reggio Emilia	26	50%	Pesaro	8	25%	Teramo	2	100%

Fonte: Legambiente, Ecosistema Urbano 2005 - Comuni, dati 2003

*Leq (Livello Equivalente) = livello in dB di rumore che si ipotizza o si rende costante in un intervallo di tempo.

NB: vengono riportati per ciascun capoluogo di cui si hanno i dati in ordine decrescente il numero di controlli annuali eseguiti nel periodo diurno e la percentuale dei valori che hanno superato il limite normativo.

Legambiente – Smog e dintorni

Nella tabella 19 sono riportati il numero dei controlli effettuati durante la notte in alcuni capoluoghi di provincia italiani e le percentuali dei controlli che sono risultati al di sopra dei limiti di legge.

Al primo posto per numero di controlli c'è sempre la città di Palermo con 2.389 controlli dei quali 2.126 sono risultati al di sopra dei limiti di legge (89%).

Anche il comune di Verona e quello di Napoli hanno effettuato un elevato numero di controlli ed anche nel loro caso la percentuale di quelli che risultano al di sopra dei limiti di legge rappresenta la quasi totalità.

Catanzaro è il comune con più controlli risultati regolari, infatti su 50 misure nessuna è risultata sopra il limite di legge.

Pesaro e Vicenza sono i comuni con un solo controllo effettuato che è risultato regolare a Pesaro, al di sopra dei limiti a Vicenza.

Tabella 19: I livelli di rumore nelle città italiane.

Controlli effettuati durante la notte								
Citta'	numero controlli (Leq)	%controlli Leq >55 dBA	Citta'	numero controlli (Leq)	%controlli Leq >55 dBA	Citta'	numero controlli (Leq)	%controlli Leq >55 dBA
Palermo	2.389	89%	Varese	15	20%	Potenza	5	100%
Verona	920	98%	Prato	14	71%	Ancona	4	50%
Napoli	200	100%	Venezia	12	75%	Lucca	4	75%
Pavia	88	90%	Matera	11	73%	Grosseto	4	100%
Aosta	62	92%	Reggio Emilia	10	10%	Siena	4	100%
Catanzaro	50	0%	Taranto	10	60%	Biella	3	0%
Bolzano	50	100%	Pisa	9	67%	Viterbo	3	0%
Cosenza	49	100%	Milano	9	100%	Vercelli	3	33%
Asti	39	95%	Udine	8	63%	Arezzo	3	67%
Brescia	33	15%	Padova	8	88%	Rovigo	3	100%
Perugia	33	55%	Pistoia	8	88%	Rimini	2	0%
Modena	31	48%	Massa	8	100%	Mantova	2	50%
La Spezia	31	100%	Cremona	7	43%	Piacenza	2	50%
Forlì	30	97%	Livorno	7	100%	Siracusa	2	50%
Ferrara	27	70%	Messina	7	100%	Gorizia	2	100%
Belluno	21	95%	Lecco	6	0%	Pesaro	1	0%
Benevento	19	95%	Parma	6	100%	Vicenza	1	100%
Lecce	17	82%	Rieti	5	0%			
Frosinone	16	81%	Torino	5	20%			

Fonte: Legambiente, Ecosistema Urbano 2005 - Comuni, dati 2003

NB: vengono riportati per ciascun capoluogo di cui si hanno i dati in ordine decrescente il numero di controlli annuali eseguiti nel periodo notturno e la percentuale dei valori che hanno superato il limite normativo.

3.3 Gli effetti sulla salute

Dai dati che compaiono nel Libro Verde della Commissione Europea (1996), emerge che circa il 20% della popolazione dell'unione (80 milioni di persone) è esposto a livelli di rumore diurni superiori a 65 dBA e che altri 170 milioni di persone risiedono in aree con livelli compresi fra 55 e 65 dBA. Secondo quanto riportato nella proposta di Direttiva Europea sul rumore ambientale (2000), il risultato di questa diffusione dell'inquinamento acustico è che una percentuale di popolazione dell'UE pari almeno al 25% sperimenta un peggioramento della qualità della vita a causa dell'*annoyance* (sensazione di disturbo e fastidio genericamente intesa), e una percentuale compresa fra il 5 ed il 15% soffre di seri disturbi del sonno, dovuti al rumore. La principale sorgente di rumore risulta essere il traffico stradale, che interessa i 9/10 della popolazione esposta a livelli superiori a 65 dBA. Il dato preoccupante che emerge dagli studi effettuati, riguarda la tendenza del rumore ad estendersi sia nel tempo (periodo notturno) che nello spazio (aree rurali e suburbane), e il previsto aumento dei veicoli e delle percorrenze effettuate da ciascuno di essi, grava su questo quadro generale; il rumore urbano infatti risulta essere sempre più diffuso e colpisce un numero sempre maggiore di individui.

Per meglio comprendere quale sia l'impatto dell'inquinamento acustico sulla salute della popolazione esposta, è necessario partire dal concetto stesso di "salute". Con questo termine, secondo una definizione dell'OMS del 1946, s'intende "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non semplicemente l'assenza di malattie o infermità". Più recentemente la stessa OMS ha indicato che uno stato di buona salute e benessere richiede un ambiente armonioso in cui viene attribuito il giusto peso ai fattori fisici, fisiologici, sociali ed estetici; l'ambiente dovrebbe quindi costituire una risorsa importante per migliorare le condizioni di vita ed accrescere il benessere. Pertanto un ambiente acustico sfavorevole costituisce una condizione di pregiudizio per una buona qualità della vita, condizione che può dare luogo ad una serie di effetti.

I più immediati e frequenti sono quelli che interessano il sonno. Secondo quanto preso in esame dalla facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università "La Sapienza" di Roma, che ha raccolto i più autorevoli studi nazionali ed internazionali sull'argomento, valori di rumorosità notturna inferiori ai 40 dBA consentono dormire di 20 minuti più lunghe rispetto alla media; al contrario, se il frastuono supera i 70 decibel aumenta fortemente la possibilità della riduzione o della scomparsa delle fasi IV (sonno profondo) e Rem (sogno) del sonno. Citiamo testualmente: "esiste una sindrome cronica di disturbo del sonno derivante dall'esposizione prolungata (per molti anni) alle immissioni di rumore, che tende ad aggravarsi nel tempo. In questi casi aumenta il numero di risvegli nel corso della notte, si riducono o scompaiono le fasi IV (sonno profondo) e Rem (attività onirica) del sonno, si verificano variazioni del tracciato elettrocardiografico e di quello elettroencefalografico del dormiente, aumenta il numero e l'entità dei movimenti del corpo, così come il numero di brevi risvegli e il tempo di addormentamento".

Una diretta conferma del disturbo causato dal rumore nelle ore notturne arriva da una ricerca merceologica condotta dall'Istituto di Medicina del Lavoro della ASL 1 di Trieste che ha scoperto un dato singolarissimo: le farmacie che operano in quartieri dove il livello sonoro notturno è compreso tra i 55 e i 75 decibel vendono una quantità di sonniferi e tranquillanti doppia o addirittura tripla rispetto alla media.

Il monitoraggio effettuato dal Treno Verde durante la campagna del 2004 non ha trovato alcuna città con una media giornaliera entro i limiti previsti dalla normativa vigente: per la maggior parte delle città prese in esame, decibel alle stelle di giorno e rumore di fondo costantemente troppo alto dalle 22.00 alle 6.00; i valori notturni superiori ai 70 decibel, potenzialmente in grado di generare effetti negativi sulla fase Rem e di causare frequenti risvegli, sono riscontrabili in più di una strada su cinque.

Dalle diverse ricerche effettuate emerge l'importanza di identificare e studiare i cosiddetti gruppi vulnerabili, cioè gruppi di individui (ad esempio i bambini, i soggetti con un danno uditivo, i ciechi, gli anziani, ecc.) particolarmente sensibili in riferimento ad un determinato effetto, ma anche ai

luoghi, agli orari e alle attività condotte. Un'analisi di questi gruppi può rendere più semplice l'identificazione di effetti sulla salute, che potrebbero altrimenti risultare di difficile osservazione nella popolazione generale. D'altro canto l'individuazione di valori di soglia che offrono un ragionevole livello di protezione degli individui maggiormente sensibili, è automaticamente garanzia di protezione dagli effetti considerati anche per il resto della popolazione.

Le Linee Guida dell'OMS raccomandano una particolare attenzione per i bambini: scuole ed asili dovrebbero essere collocate in zone dove il livello di rumore durante le lezioni non superi i 35 dBA. L'esposizione a un livello di inquinamento acustico superiore potrebbe causare difficoltà nell'apprendimento, nell'imparare a leggere e nell'acquisire capacità a risolvere i problemi.

Purtroppo il rumore non colpisce solo il nostro sonno. Il mondo scientifico che lavora sull'impatto dell'inquinamento acustico sulle nostre vite, ha riscontrato che esposizioni prolungate al rumore possono causare tachicardia, variazione della pressione arteriosa e della capacità respiratoria, gastriti, nausea, alterazioni del campo visivo e della trasmissione degli impulsi nervosi; ci sono poi gli effetti psicologici, tutt'altro che trascurabili, che potrebbero rendere difficile la comunicazione, generare aggressività, emicrania, capogiri, inappetenza, difficoltà di concentrazione. Parliamo dei cosiddetti effetti extrauditivi (di tipo non specifico). Sono appunto causati dal rumore ambientale, che interagisce con il benessere sia fisico che mentale.

Gli effetti uditivi invece sono quelli causati dall'esposizione professionale al rumore. Il danno provocato a carico dell'apparato uditivo può essere di tipo acuto se si realizza in un tempo brevissimo, in seguito ad una stimolazione acustica particolarmente intensa, oppure di tipo cronico quando evolve lentamente a seguito dell'esposizione a rumore protratta nel tempo, come accade ad esempio ad operai che lavorano per giorni con il martello pneumatico.

Che si tratti di un vero e proprio stress da rumore o di quella deleteria sensazione di fastidio definita dagli anglosassoni *annoyance*, sta di fatto che la sgradevole colonna sonora di frastuono che accompagna la quotidianità dei centri urbani, mina profondamente la qualità della vita.

APPENDICE

I. GLI INQUINANTI E LE FONTI

Gli inquinanti atmosferici, indipendentemente dalla loro natura chimica, possono essere distinti in due classi principali: inquinanti primari e secondari. I **primari** sono quelli che vengono immessi nell'atmosfera direttamente dal processo che li ha prodotti e che permangono nell'ambiente senza subire modificazioni. Tra questi i principali sono quelli emessi nel corso dei processi di combustione di qualunque natura, cioè il **monossido di carbonio (CO)**, l'**anidride carbonica (CO₂)**, **gli ossidi di azoto (NO_x) (principalmente monossido di azoto)**, l'**anidride solforosa (SO₂)**, **le polveri e gli idrocarburi incombusti**. Gli inquinanti **secondari** sono invece quelle sostanze che si formano dagli inquinanti primari a seguito di trasformazioni chimico-fisiche che in genere coinvolgono l'ossigeno atmosferico e la luce. Esempi di inquinanti **secondari** sono l'**ozono (O₃)**, vari tipi di **aldeidi**, **perossidi**, **acidi nitriloperacetici (PAN)** e molte altre specie chimiche che spesso risultano più tossiche e più dannose dei composti originari.

Gli inquinanti atmosferici, così come le rispettive fonti di emissione, possono essere ulteriormente distinti in altri due gruppi: quelli di origine antropica e quelli naturali.

Ad esempio i vulcani sono responsabili del 60% circa delle emissioni di ossidi di zolfo, che si sprigionano anche dalle decomposizioni organiche e dagli incendi delle foreste. Fonti naturali di ossidi di azoto sono i vulcani, gli oceani, le decomposizioni organiche e l'azione dei fulmini.

Ma l'inquinamento originato dalle attività umane è quello che influisce maggiormente sul peggioramento della qualità dell'aria, soprattutto in ambiente urbano, dove le fonti naturali di inquinamento atmosferico sono irrilevanti rispetto a quelle di origine antropica rappresentate prevalentemente dai trasporti stradali, dal riscaldamento domestico e dalle attività produttive. In generale tutte queste sorgenti sono strettamente legate alla produzione ed al consumo di energia, prodotta da combustibili fossili. Il settore dei trasporti stradali è sicuramente quello che incide più profondamente e più direttamente sulla qualità dell'aria che respiriamo in città; quanto alla pressione inquinante degli impianti di riscaldamento domestico, si rileva una netta diminuzione nel corso degli ultimi vent'anni, soprattutto per quanto riguarda le emissioni di biossido di zolfo, grazie alla conversione degli impianti a olio combustibile verso l'uso del metano, praticamente privo di zolfo. Resta comunque alto l'impatto ambientale generato dai piccoli impianti di combustione non metanizzati disseminati nel tessuto urbano, che sommato alle altre sorgenti di emissione delle strutture commerciali, artigianali, di eventuali inceneritori o delle aree commerciali a ridosso delle città, possono rappresentare un contributo importante alle emissioni di gas combustibili e ceneri. Inoltre le perdite nelle reti di distribuzione del gas sono responsabili del 13% delle emissioni di metano. L'attività industriale, ed in particolare la produzione energetica, è strettamente associata con la qualità dell'aria in quanto le emissioni dei grandi impianti termoelettrici (alimentati con combustibili fossili) ed industriali avvengono attraverso alti camini che ne facilitano la diluizione e diffusione anche a grandi distanze. Le modalità di produzione e consumo dell'energia, e le conseguenti emissioni in atmosfera, rappresentano dunque un elemento determinante per la qualità ambientale. Altre fonti inquinanti legate all'attività antropica sono le discariche, soprattutto per quanto riguarda le emissioni di metano, ed il settore agricolo, che incide fortemente sulle emissioni di metano, ammoniaca e protossido di azoto. Anche gli incendi dolosi o comunque indirettamente causati dall'attività umana sono ascrivibili tra le fonti di inquinamento antropico.

Ossidi di Azoto (NO_x): Pur essendo presenti in atmosfera diverse specie di ossidi di azoto, per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

L'ossido di azoto (NO) è un gas incolore, insapore ed inodore. Viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono producendo biossido di azoto.

Gli NOx hanno importanti conseguenze sulla chimica atmosferica: nella troposfera possono essere convertiti in acido nitrico e contribuire alla formazione delle piogge acide; in certe condizioni di illuminazione solare (smog fotochimico) possono fornire il radicale ossigeno e di conseguenza innescare il processo fotochimico necessario a produrre grandi quantità di ozono.

Nel 2001 sono state emesse in Italia 1317 migliaia di tonnellate di NOx: la principale fonte è costituita dai trasporti stradali (700 migliaia di tonnellate, pari al 53% del totale), seguita dal settore industriale (23%) e dalle altre sorgenti mobili non stradali (17%).

Biossido di Azoto (NO₂): Gas brunastro-rosso con odore pungente. Il ben noto colore arancio-giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto. Rappresenta un inquinante secondario dato che deriva, per lo più, dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto. Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitriti, i perossiacetilnitriti, ecc. Si stima che gli ossidi di azoto contribuiscano per il 30% alla formazione delle piogge acide (il restante è imputabile al biossido di zolfo e ad altri inquinanti).

Ossidi di Zolfo (SO_x): Normalmente gli ossidi di zolfo presenti in atmosfera sono l'anidride solforosa (SO₂) e l'anidride solforica (SO₃); questi composti vengono anche indicati con il termine comune SO_x.

L'anidride solforosa o biossido di zolfo è un gas incolore, irritante, non infiammabile, molto solubile in acqua e dall'odore pungente. Dato che è più pesante dell'aria tende a stratificarsi nelle zone più basse. Deriva dalla ossidazione dello zolfo nel corso dei processi di combustione delle sostanze che contengono questo elemento sia come impurezza (come i combustibili fossili) che come costituente fondamentale.

Il biossido di zolfo permane in atmosfera per 1-4 giorni subendo reazioni di trasformazione e principalmente l'ossidazione, ad opera dell'acqua sia allo stato liquido che di vapore, ad acido solforico che ricade in forma di nebbie o piogge acide. Gli ossidi di zolfo di notte vengono anche assorbiti dalle goccioline di acqua presenti nell'aria dando origine ad un aerosol che determina una foschia mattutina. In Italia, stando ai dati dell'APAT relativi all'anno 2001, sono state emesse 709.532 tonnellate di SO_x, di cui ben 593.598 tonnellate, pari all'83% del totale, provenienti da emissioni industriali.

Polveri (Particelle Totali Sospese = PTS): Le polveri atmosferiche sono definite con i nomi più diversi, tra i quali i più usati sono: PTS (polveri totali sospese) e PM (dall'inglese "particulate matter"). Le polveri totali sospese (PTS) sono un insieme molto eterogeneo di particelle solide e liquide (ossidi, solfati, carbonati, silicati, solfuri, cloruri ed altri composti di metalli e combustibili) derivate da fonti naturali (vulcani e polvere della terra) o dalle attività umane (centrali termiche, processi industriali, traffico veicolare, riscaldamento domestico, inceneritori industriali). A causa delle ridotte dimensioni restano in sospensione nell'aria per molto tempo e possono essere spostate anche a grande distanza dal vento.

PM10: Con il termine PM si intende un insieme di particelle solide e liquide che si trovano sospese nell'aria che respiriamo. Tali particelle sono eterogenee per dimensione, origine, composizione e proprietà. Data questa eterogeneità, per esprimerne una presenza in termini di concentrazione, l'Ente per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US EPA), nel 1987, ha introdotto il parametro PM10 che rappresenta il peso delle particelle sospese con diametro inferiore a 10 micron contenute in un metro cubo di aria. L'unità di misura del PM10 è microgrammi/m³. Sempre l'EPA ha introdotto l'uso di altri parametri quale il PM2,5 e PM1 (rispettivamente polveri con diametro inferiore a 2,5 e 1 micron) per il loro interesse sanitario.

Il PM atmosferico contiene un grande numero di elementi in vari composti e concentrazioni comprese centinaia di composti organici.

Nella frazione fine (diametro compreso tra 0,1 e 3 micron) si ritrovano predominanti:

- ioni solfato, ioni ammonio;
- carbonio elementare;
- composti organici e IPA derivati da combustione e processi di cottura;
- metalli (ad es. ioni solubili di ferro e rame, ma anche cadmio, piombo e nichel);

Nella frazione grezza (diametro superiore a 3 micron) si trovano invece:

- materiali della crosta terrestre (calcio, alluminio, silice, magnesio e ferro);
- materiali organici (pollini, spore e detriti animali).

Alcuni componenti come i nitrati ed il potassio si ritrovano in entrambe le frazioni.

Il settore che fornisce il maggior contributo in termini di PM10 è quello dei trasporti stradali: su un totale nazionale di 16.738 tonnellate emesse nell'arco di tutto il 2001 ben 11.152 tonnellate (67%) sono state prodotte dal trasporto su strada. Ma le fonti di questo inquinante sono molteplici:

Fonti naturali: Nelle zone costiere si formano molte goccioline (120 micron) quando le onde si infrangono negli scogli, e possono avere una discreta importanza per la concentrazione di PM10. Il vento inoltre può sollevare le polveri prodotte da processi naturali di erosione causati dal vento stesso, dall'acqua o da variazioni di temperatura e trascinarle anche a notevole distanza, come capita con la sabbia del deserto del Sahara nelle zone a nord-est del Mediterraneo. In alcune zone (come in Sicilia), un'altra fonte di emissioni di polveri sottili è l'attività vulcanica, caratterizzate soprattutto dalla presenza di alte concentrazioni di SO₂.

Trasporto su strada: Le emissioni di particolato connesse al trasporto su strada sono usualmente le più significative nelle aree urbane, per quanto riguarda il PM10 (contributo stimato in 74-76%). In genere i veicoli con motore diesel emettono una quantità maggiore di particolato fine rispetto ai veicoli con motore a benzina, per la maggiore viscosità del carburante che non permette un'ottimale miscelazione con l'ossigeno e favorisce quindi la formazione di prodotti incombusti intermedi allo stato liquido o solido. Non solo, ma più potente è il veicolo e maggiore è la quantità di particolato prodotto. Le emissioni diesel sono principalmente composte da fuliggine, idrocarburi volatili e solfati. Le dimensioni delle particelle emesse varia da 0,01 a 0,05 micron se sono appena state prodotte e da 0,05 a 2,5 micron nel caso di coaguli di vecchie polveri. Una quota consistente di polveri sottili vengono inoltre prodotte dall'usura di gomme (9-10%), freni (5-6%), cambio e dall'abrasione dell'asfalto (9-10%). Queste particelle hanno dimensioni che variano presumibilmente tra 3 e 30 micron. Una fonte secondaria di PM10 è la risospensione del particolato già esistente che si era depositato sul suolo. Un recente studio (Jaeger-Voirol & Pelt, 2000) stima che un veicolo può rimettere in sospensione una quantità di PM10 pari al doppio o addirittura al triplo di quella che emette un veicolo diesel percorrendo la stessa distanza.

Impianti di combustione domestici: L'utilizzo di carbone negli impianti di riscaldamento è stato per anni la fonte principale di PM10 nelle città europee, durante i periodi invernali. Oggi il carbone non viene più usato negli impianti domestici (tranne alcune e fortunatamente rare eccezioni) e grazie alle nuove strategie di abbattimento delle polveri negli impianti di riscaldamento, queste sorgenti di PM10 hanno perso importanza.

Impianti di combustione industriali: L'importanza di queste sorgenti varia a seconda della loro ubicazione e delle tecnologie di abbattimento utilizzate. A seconda del tipo di processo industriale,

la dimensione delle particelle emesse varia da 0,5 a 100 micron. Le ceneri emesse dagli inceneritori sono composte da fuliggine, tracce di metalli, polveri di minerali e materiale bruciato parzialmente di dimensioni comprese tra 5 e 150 micron. Altre sorgenti di polveri sottili sono i cementifici e le industrie di ceramica; inoltre anche gli incendi boschivi possono essere importanti sorgenti di PM10, sia per le emissioni dirette dalle fiamme, sia per il materiale bruciato sollevato dal vento.

Monossido di Carbonio (CO): L'ossido di carbonio (CO) o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile, e molto tossico. Si forma durante la combustione delle sostanze organiche, quando sono incomplete per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno). Il CO ha la capacità di limitare la quantità di ossigeno trasportata dal sangue, provocando effetti di tossicità cardiovascolare e, in grandi quantità, l'asfissia. E' uno dei gas più pericolosi per la salute umana.

I trasporti su strada sono i maggiori responsabili delle emissioni di questa sostanza: su un totale nazionale di 4.988 migliaia di tonnellate emesse nell'arco di tutto il 2001 ben 3.228 (64%) provengono dai trasporti stradali, mentre le altre sorgenti mobili incidono per il 9%. Altre fonti di monossido di carbonio sono il settore industriale (10%), la combustione non industriale (10%) ed il trattamento per lo smaltimento dei rifiuti (5%).

Anidride Carbonica (CO₂): E' un gas incolore e inodore e più pesante dell'aria per cui lo troviamo più facilmente vicino a terra che non in aria. E' un gas velenoso solo alle alte concentrazioni (oltre il 30%) ed è una sostanza fondamentale nei processi metabolici delle piante e degli animali, ma è anche il principale gas serra presente nell'atmosfera terrestre. Si forma dai processi di combustione dei combustibili fossili.

Nel 2001 in Italia sono stati emessi 442 milioni di tonnellate di CO₂: 254 milioni di tonnellate (57%) dal settore industriale e 125 milioni di tonnellate (28%) da quello dei trasporti.

Ozono (O₃): L'ozono è un gas formato da tre atomi di ossigeno che in natura si trova negli alti strati dell'atmosfera (stratosfera), dove contribuisce a formare uno scudo alla penetrazione dei raggi ultravioletti. E' quindi indispensabile alla vita sulla terra perché impedisce il passaggio di raggi pericolosi per la nostra salute. Negli strati bassi dell'atmosfera (troposfera) invece, l'ozono è presente in basse concentrazioni, tranne nelle aree dove la presenza di alcuni inquinanti chimici e la concomitanza di fattori meteorologici ne induce l'aumento. L'ozono è quindi (nella bassa atmosfera) un agente inquinante che è originato dalle reazioni fotochimiche di inquinanti primari. Le concentrazioni di O₃ sono influenzate dalle variabili meteorologiche, dall'intensità della luce, dalla temperatura, dalla velocità e direzione del vento. Nel periodo estivo le particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature e scarsa ventilazione favoriscono il ristagno e l'accumulo degli inquinanti e il forte irraggiamento solare innesca una serie di reazioni fotochimiche che determinano l'aumento della concentrazione di ozono. Il motivo per cui spesso le più alte concentrazioni di ozono si misurano in luoghi poco interessati dalle attività umane (in campagna o nei parchi), dipende dal fatto che in prossimità di fonti produttrici di monossido di azoto (NO) emesso dai veicoli a motore e dai grandi impianti di combustione, l'ozono viene consumato da un'altra reazione chimica: $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$.

Idrocarburi: esistono migliaia di composti chimici denominati idrocarburi: tutti formati da carbonio e idrogeno. Le diverse caratteristiche dei vari idrocarburi dipendono dal numero di atomi di carbonio presenti nella loro molecola e dal modo in cui gli atomi stessi si legano tra loro, formando molecole con strutture assai diverse: lineari, ramificate, a catena chiusa. Sono i costituenti fondamentali del petrolio e, insieme all'ozono, i principali responsabili dello smog fotochimico. Alla famiglia degli idrocarburi appartengono vari tipi di sostanze, tra cui gli aromatici come il benzene, gli xileni e i tolueni, provenienti anch'essi dall'evaporazione dei combustibili o dalla cattiva combustione degli stessi, e rappresentano circa il 40% del totale delle emissioni totali degli idrocarburi; gli idrocarburi non metanici (NMHC).

L'idrocarburo più semplice è il **metano (CH₄)**, un gas incolore, infiammabile, chimicamente stabile e non tossico, è naturalmente presente nell'aria ma contribuisce in modo significativo al surriscaldamento del pianeta dal momento che viene prodotto anche da fonti non naturali. Il metano è utilizzato soprattutto come combustibile sia in impianti industriali che per le reti di gas urbano, come prodotto di base per l'industria chimica e come fluido criogenico. Il totale delle emissioni di metano su base nazionale nel 2001 ammonta a 1.734 migliaia di tonnellate: il contributo più alto viene dal settore agricolo (allevamento) con 871 migliaia di tonnellate, pari al 50% del totale; le altre fonti che incidono sensibilmente sulle emissioni di metano sono il biogas che si forma dai rifiuti nelle discariche, con il 30% sul totale e le perdite di combustibile (soprattutto dalle reti di distribuzione del gas), che contribuiscono per il 14% del totale.

Il benzene (C₆H₆): è un idrocarburo aromatico strutturato ad anello esagonale ed è costituito da 6 atomi di carbonio e 6 atomi di idrogeno: rappresenta la sostanza aromatica con la struttura molecolare più semplice e per questo lo si può definire il composto base della classe degli idrocarburi aromatici. A temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore che evapora all'aria molto velocemente ed è caratterizzato da un odore pungente e dolciastro. Il benzene è stato introdotto nella benzina senza piombo per aumentarne il numero di ottani e migliorarne così la detonazione. E' cancerogeno per l'uomo.

Le emissioni interessano specialmente le aree urbane, dove maggiore è il rilascio e anche il numero dei soggetti esposti, dato che il tempo di permanenza in atmosfera è piuttosto alto. La principale fonte di questo inquinante sono infatti i trasporti stradali. Nel 2001 sono state emesse in Italia da tutte le fonti 16.738 tonnellate di benzene, delle quali il 67% (11.152 tonnellate) provenienti dai trasporti stradali.

IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici): Il termine IPA identifica una classe numerosa di composti organici tutti caratterizzati strutturalmente dalla presenza di due o più anelli aromatici condensati fra loro. I vari IPA variano fra loro sia per le diverse fonti ambientali che per le caratteristiche chimiche. Solitamente nell'aria non si ritrovano mai come composti singoli, ma all'interno di miscele dove sono presenti molte decine di IPA diversi e in proporzioni che in alcuni casi possono anche variare di molto. Il fatto che l'esposizione avvenga ad una miscela di composti, di composizione non costante, rende difficile l'attribuzione delle conseguenze sulla salute alla presenza di uno specifico idrocarburo policiclico aromatico. Il benzo(a)pirene, anch'esso cancerogeno, è il capostipite di questa famiglia di composti chimici e data la sua alta tossicità per l'uomo viene usato come termine di paragone per quantificare la presenza di IPA nell'aria. Gli IPA oltre che sotto forma gassosa possono entrare in contatto col nostro organismo anche perché trasportati dalle particelle di PM10 o PM2,5 sulla superficie delle quali aderiscono.

Gli Idrocarburi policiclici aromatici vengono prodotti prevalentemente dai processi di combustione incompleta e rappresentano il 30% del totale delle emissioni di idrocarburi nei trasporti. Possono interagire con i componenti dell'atmosfera dando origine a derivati che a loro volta possono avere proprietà mutagene. I livelli di concentrazione degli IPA nelle aree urbane sono dell'ordine di pochi nanogrammi per metro cubo.

Composti Organici Volatili (COV): Con questa denominazione viene indicata una serie di sostanze sotto forma di vapore in miscele complesse, con un punto di ebollizione che va da un limite inferiore di 50-100 °C a un limite superiore di 240-260 °C. I composti che rientrano in questa categoria sono più di 300. Tra i più noti ci sono gli idrocarburi alifatici (dal n-esano, al n-esadecano e i metilesani), i terpeni, gli idrocarburi aromatici, (benzene e derivati, toluene, o-xilene, stirene), gli idrocarburi clorinati (cloroformio, diclorometano, clorobenzene), gli alcoli (etanolo, propanolo, butanolo e derivati), gli esteri, i chetoni, e le aldeidi (formaldeide). Esempi di COV sono i terpeni vegetali (il profumo dei fiori), il GPL (Gas di Petrolio Liquefatto) che sfugge da una bombola, gli incombusti nei gas di scarico dei motori, i vapori di benzina che si sviluppano dagli sfiati dei

Legambiente – Smog e dintorni

serbatoi, i solventi organici. Oltre ad essere in qualche caso pericolosi (ad esempio formaldeide, benzene, ecc.) concorrono alla produzione dello smog fotochimico attraverso una complessa cinetica che coinvolge gli ossidi di azoto e porta alla formazione di perossidi organici molto aggressivi e di ozono.

Fanno parte di questo tipo di composti anche i COVNM, ovvero composti organici volatili non metanici. Il totale nazionale delle emissioni di COVNM nel 2001 ammonta a 1635 migliaia di tonnellate; le fonti che più incidono su questo tipo di inquinanti sono i trasporti stradali, con 591 migliaia di tonnellate annue (pari al 36% del totale) e l'uso di solventi, con 472 migliaia di tonnellate (29% del totale). Significative sono anche le emissioni da parte delle altre sorgenti mobili (11%) e del settore industriale (6%).

Formaldeide (H-CHO): E' l'aldeide (composto organico contenente il gruppo caratteristico -CHO) più abbondante rilevata nelle città. E' emessa direttamente dal traffico veicolare, specialmente dai veicoli diesel, ed è formata in atmosfera dalla reazione di diversi idrocarburi con i radicali liberi dell'ossigeno. I livelli di concentrazione nelle aree urbane sono generalmente bassi, con valori più alti in caso di massima intensità dell'attività fotochimica o quando il traffico è molto intenso. Insieme all'acido nitroso è la specie maggiormente in grado di attivare intensi fenomeni fotochimici.

Piombo: Il piombo è un metallo pesante che si concentra nel particolato fine. La presenza di piombo dovuta a combustibili per traffico veicolare è negli ultimi anni molto diminuita essendo stata tolta dal mercato la benzina super. Infatti il piombo veniva usato per aumentare il numero di ottani, e quindi le proprietà antidetonanti della benzina..

II. GLI EFFETTI SULLA SALUTE E SULL'AMBIENTE

Ossidi di Azoto: L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente blanda; inoltre, a causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido. Gli effetti nocivi insorgono dopo svariate ore dalla cessazione all'esposizione. L'esposizione di breve durata favorisce l'insorgenza di infiammazioni delle mucose delle vie aeree superiori; l'esposizione protratta facilita le infezioni respiratorie profonde, la riduzione della funzionalità respiratoria e dei meccanismi di difesa polmonari, più evidenti nei soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

Anche sull'ambiente gli effetti sono tutt'altro che benefici. Gli ossidi di azoto infatti contribuiscono per il 30% alla formazione di piogge acide formando l'acido nitrico a contatto con l'umidità atmosferica, con la conseguente acidificazione del suolo. Gli inquinanti acidi portano alla liberazione di molti ioni metallici e ad un impoverimento nel terreno di molti nutrienti per le piante. Inoltre l' NO_2 prende parte a molti processi chimici che portano alla formazione di tutta una serie di inquinanti secondari molto pericolosi. Gli ossidi di azoto e i loro derivati danneggiano anche edifici e monumenti, provocando un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

Ossidi di Zolfo: Per l'elevata solubilità in acqua il biossido di zolfo viene facilmente assorbito dalle mucose del naso e del tratto superiore dell'apparato respiratorio dove si scioglie nel muco: per questo solo quantità molto ridotte possono raggiungere gli alveoli polmonari. A basse concentrazioni gli effetti del biossido di zolfo sono principalmente legati all'irritazione e a patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, asma e tracheiti e ad irritazioni della pelle, degli occhi e delle mucose. In associazione alle polveri e particelle liquide, nelle quali viene assorbito, può raggiungere gli alveoli polmonari sui quali esercita direttamente una azione tossica ben più grave. Provoca crisi asmatiche, in particolare nei soggetti che già soffrono di asma bronchiale. E' stato comunque notato un effetto sinergico con le polveri sospese per la capacità che queste hanno di veicolare gli inquinanti nelle zone più profonde dell'apparato respiratorio.

Come per gli ossidi di azoto, l'anidride solforosa presente in atmosfera si ossida e forma l'anidride solforica che reagendo con l'acqua origina l'acido solforico, responsabile delle piogge acide, il più preoccupante degli effetti degli ossidi di zolfo sull'ambiente.

Questo fenomeno influisce sul normale sviluppo delle piante, rallentandone la crescita e portando alla formazione di zone necrotiche sulle foglie che scoloriscono e si seccano. Per questo motivo il biossido di zolfo è considerato una delle maggiori cause del declino delle foreste. Inoltre la presenza dell'acido solforico nelle piogge corrode alcuni materiali, tra cui i metalli (usati come materiali per le costruzioni).

Ozono: La molecola dell'ozono è estremamente reattiva, in grado di ossidare numerosi componenti cellulari, fra i quali amminoacidi, proteine e lipidi. Svolge un'azione irritante sulle mucose, in particolare delle vie respiratorie. Si concentra prevalentemente nei tessuti della parte terminale dell'albero respiratorio tra bronchioli e alveoli, ove esercita la sua intensa azione ossidante; passa nel sangue solo in minima quantità. Aumenta la frequenza degli attacchi asmatici e dei disturbi respiratori, soprattutto nei soggetti più sensibili. Inoltre l'ozono potenzia gli effetti nocivi di altri inquinanti atmosferici, in particolare: idrocarburi, polveri, piombo e biossido di azoto.

Concentrazioni elevate causano irritazioni all'apparato respiratorio, tosse ed un senso di oppressione al torace che rende difficoltosa la respirazione. I soggetti più sensibili, come gli asmatici e gli anziani, possono essere soggetti ad attacchi di asma anche a basse concentrazioni. L'ozono inoltre può ridurre la capacità del sistema immunitario di combattere le infezioni batteriche nel sistema respiratorio. Tutte queste patologie si riferiscono ad esposizioni relativamente brevi, mentre le conseguenze derivate da un'esposizione per vari anni a concentrazioni non elevate sono ancora poco chiare, sebbene i ricercatori siano concordi nel ritenere che ripetuti danni a breve termine dovuti all'esposizione ad ozono, possano danneggiare in modo permanente l'apparato

respiratorio. Per esempio, l'azione ripetuta dell'ozono sui polmoni in via di sviluppo dei bambini può portare ad una ridotta funzionalità polmonare da adulti. Inoltre, l'esposizione all'ozono può accelerare il declino della funzionalità polmonare che avviene come risultato del naturale processo di invecchiamento. I soggetti più sensibili sono: gli asmatici e le persone con patologie polmonari e cardiovascolari, gli anziani, le donne incinte, i bambini e chi fa attività fisica sostenuta all'aperto (lavoro, sport, svago) perché l'aumentata attività fisica causa un aumento della respirazione che si fa anche più profonda.

L'ozono insieme ad altre sostanze, forma lo "smog fotochimico", fenomeno che interessa la maggior parte degli ambienti urbani. I composti che costituiscono lo smog fotochimico sono sostanze tossiche per gli esseri umani, per gli animali ed anche per i vegetali, inoltre sono in grado di degradare molti materiali per il loro forte potere ossidante. Infatti l'instabilità chimica dell'ozono porta alla scissione dell'O₃ in una molecola d'ossigeno (O₂) e un atomo di ossigeno (O), estremamente reattivo che ha un elevato potenziale ossidante, rendendolo capace di demolire materiali organici ed inorganici. Le specie vegetali più sensibili all'ozono sono: il tabacco, gli spinaci, l'erba medica, l'avena, la segale, i fagioli, l'orzo ed il noce. Inoltre l'ozono può danneggiare diversi composti, può causare il deterioramento delle gomme naturali ed artificiali e delle plastiche, una riduzione nella resistenza di alcuni tipi di tessuti ed il danneggiamento delle vernici.

PM10: Gli effetti dannosi del PM10 sono legati alle sue caratteristiche chimiche e fisiche. Il particolato contiene infatti una serie di sostanze con effetti tossicologici importanti (aerosol acidi, metalli, idrocarburi policiclici aromatici ed altri composti organici, endotossine). Inoltre alcune delle sostanze adsorbite sulle particelle possono reagire tra loro dando origine ad altre specie chimiche con effetti tossici maggiori di quelle di partenza. Gli effetti sulla salute sono legati anche alle dimensioni delle particelle: minori sono le dimensioni, maggiore è la superficie disponibile ad adsorbire sostanze biologicamente attive e la capacità di penetrare in profondità nell'apparato respiratorio. Numerosi studi epidemiologici hanno mostrato che all'inquinamento da PM10 sono associati effetti dannosi per la salute umana, sia a breve (effetti acuti) che a lungo termine (effetti cronici).

Tra i principali effetti acuti documentati vi sono:

- aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause, e in particolare per cause cardiovascolari;
- aumento dei ricoveri per asma e malattia polmonare ostruttiva cronica (COPD);
- aumento dei ricoveri per malattie cardiovascolari;
- diminuzione della funzionalità polmonare e aumento dei sintomi respiratori acuti in bambini e adulti.

Tra gli effetti a lungo termine vi sono una riduzione dell'aspettativa di vita stimata di 1-2 anni (secondo studi condotti negli USA), ed effetti quali diminuzione della funzionalità polmonare e aumento dei sintomi di bronchite sia negli adulti che nei bambini.

I dati disponibili indicano che l'esposizione al PM10 è associata con l'aggravamento della patologia asmatica, mentre non è stato finora dimostrato un suo ruolo nel determinare l'insorgere dell'asma. Per quanto riguarda l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, alcuni studi epidemiologici suggeriscono che il PM10 può portare ad un'aumento della viscosità e della coagulabilità del sangue. Esistono diverse evidenze di un'associazione tra esposizione a PM10 e cancro e/o danni al materiale genetico. Recentemente uno studio americano ha documentato un'associazione tra esposizione cronica a PM10 e mortalità per cancro al polmone, limitatamente ad individui di sesso maschile. Altri studi *in vitro* hanno dimostrato che il particolato urbano è genotossico in cellule di mammifero. E' stato inoltre dimostrato che il particolato delle emissioni diesel è cancerogeno nell'animale ed è stato classificato come "probabile cancerogeno per l'uomo" (gruppo 2A) dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC). Anche gli estratti di particolato di motori a benzina e diesel sono risultati mutageni. L'attività mutagena del particolato è associata

quasi esclusivamente al particolato fine ed è da attribuire principalmente al suo contenuto di idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

L'evidenza di un'associazione tra inquinamento da PM10 e aumento delle malattie allergiche è per ora limitata. E' stato osservato però che il particolato delle emissioni diesel fa aumentare la sintesi degli anticorpi coinvolti nelle reazioni allergiche ed è quindi possibile che possa causare una sensibilizzazione ai comuni allergeni.

I bambini sono a maggior rischio di effetti dannosi per diversi motivi, quali le minori dimensioni e l'im maturità dell'apparato respiratorio rispetto agli adulti, il diverso grado di deposizione delle particelle nelle vie aeree, ed il fatto che, per la loro statura, il loro apparato respiratorio si trova molto vicino agli scarichi delle auto.

Monossido di Carbonio: Una volta respirato il CO si lega all'emoglobina del sangue al posto dell'ossigeno formando un composto inattivo fisiologicamente che viene chiamato carbossiemoglobina. Questa sostanza, al contrario dell'emoglobina, non è in grado di garantire l'ossigenazione ai tessuti, in particolare al cervello ed al cuore. I suoi effetti sono soprattutto a carico dell'apparato cardiovascolare (ipertensione, infarto), del sistema nervoso (obnubilamento fino alla morte nei casi di intossicazione grave) e del feto (ridotto accrescimento).

A causa del traffico automobilistico la popolazione urbana è spesso soggetta a lunghe esposizioni a basse concentrazioni. La lenta intossicazione da ossido di carbonio prende il nome di ossicarbonismo e si manifesta con sintomi nervosi e respiratori. Sono considerate fisiologiche concentrazioni di carbossiemoglobina minori dell'1% dell'emoglobina circolante nel sangue. Quando nell'aria la concentrazione di CO è di 12-31 ppm si arriva al 2-5% di carbossiemoglobina e si manifestano i primi segni con aumento delle pulsazioni cardiache, aumento della frequenza respiratoria e disturbi psicomotori: nei guidatori di auto si allungano in modo pericoloso i tempi di reazione! A 100 ppm di esposizione per diverse ore, come nel caso di lunghe soste in gallerie stradali, compaiono vertigini, cefalea e senso generale di spossatezza, che possono essere seguiti da collasso. L'esposizione a monossido di carbonio comporta inoltre l'aggravamento delle malattie cardiovascolari, un peggioramento dello stato di salute (nelle persone sane) ed un aggravamento delle condizioni circolatorie in generale. Il monossido di carbonio in atmosfera dà origine all'anidride carbonica che è uno dei gas responsabili dell'effetto serra.

Anidride Carbonica: Non ha effetti diretti sulla salute ed è prodotta da tutti gli esseri viventi vegetali e animali durante la respirazione. Molti studi indicano che le concentrazioni di CO₂, a livelli normalmente riscontrati in città, non hanno un impatto sulla salute umana, ma iniziano ad agire seriamente sulle funzioni vitali intorno a livelli di concentrazione pari o superiori a 5.000 ppm. A livelli più alti, 15.000 - 30.000 ppm - livelli di concentrazione solitamente non riscontrabili nelle aree urbane - i sintomi che si manifestano possono includere nausea o vomito, vertigini, depressione, tremori, disturbi della vista. La perdita di coscienza solitamente si verifica in presenza di livelli di concentrazione maggiori. Per quanto riguarda gli effetti sull'ambiente l'anidride carbonica è uno dei maggiori gas responsabili dell'effetto serra e l'innalzamento della temperatura terrestre e i cambiamenti climatici che ne conseguono stanno già - seppur lentamente - alterando il delicato equilibrio degli ecosistemi terrestri.

Benzene: Penetra nell'organismo soprattutto per inalazione ed è assorbito nel sangue in percentuale tra il 28 e il 50% della parte inalata. E' classificato fra le sostanze di accertata cancerogenicità dall'Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro (I.A.R.C.). Numerosi studi sui lavoratori esposti a benzene hanno dimostrato un'aumentata incidenza di leucemia e l'azione cancerogena di questa sostanza.

Gli effetti tossici acuti sono in genere dovuti a contatto per inalazione o per via cutanea. Livelli di concentrazione dell'ordine di 700-3000 ppm possono causare giramenti di testa, sonnolenza, aumento del battito cardiaco, tremori, confusione e perdita di coscienza. Il benzene è anche

responsabile di disturbi e di un effetto irritante sulla pelle e sulle mucose (oculare e respiratoria in particolare).

Gli effetti tossici cronici sono invece dovuti a periodi di esposizione molto lunghi e a basse concentrazioni. Il benzene si distingue, per l'uomo, per la sua grande tossicità per le cellule sanguigne e gli organi che le producono (soprattutto midollo osseo) ed è stato correlato anche a danni ai cromosomi e agli organi riproduttivi. Diversi studi hanno messo in evidenza il pericolo di contrarre la leucemia mieloide o altre forme di cancro, in seguito ad esposizioni a benzene basse e continue piuttosto che elevate e intermittenti (picchi di inquinamento).

IPA: L'esposizione agli Idrocarburi Policiclici Aromatici può avvenire per inalazione, per ingestione di cibi contaminati oppure per via cutanea. Sono veicolati nell'albero respiratorio da particelle sospese e, con quelle di diametro di circa 1 micron, raggiungono direttamente gli alveoli polmonari. Le particelle più piccole riescono addirittura a veicolare gli IPA direttamente nel circolo sanguigno. Una volta nel corpo si diffondono rapidamente per la loro liposolubilità che li rende in grado di attraversare le membrane cellulari e di penetrare e depositarsi nei tessuti adiposi. Gli organi target includono i reni, il fegato ed il grasso. La metabolizzazione è, però, abbastanza rapida e, nel giro di pochi giorni, gli IPA vengono eliminati tramite le urine e le feci.

Sembra che gli IPA, di per sé, non siano tossici; una volta nel corpo vengono però attivati in vari processi mediati da alcuni sistemi enzimatici presenti nei tessuti bersaglio. Questa biotrasformazione comporta la formazione di intermedi reattivi (carcinogeni genotossici) in grado di legarsi al materiale genetico che viene così danneggiato e questo comporterebbe l'insorgenza dei tumori. In base a numerosi studi producono tumori in tutti i modelli nei quali sono stati applicati, in tutti i modi di somministrazione testati e in siti multipli, anche distanti dalla zona di esposizione. Sono in grado di oltrepassare la barriera placentare, mettendo a rischio il feto.

Piombo: Il piombo viene veicolato direttamente agli alveoli polmonari dalle particelle di circa 1 micron di diametro; la percentuale che passa nel sangue è pari al 30-40% del piombo inalato negli adulti e al 50% nei bambini. Si lega ai globuli rossi e si diffonde in tutti i tessuti, tra i quali i più sensibili sono il midollo osseo e il sistema nervoso. Ne conseguono danni ai globuli rossi e deficit dell'apprendimento, verbale e uditivo, in particolare nei bambini, più sensibili agli effetti nocivi del piombo. Altri possibili effetti sulla salute sono: aumento della pressione arteriosa, accidenti ischemici cerebrali, infarti del miocardio, soprattutto nei soggetti esposti per motivi professionali.

Polveri: Le polveri totali sospese sono senz'altro dannose per la salute per il fatto che entrano nel nostro organismo con l'aria che respiriamo e trasportano su di sé numerosi composti chimici. Bisogna però dire che quelle di diametro superiore a 10 micron non riescono ad arrivare in profondità nell'albero respiratorio, perché grazie ad un meccanismo di autodifesa dell'organismo, vengono intrappolate dal muco e spinte verso l'esterno dal movimento delle ciglia che ricoprono le nostre mucose respiratorie. Naturalmente di fronte a quantità eccessive di polveri anche i meccanismi di autodifesa vengono by-passati e si verificano problemi di irritazione e infiammazione alle vie aeree. La presenza delle polveri in atmosfera ha comportato una diminuzione della visibilità del 50% negli ultimi 50 anni e una diminuzione della luminosità, soprattutto vicino alle aree urbane. Inoltre le singole particelle costituiscono dei nuclei di condensazione che portano alla formazione di gocce d'acqua, favorendo la formazione delle nebbie e delle piogge acide. Il particolato può anche danneggiare alcuni circuiti elettrici e rovinare edifici e opere d'arte.

Formaldeide: La formaldeide, essendo molto solubile in acqua, provoca facilmente irritazione alle mucose con cui viene a contatto. Sono così interessati naso, gola e vie respiratorie. Gli occhi sono immediatamente colpiti con arrossamenti, congiuntivite e tumefazione delle palpebre. Nelle vie respiratorie può provocare oltre all'irritazione anche l'iperattività bronchiale e

l'asma. L'intossicazione acuta è nota per ingestione accidentale. Da alcuni studi sono emersi disturbi psicologici e neurologici quali perdita della memoria a breve termine ed ansia. Inoltre può provocare dermatite da contatto. E' un composto cancerogeno per l'animale, e con forti sospetti per l'uomo benché non si sia ancora giunti ad una sperimentazione definitiva. Risulta particolarmente pericolosa in ambienti chiusi, dove le concentrazioni possono raggiungere livelli elevati. Meno pericolosa in ambienti aperti.

III. I CARBURANTI

La benzina

La benzina è una complessa miscela di idrocarburi derivante da processi di trasformazione del petrolio.

E' il carburante più utilizzato nei motori a combustione interna, ma per ottenere la massima energia nel motore è necessario che la combustione della benzina sia completa e regolare ovvero che motore e carburante, interagendo tra di loro, evitino l'insorgere della detonazione. La capacità di una benzina a resistere alla detonazione è espressa dal numero di ottani, che deve essere sempre superiore alle esigenze del motore.

Per questo motivo viene prodotta miscelando idrocarburi generati tramite vari processi di raffinazione del petrolio, con altre sostanze che contribuiscono a garantire le caratteristiche antidetonanti: piombo sino al 2002 e agenti ossidanti, tensioattivi, demulsificanti, oggi. In Italia, Spagna, Portogallo, Grecia e Francia la benzina con piombo ha smesso di essere commercializzata dal primo gennaio 2002, perché hanno ottenuto una deroga da una direttiva europea che già dal 2000 vietava la commercializzazione della super nei paesi membri.

Attualmente quindi l'unica benzina commercializzata in Italia è la benzina senza piombo.

In Italia, è in vigore anche una norma (L 413 del 4.11.97) che dal 1 luglio 1998 ha previsto un tenore massimo di benzene e di aromatici nelle benzine, pari rispettivamente all'1% e al 40% in volume. Secondo la direttiva europea dal 1 gennaio 2005 le benzine devono contenere il 35% in volume di aromatici, l'1% di benzene, 50 ppm di zolfo.

La commercializzazione di benzina priva di piombo è stata resa necessaria anche dall'obbligo di commercializzare auto catalizzate a partire dal 1992. L'associazione di benzina senza piombo e marmitta catalitica riduce le emissioni di tutti gli inquinanti e, più precisamente, del 60-80% le emissioni di CO, del 30-80% quelle di NOx, dell'80-95% quelle degli Ipa e del 90% quelle di formaldeide.

Bisogna considerare comunque, che il dispositivo catalitico funziona in maniera ottimale solo quando si sono raggiunte temperature intorno ai 280° C circa, ovvero dopo un certo tempo dalla messa in moto del motore (10-15 minuti) e quando si è raggiunta una certa velocità. La capacità di abbattimento delle emissioni di un catalizzatore dipende anche dal livello di manutenzione e di regolazione del sistema stesso: è stato calcolato (Debernardi et al. Ambiente Italia, 1998) che in condizioni ottimali di funzionamento si può ottenere un abbattimento dal 69 al 54% degli ossidi di azoto, dal 74 al 33% degli idrocarburi e dal 72 al 21% del monossido di carbonio.

Secondo le stime dell'Unione petrolifera, nel 2002 il consumo di benzina in Italia è stato pari a 16.070.000 tonnellate, con un decremento rispetto al 2001 del 2,6%. Per il 2010 è previsto un consumo di 15.000.000 tonnellate con un ulteriore decremento rispetto al 2002 del 6,6%.

Il GPL (Gas di petrolio liquefatto)

Il GPL è una miscela di frazioni leggere, quali propano e butano, ottenute dalla raffinazione del petrolio, dai pozzi di estrazione del greggio e soprattutto dall'estrazione del gas naturale, come prodotto di condensazione. Ha la proprietà di mantenere lo stato gassoso alla pressione atmosferica e di passare a quello liquido se sottoposto ad una pressione leggermente *più elevata*. Il GPL è un

prodotto ad alto potere calorifico, con un numero di ottano superiore a 100, disponibile per diversi usi tra cui l'autotrazione. Il vantaggio offerto riguarda le caratteristiche delle emissioni che non contengono aromatici, quantità trascurabili o nulle di Pb e SO₂, aldeidi e particolato. **Rispetto all'uso di benzina senza piombo si ha un notevole abbattimento delle emissioni di idrocarburi, di CO e di Nox. Gli aspetti negativi consistono in una riduzione della potenza del motore e quindi in un relativo aumento dei consumi. L'utilizzo di questo carburante è sicuramente facilitato da una rete di distribuzione diffusa che in Italia può contare su più di 1500 stazioni di rifornimento.**

Il metano

Il metano è un gas inodore, incolore, totalmente naturale, la cui combustione comporta formazione e liberazione in atmosfera di anidride carbonica ed acqua, essendo costituito da un atomo di carbonio e quattro di idrogeno. E' il principale costituente del gas naturale, combustibile gassoso di origine fossile formatosi insieme al petrolio.

Il metano, nel settore dei trasporti incide per meno dell'1% sui consumi totali, nonostante copra il 30% dei consumi energetici complessivi di fonti primarie (utilizzato soprattutto per usi domestici e vari utilizzi industriali). Il parco veicolare metanizzato è, stando ai dati relativi al 2001 di circa 310 mila veicoli, la cui massima parte è costituita da veicoli leggeri a benzina adattati alla doppia alimentazione.

La rete di distribuzione è costituita da oltre 400 impianti, localizzati principalmente nel centro nord della penisola. La vendita annua è in continua crescita e se nel 2002 il consumo annuo in Italia è pari a 450 milioni di m³, nel 2010 si prevede (secondo una stima dell'Unione Petrolifera) di arrivare a 900 milioni di m³, raddoppiando quindi il consumo di questo combustibile.

L'impatto ambientale del metano è minimo soprattutto se confrontato ad altri carburanti: le emissioni di CO si riducono infatti da 1/2 a 1/5 rispetto al gasolio, fino al 61% in meno rispetto alla benzina; quelle di Idrocarburi sono ridotte dal 50 al 70% rispetto al gasolio e sono costituite essenzialmente da metano. Per quanto riguarda gli Idrocarburi non metanici la riduzione delle emissioni rispetto ad un motore alimentato a benzina arriva fino all'82%, mentre le emissioni di NOx sono ridotte fino al 30% rispetto a quelle del gasolio e del 55% rispetto alla benzina.

Il Particolato risulta addirittura trascurabile se confrontato con il gasolio. Per la CO₂, la riduzione è del 20 - 30% rispetto a benzina e al gasolio. Anche le emissioni di Ipa sono del tutto trascurabili, mentre quelle di formaldeide sono confrontabili con quelle della benzina.

Per i composti organici volatili (COV), sono minime le perdite per evaporazione, costituite per oltre il 90% da metano. **Un ulteriore vantaggio del metano è l'abbattimento pressoché totale della fumosità con conseguente riduzione della concentrazione atmosferica di particelle solide sospese e minore formazione di depositi carboniosi sugli edifici.** A parità di energia in ingresso al motore la riduzione delle emissioni di CO₂ rispetto ai combustibili tradizionali è tra il 20 e il 30% circa. In Italia, secondo il dato del 1997 riferito alla rete Snam, il coefficiente di emissione è di 2,66 kg di CO₂/ kg di gas naturale.

Il gasolio o diesel

Il gasolio è una miscela di idrocarburi con 9-20 atomi di carbonio, e costituisce uno dei prodotti principali della fase di distillazione primaria del petrolio seguita da ulteriori processi di raffinazione. Contiene paraffine, idrocarburi aromatici e tracce di Ipa in proporzioni variabili rispetto al greggio di provenienza. L'elevato contenuto di zolfo di questo carburante determina l'emissione di anidride solforosa durante la combustione.

Attualmente il tenore massimo di zolfo nei gasoli, compresi quelli usati come carburanti, è pari allo 0,20% in massa, che dovrà diminuire allo 0,10% a partire dal 1 gennaio 2008.

Le emissioni generate da un motore diesel sono classificate dallo IARC come probabili cancerogeni per l'uomo (gruppo 2A).

Negli ultimi anni l'uso del gasolio per il trasporto è in forte crescita, a svantaggio della benzina, dimostrato dall'incremento delle immatricolazioni delle vetture a gasolio che nel gennaio del 2003 rappresentavano il 54% sul totale. Le previsioni al 2010 dell'Unione petrolifera prevedono comunque un leggero decremento nell'utilizzo di questo carburante.

Il gasolio bianco

L'utilizzo di gasolio bianco, emulsione di gasolio e acqua al 10%, è interessante in particolare per limitare le emissioni in atmosfera di ossidi di azoto e di Pm10, e per minimizzare l'opacità dei fumi emessi dagli scarichi soprattutto dei motori pesanti diesel.

Tale riduzione delle emissioni degli inquinanti è possibile perché la presenza di acqua permette una migliore miscelazione dell'aria e del combustibile, nonché una riduzione della pressione parziale dell'ossigeno che agirebbe anche nella formazione di ossidi di azoto e ossidi di zolfo. Bisogna però segnalare che esiste ancora un problema per quanto riguarda le emissioni di monossido di carbonio, di idrocarburi e di aldeidi, tra cui la formaldeide.

Tabella 10: Riduzione % per tipologia di emissioni relativamente alla trazione (EURO 0-2-3) utilizzando il gasolio bianco.

Tipologia di emissioni	Riduzione % massima	Riduzione media su motori vecchi (Euro 0)	Riduzione media su motori nuovi (Euro 2-3)
NOx	Fino a -30%	-15%	-10%
CO	Fino a -50%	-30%	-12%
PM	Fino a -50%	-40%	-23%
Opacità	Fino a -90%	-75%	-80%
CO2-consumi	Fino a -7%	-5%	-3%

Fonte: Gecam

Il biodiesel

Il biodiesel è un biocarburante di origine vegetale ottenuto dall'estrazione di piante oleaginose quali la colza, il girasole e la soia. L'olio di estrazione della gran parte delle oleaginose non si presta però ad essere utilizzato tal quale nei moderni motori diesel a causa, principalmente della sua maggiore densità. Da qui la necessità di trattare l'olio vegetale con metanolo o etanolo al fine di ottenere metil- o etil-estere che prende il nome di "biodiesel".

Attualmente il più impiegato è l'etere metilico da olio di colza e questo biodiesel puro o miscelabile con il gasolio da fonti fossili (in percentuali variabili dal 5 al 30%) può essere utilizzato come carburante da autotrazione nei moderni motori diesel e negli impianti di riscaldamento civile come combustibile.

Riguardo alle emissioni di inquinanti da motori alimentati con "biodiesel", secondo la letteratura nazionale ed internazionale, in motori a ciclo diesel ad iniezione diretta con qualche lieve adattamento, produce gas di scarico nel complesso meno inquinanti rispetto a quelli ottenuti da motori alimentati con gasolio di origine fossile. Il motore diesel infatti, trova il suo punto debole nell'emissione visibile di materiale particellare; si tratta della classica "fumata nera", costituita fisicamente da una polverizzazione di granuli di carbone uniti ad una miscela complessa di composti chimici ed idrocarburi. **L'impiego del biodiesel su vetture munite di marmitta catalitica, consente di ridurre di circa il 50%-60% la presenza di particolato rispetto al gasolio (CONAMA, 1993; Merigo,1992). Questo aspetto risulta particolarmente importante considerato che nel particolato proveniente da motori alimentati con biodiesel sono meno presenti proprio le micropolveri, ritenute responsabili di gravi danni alla salute dei cittadini che vivono in città congestionate dal traffico.**

Un ulteriore vantaggio che il biodiesel offre è la completa assenza di zolfo nelle emissioni gassose dal momento che la materia prima, di origine completamente vegetale, ne contiene quantità appena apprezzabili. Utilizzando il biodiesel, inoltre, si ottengono gas di scarico con un indice di fumosità

(Bosch) inferiore alla metà e con circa 1/3 degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) rispetto a quelli presenti nel gasolio di origine fossile.

La presenza di due atomi di ossigeno del gruppo estere della molecola del biodiesel assicura all'interno del motore migliori condizioni di combustione, il che si traduce, talvolta, in minori emissioni di monossido di carbonio (dal 10 al 45%), di idrocarburi incombusti (15-20%) (De Vecchi, 1991), anche se si registra un generalizzato incremento degli ossidi di azoto (2-13%).

Di sicuro interesse appaiono anche le sostanziali riduzioni delle emissioni di metalli pesanti e, sicuramente ancora più importante, la minore mutagenicità dei gas di scarico (aspetto ancora in fase di studio).

Un altro vantaggio ambientale connesso all'utilizzazione del biodiesel, risiede nell'elevato grado di biodegradabilità di questo prodotti, al contrario dei comuni oli minerali che, nelle stesse condizioni, possono richiedere un tempo di degradazione anche superiore ai 100 anni (Lazzeri e Malaguti, 1996). La percentuale di biodegradabilità di tali oli, una volta immessi nell'ambiente, è del 21,3% dopo 3 giorni, del 77% dopo appena 20 giorni e del 98% in 28 giorni.

Riguardo al bilancio della CO₂, uno studio condotto da ADEME (1995), ha evidenziato che l'impiego del biodiesel (dalla produzione alla sua utilizzazione) permetterebbe una riduzione media dei gas ad effetto serra di circa 85%. Per ogni chilogrammo di gasolio sostituito da biodiesel si può stimare una riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera di 2.5 kg (Rocchietta, 2003).

In Italia secondo i dati di Assobiodiesel oltre cinque milioni di tonnellate di gasolio sono additivate con questo biocarburante (25% del totale) e oltre 4000 mezzi pubblici e privati utilizzano il biodiesel B30 (additivato al 30%). Importante sarebbe anche l'utilizzo di biodiesel nel settore del riscaldamento domestico.

Uno dei principali limiti di questo carburante è il costo di produzione, doppio rispetto a quello del gasolio, per questo motivo, per poter garantire comunque una produzione di biodiesel il quadro normativo nazionale e europeo ha previsto una politica di supporto economico. Il biodiesel è quindi un carburante sovvenzionato, ovvero ammesso all'esenzione dell'accisa statale e quindi prodotto in quantità contingentate. Sono presenti diversi produttori distribuiti capillarmente su tutto il territorio nazionale e nel 2004 nuovi operatori hanno ottenuto l'assegnazione delle quote, .

La Finanziaria 2001 ha previsto l'esenzione fiscale per il biodiesel per un contingente di oltre 300.000 tonnellate annue per un periodo di tre anni sino al giugno 2004, che secondo l'Assobiodiesel dovrebbe diventare 400.000 nel 2005, anche per andare incontro alle nuove direttive europee in materia di biocarburanti.

La Direttiva comunitaria n.30 del 2003 per la promozione dei biocarburanti si pone infatti come obiettivo la sostituzione del 2% di carburanti di origine petrolifera venduti nel settore trasporti entro il 2005 con biocarburanti e l'innalzamento di questa percentuale al 5,75% entro il 2010. Questa direttiva doveva essere recepita dal nostro paese entro il 2004.

La valutazione del biodiesel come alternativa al gasolio di origine fossile non può prescindere da un'attenta analisi delle sue "performance" motoristiche. Dopo molte esperienze condotte a diverso titolo dagli operatori del settore (società petrolchimiche, industrie automobilistiche, ecc.) e dal mondo della ricerca, sia su autovetture che trattrici, autobus, autofurgoni, è risultato che il normale gasolio può essere sostituito col "biodiesel" senza significativi danni al motore (Rizzotti, 1991). Infatti, a fronte di un potere calorifico del 10-15% inferiore rispetto al gasolio, l'olio esterificato presenta una massa volumica simile, una viscosità a 20 °C di poco superiore e come tale non significativa ai fini dell'impiego specifico.

Dopo numerose prove, è stato altresì dimostrato che i motori alimentati con biodiesel subiscono una perdita di potenza e di coppia valutabile, in media, intorno al 5%; tale perdita secondo gli autisti che hanno partecipato alle ricerche, risulta del tutto irrilevante durante il lavoro ordinario (Rizzotti, 1991). Perdite di potenza più elevate (sino al 15%) si sono registrate in motori in cui il sistema di alimentazione non è stato tarato in modo ottimale. L'avviamento a freddo dei motori alimentati con biodiesel avviene senza problemi fino a -10 °C ma con l'impiego di fluidificanti, si può avviare il motore anche con temperature di - 16 °C (Rizzotti, 1991). Tutte le perplessità circa l'utilizzazione

del biodiesel puro, sembrano però dissiparsi allorquando il biodiesel è impiegato in miscela col gasolio; dagli autobus ai taxi, dalle trattrici ai camion, con il biodiesel tutti gli autoveicoli possono circolare regolarmente senza aumentare i consumi, senza modificare i motori miscelandolo al 5% col gasolio in rete urbana, e fino al 33% extrarete (Alfani et al. 2000).

Veicoli elettrici a batteria

Attualmente sarebbero i veicoli più idonei per l'utilizzo in aree urbane. Sono silenziosi, privi di emissioni allo scarico, facili da guidare, con costi operativi (consumi e manutenzione) minori rispetto ai veicoli tradizionali. Le emissioni, legate alla produzione di energia elettrica, dipendono dalle caratteristiche delle centrali di generazione.

Attualmente il mercato delle batterie per veicoli elettrici è dominato dalle batterie al piombo-acido, che nei prossimi anni saranno seguite da batterie alcaline o a nichel-cadmio (anche se la Commissione Europea ha proposto di vietare l'utilizzo delle batterie al nichel cadmio dopo il 2005), mentre successivamente saranno le batterie al litio ad acquisire una posizione crescente perché garantiscono un'autonomia 3 volte superiore rispetto a quelle al piombo.

Il ridotto utilizzo del veicolo elettrico all'interno delle aree urbane è legato infatti all'autonomia: da 40 a un massimo di 100 Km (nella maggior parte dell'Unione Europea la percorrenza media giornaliera è inferiore ai 60 km); per ricaricare completamente la batteria ci vogliono poi dalle 6 alle 8 ore; la velocità massima non supera i 100 km/h (la velocità media in molte città europee su percorsi urbani è inferiore ai 20 km/h; a Roma la velocità massima del trasporto pubblico non supera i 25 km/h, la media però è di 15 Km/h). Altro elemento sfavorevole è il costo di acquisto che è due, tre volte superiore all'analogo veicolo tradizionale.

I veicoli elettrici sono gli unici ad avere un'emissione nulla al punto di uso, anche se per l'emissione effettiva globale bisogna calcolare gli inquinanti emessi dal sistema di generazione di energia elettrica.

Le emissioni di SO₂ e Nox dei veicoli elettrici sono pressoché nulle e quelle di CO₂ sono quasi trascurabili se confrontate con quelle emesse dai diesel o dal benzina (al punto d'uso).

Infatti per i veicoli elettrici le emissioni di CO₂ ammontano a circa 7.000 g/km mentre per i motori diesel le emissioni di CO₂ sono di circa 187.000 g/km, per arrivare a quasi 207.000 g/km per le auto a benzina.

Un altro problema che sembrava esistere in concomitanza all'uso di veicoli elettrici era lo smaltimento delle batterie esauste, ma grazie al lavoro del Cobat (Consorzio Obbligatorio Batterie esauste) oggi la maggior parte delle batterie viene completamente riciclato.

Veicoli a idrogeno (celle a combustibile)

Una cella a combustibile, o pila, è un generatore elettrochimico che converte in modo diretto l'energia di un combustibile in energia elettrica. Il carburante utilizzato in una cella è generalmente idrogeno.

La cella a combustibile è un dispositivo elettrochimico che, come una normale batteria, trasforma energia chimica in energia elettrica in corrente continua, utilizzabile direttamente per alimentare un carico elettrico (ad esempio un motore elettrico).

Le celle a combustibile uniscono i vantaggi dei motori elettrici, silenziosità e assenza di inquinamento, a quelli dei veicoli tradizionali, autonomia, maggiore efficienza e tempi di rifornimento più brevi. Eppure rimangono alcuni problemi di tipo tecnico come la disponibilità dell'idrogeno a costi ragionevoli, lo stoccaggio a bordo del veicolo, gli aspetti di sicurezza.

Soprattutto quello che manca e che è fondamentale per lo sviluppo di questa tecnologia è la creazione di una rete di distribuzione capillare (per ora in Italia è presente un solo distributore di idrogeno gassoso realizzato a Milano nel settembre del 2004). Date le implicazioni necessarie per realizzarla che comportano dei tempi piuttosto lunghi, si potrebbe adottare nel frattempo quella che viene chiamata una "soluzione ponte". Questa si basa sul reforming, un processo chimico che

prevede la produzione di idrogeno a partire da gas naturali (come ad esempio il metano) o da altri prodotti petroliferi e la trasformazione avviene direttamente all'interno del veicolo. In questo modo però si riducono di molto le emissioni, ma non si elude la dipendenza dai vecchi combustibili fossili.

Un veicolo a celle a combustibile alimentato a idrogeno è un veicolo ad emissioni zero al punto di utilizzo e ha emissioni globali che dipendono dal processo di produzione dell'idrogeno. Infatti ha come unica emissione acqua, se operato con idrogeno puro, mentre se si utilizza il reforming oltre all'idrogeno si ha la produzione di altri composti, come ad esempio i monossidi di carbonio.

I rendimenti previsti sono superiori sino al 50-60% rispetto ai motori tradizionali su percorso urbano. Un'analisi comparativa dei diversi veicoli ha evidenziato un notevole vantaggio in termini di emissioni totali di CO₂ in veicoli a idrogeno rispetto a tutti gli altri veicoli: nel caso di veicoli a benzina e diesel, le emissioni globali di CO₂ sono del 30-40% superiori a quelle di un veicolo a celle a combustibile.

IV. I MOTORI

Fin dal 1970 la Comunità Europea ha sentito l'esigenza di dettare normative sui carburanti e sull'omologazione dei veicoli, più che per una spinta ecologica, considerando innanzitutto gli aspetti legati alla necessità del mercato unico, per agevolare gli scambi e la competitività internazionale delle industrie europee automobilistiche e della raffinazione. D'altra parte, anche le iniziative in materia di salute e di protezione dell'ambiente divenivano sempre più legate all'instaurazione e al funzionamento del mercato interno, basandosi su uno standard europeo di protezione per tutti i cittadini. Anche queste richiedevano interventi nel settore dei combustibili e delle emissioni dei veicoli, principali sorgenti di sostanze altamente pericolose per la salute della popolazione e dell'ambiente.

Nel 1970 viene così emanata la Direttiva 70/156 sulle procedure di omologazione e nel 1971 la Direttiva 70/220 sui limiti di emissione dei veicoli. Da allora si sono succedute molte norme comunitarie sui limiti delle emissioni di inquinanti dei veicoli a motore. I gruppi di norme stabilite dall'Unione Europea sulle emissioni di gas di scarico dei veicoli e le corrispondenti diverse caratteristiche tecniche che i motori devono avere al momento dell'immatricolazione e dell'omologazione, sono noti con il termine "Euro", che va da 1 a 4 a seconda della direttiva a cui fanno riferimento; il numero è progressivo perché indica le tappe imposte ai costruttori per realizzare veicoli con minori emissioni: così l'Euro 1 corrisponde ai limiti della Direttiva 91/441 e l'ultima, l'Euro 4, corrisponde all'ultima fase della Direttiva 69 del 1998. Vengono quindi previste norme per i veicoli sia di nuova omologazione che di nuova immatricolazione. Qui di seguito faremo riferimento alle norme per l'immatricolazione, che avviene al momento dell'acquisto presso il concessionario, quando viene assegnata la targa al veicolo, perché più corrispondente alla realtà del parco circolante. Dal momento dell'entrata in vigore della direttiva, quindi, tutte le auto di nuova immatricolazione devono rispettare i limiti dettati (a parte una minima quota del 10 per cento che la casa può vendere entro l'anno per smaltire le scorte), limiti che le auto già in circolazione non sono obbligate a rispettare.

Euro 1: Direttiva 91/441/CEE, recepita con DM 28/12/1991: rende obbligatorio per tutte le automobili immatricolate dopo il 1 gennaio del 1993 l'uso della marmitta catalitica e l'alimentazione a iniezione. L'adeguamento è riportato sul libretto di circolazione.

Euro 2: Direttiva 94/12/CEE, recepita con DM 29/02/1996, obbliga le automobili immatricolate dal 1 gennaio 1996 norme più restrittive, costringendo le case automobilistiche a interventi importanti anche sui motori diesel. Dal 1 gennaio 1997 la normativa si applica anche ai veicoli che fino ad allora avevano beneficiato di norme meno severe, quali fuoristrada, autovetture destinate al trasporto di più di sei occupanti, veicoli commerciali leggeri o aventi un peso massimo superiore a 2500 kg, che fino ad ora erano state esentate. L'adeguamento è riportato sul libretto di circolazione.

Legambiente – Smog e dintorni

Euro 3: è la fase I prevista dalla Direttiva 98/69/CEE del 13-10-98, recepita con DM 21/12/1999, in attuazione dal 1 gennaio 2001. Dal 1 gennaio 2001 la normativa si applica a tutte le auto di nuova immatricolazione: non si possono più vendere auto Euro 2 esclusa la quota massima del 10%, concessa alle case automobilistiche per smaltire le scorte; dal 1 gennaio 2002 la normativa si applica a tutte le auto che erano esentate per un altro anno, quali fuoristrada, autovetture destinate al trasporto di più di sei occupanti, veicoli commerciali leggeri o aventi un peso massimo superiore a 2500 kg, che fino ad ora erano state esentate.

Questa direttiva relativa all'omologazione dei veicoli, fissa i valori limite per le emissioni di ossido di carbonio, ossido di azoto e di idrocarburi incombusti delle autovetture. Anche in questo caso deve essere specificato l'adeguamento sul libretto di circolazione.

Euro 4: è la fase II prevista dalla direttiva precedente da applicarsi a partire dal 1 gennaio 2006 sulle auto di nuova immatricolazione; dal 1 gennaio 2007 la normativa si applica a tutte le auto ancora esentate per un altro anno, quali fuoristrada, autovetture destinate al trasporto di più di sei occupanti, veicoli commerciali leggeri o aventi un peso massimo superiore a 2500 kg, che fino ad ora erano state esentate.

Tabella 14: valori limite alle emissioni in g/km per veicoli passeggeri:

classe di riferimento per la normativa e date di applicazione	EURO 1 1993	EURO 2 1997	EURO 3 2001	EURO 4 2006
AUTO PASSEGGERI BENZINA				
CO	2,72	2,2	2,3	1
Idrocarburi	-	-	0,2	0,1
Nox	-	-	0,15	0,08
Idrocarburi + NOx	0,97	0,5	-	-
AUTO PASSEGGERI DIESEL				
CO	2,72	1	0,64	0,5
Idrocarburi	-	-	-	-
Nox	-	-	0,5	0,25
Idrocarburi + NOx	0,97	0,7	0,56	0,3
Particolato (PST)	0,14	0,08	0,05	0,025

Tabella 15: valori limite alle emissioni in g/km per ciclomotori e motocicli:

classe di riferimento per la normativa e date di applicazione	1992	EURO 1 1999	EURO 2 2002
CICLOMOTORI (< 50 c.c.)			
CO	9 ⁽¹⁾	6 ⁽²⁾	1 ⁽²⁾
Idrocarburi	5 ⁽¹⁾	-	-
Idrocarburi + NOx	-	3 ⁽²⁾	1,2 ⁽²⁾
MOTOCICLI (> 50 c.c.)			
CO	-	8 ⁽²⁾	5
Idrocarburi	-	4 ⁽²⁾	2,5
NOx	-	0,1 ⁽²⁾	0,1
CICLOMOTORI E MOTOCICLI CON MOTORE A 4 TEMPI			
CO	-	13 ⁽²⁾	6
Idrocarburi	-	3 ⁽²⁾	2
NOx	-	0,3 ⁽²⁾	0,2

(1) - ECE 47 – motoveicoli a due ruote

(2) - Direttiva 96/160/EC, decorre dal 17/6/1999 per moto e ciclomotori e dal 17/6/2002 per la fase due dei ciclomotori

V. NORMATIVA IN MATERIA DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Il primo provvedimento in materia di tutela dell'aria dall'inquinamento nella legislazione italiana è la cosiddetta legge "antismog", la **n.615 del 13 luglio 1966**.

In seguito a questo provvedimento sono state emanate una serie di leggi specifiche e disposizioni contenute in leggi generali. La legge n. **833 del 1978**, ad esempio, ha istituito il Servizio Sanitario Nazionale e prevede che lo Stato assicuri condizioni di salubrità uniformi a tutti i cittadini mediante la fissazione di standard ambientali.

I primi rilevamenti della qualità dell'aria mediante sistemi automatici fissi risalgono alla metà degli anni settanta con l'obiettivo di controllare le ricadute degli impianti industriali, ma è circa dieci anni dopo che l'attenzione si sposta sulle immissioni in generale. È solo con il **DPCM 30 del marzo del 1983** che vengono fissati degli standard per la qualità dell'aria, definiti come limiti massimi accettabili delle concentrazioni e delle esposizioni di anidride solforosa, biossido d'azoto, ozono, monossido di carbonio, piombo, fluoro, e polveri. Tali valori limite sono ancora troppo vaghi per poter salvaguardare la salute dei cittadini.

Successivamente con il **DPR n.203 del 1988**, vengono fissate nuove soglie definite come valori-guida e valori-limite per la qualità dell'aria relativamente ai parametri per il biossido di zolfo e per il biossido d'azoto. Il decreto recepisce alcune Direttive Comunitarie in materia di inquinamento atmosferico ed adegua gli standard di qualità dell'aria alle disposizioni normative europee. Esso assoggetta ad un dettagliato regime autorizzatorio preventivo qualsiasi insediamento industriale (o artigianale) che contribuisca a produrre inquinamento atmosferico. Nella definizione di inquinamento atmosferico si introduce per la prima volta la nozione di "alterazione delle risorse biologiche e degli ecosistemi". Tra gli strumenti amministrativi prevede la fissazione di standard e di obiettivi di qualità dell'aria, impone limiti di emissione alla sorgente, disciplina le caratteristiche merceologiche dei combustibili, stabilisce la competenza delle Regioni nella formulazione dei Piani di Risanamento dell'Atmosfera.

Dopo tre anni, con il **DM del 20 maggio 1991**, vengono stabiliti i livelli di attenzione e di allarme per i gas inquinanti.

Nel novembre del **1991** vengono emanate **ordinanze urgenti** dai Ministri dell'Ambiente e delle Aree Urbane (Ruffolo-Conte) che stabiliscono gli standard degli inquinanti atmosferici in area urbana, mantenendo l'impostazione della definizione di limiti di attenzione e di allarme. Il **DM** dell'anno successivo (**12/11/92**), rafforza ulteriormente l'impostazione normativa della definizione dei due standard differenziati di attenzione e di allarme per i gas inquinanti, prevedendo (solo come atto di indirizzo senza alcuna obbligatorietà) una serie di disposizioni da adottarsi da parte dei sindaci.

Il **DM 15/04/94** del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero della Sanità, aggiornato ed integrato dal successivo **DM 25/11/94**, definisce i livelli di attenzione e di allarme e stabilisce i criteri per l'individuazione degli stati di emergenza in funzione dei dati rilevati dai vari tipi di stazioni di monitoraggio installate nelle aree urbane, nonché gli obblighi di informazione della popolazione sui livelli di inquinamento raggiunti; esso prescrive l'obbligatorietà della raccolta dei dati riguardanti il particolato aerodisperso (PM10), il benzene e gli IPA, da parte delle autorità competenti nelle aree urbane a maggior rischio, indica i metodi di riferimento per il campionamento e la misura di tali sostanze, fissa gli obiettivi di qualità dell'aria per le sostanze citate inserendo come riferimento la media oraria o giornaliera. Con questo decreto vengono recepiti anche i valori della direttiva europea (92/72) sull'inquinamento dell'aria da ozono, anch'essi come livelli di attenzione e di allarme, e vengono individuati per la prima volta alcuni inquinanti di interesse prioritario per la salute quali il nickel, il benzene, la formaldeide e gli IPA cancerogeni.

Questi obiettivi di qualità sono entrati in vigore a partire dal 1 gennaio 1999.

Inoltre il **DM 163 del 21/04/1999** impone diversi obblighi ai sindaci delle città con popolazione superiore ai 150mila abitanti. Essi dovranno attuare misure di limitazione del traffico veicolare nel caso di superamento degli obiettivi di qualità stabiliti dal decreto del '94 per le tre "nuove" sostanze

Legambiente – Smog e dintorni

inquinanti (benzene, benzo(a)pirene e PM10) e di frequenti superamenti dei livelli di attenzione dettati dallo stesso decreto per gli inquinanti classici (SO₂, PTS, NO₂, CO, O₃), presentare alla fine di ogni anno solare il rapporto sulla qualità dell'aria ed entro il primo febbraio le disposizioni per l'anno in corso.

NORMATIVA EUROPEA

LIMITI ALLE CONCENTRAZIONI INQUINANTI DELL'ARIA INDICATI DALLA DIRETTIVA 1999/30/CE

Inquinante	Tipo di limite	Limite µg/m ³	Tempi mediazione dati	Margine di tolleranza	Entrata in vigore
Biossido di zolfo	Valore limite per la protezione della salute umana	350 (non superare + di 24 volte l'anno)	Media oraria	150 µg/m ³ all'entrata in vigore	1/1/2005
	Valore limite per la protezione della salute umana	125 (non superare + di 3 volte l'anno)	Media nelle 24 ore	nessuno	1/1/2005
	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	20	Media anno e inverno	nessuno	19/7/2001
Biossido di azoto	Valore limite per la protezione della salute umana	200 (non superare + di 18 volte l'anno)	Media oraria	50% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2010	1/1/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	40	Media anno	50% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2010	1/1/2010
Ossidi di azoto	Valore limite per la protezione degli ecosistemi	30	Media anno	nessuno	19/7/2001
PM10 (fase 1)	Valore limite per la protezione della salute umana	50 (non superare + di 35 volte l'anno)	Media nelle 24 ore	50% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante (10%) fino a 0% il 1/1/2005	1/1/2005
Già in vigore DM 25.11.'94	Valore limite per la protezione della salute umana	40	Media anno	20% all'entrata in vigore con riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2005	1/1/2005
PM10 (fase 2)	Valore limite per la protezione della salute umana	50 (non superare + di 7 volte l'anno)	Media nelle 24 ore	In base ai dati deve essere equivalente al valore limite della fase 1	1/1/2010
	Valore limite per la protezione della salute umana	20	Media anno	50% al 1/1/2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2010	1/1/2010
piombo	Valore limite per la protezione della salute umana	0,5	Media anno	100% all'entrata in vigore con riduzione riduzione lineare il 1/1/2001 ed ogni 12 mesi successivi, fino a 0% il 1/1/2005	

Soglia di allarme per il biossido di zolfo : 500 microgrammi/m³ misurati su 3 ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km² oppure una zona o agglomerati completi (secondo definizioni della direttiva) se tale zona o agglomerato sono meno estesi

Soglia di allarme per il biossido di azoto: 400 microgrammi/m³ misurati su 3 ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km² oppure una zona o agglomerati completi (secondo definizioni della direttiva) se tale zona o agglomerato sono meno estesi

Per quanto riguarda la qualità dei carburanti, in Italia, è in vigore anche una norma (L 413 del 4.11.97) che impone, a decorrere dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene e di aromatici nelle benzine, pari rispettivamente all'1% e al 40% in volume.

Dal 31/12/2001 è stata vietata la commercializzazione della benzina con piombo in base alla Direttiva europea 98/70/CE. Per quanto riguarda il diesel, il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n.395 del 7 settembre 2001, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.255 del 2 novembre 2001, recependo la Direttiva europea 99/32/Ce, relativa alla riduzione del tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi, ha imposto il tenore massimo di zolfo nei gasoli, pari allo 0,20% in massa, che si abbassa allo 0,10% a partire dal 1 gennaio 2008.

I decreti successivamente emanati, **D.Lgs. 351/1999** e **DM 60/2002**, hanno comportato notevoli cambiamenti nella strategia di monitoraggio della qualità dell'aria.

Il decreto legislativo n. 351 del 4 agosto 1999, in attuazione della Direttiva Madre 96/62/CE, ha introdotto novità riguardanti l'estensione del numero di inquinanti da sottoporre a monitoraggio e la definizione di valori limite più restrittivi rispetto ai precedenti, sia per gli inquinanti convenzionali (biossido di zolfo, biossido di azoto, polveri totali sospese, ozono, monossido di carbonio e Piombo) sia per i non convenzionali (polveri fini PM10, benzene, IPA, ma anche metalli pesanti quali Cadmio, Arsenico, Nichel, Mercurio).

L'art. 6 stabilisce che è obbligatorio il monitoraggio della qualità dell'aria tramite rete fissa nelle seguenti zone:

- a) agglomerati;
- b) zone in cui il livello, durante un periodo rappresentativo, è compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore stabilita ai sensi dell'articolo 4;
- c) altre zone dove tali livelli superano il valore limite.

Nel decreto viene inoltre stabilito in quali casi la misurazione con rete fissa può essere combinata con tecniche modellistiche e in quali è consentito il solo uso di modelli. La classificazione delle zone e degli agglomerati deve essere riesaminata almeno ogni cinque anni. Questo decreto sostituisce la precedente nozione di "ambiente atmosferico" con quella di "aria ambiente" definendola come "*l'aria esterna presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro*" (art. 1, lett. a).

Lo stesso articolo riporta anche altre definizioni importanti:

- *Inquinante*: qualsiasi sostanza immessa direttamente o indirettamente dall'uomo nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso;
- *Livello*: concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante o deposito di questo su una superficie in un dato periodo di tempo;
- *Valutazione*: impiego di metodologie per misurare, calcolare, prevedere o stimare il livello di un inquinante nell'aria ambiente;
- *Valore limite*: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto entro un dato termine e in seguito non superato;
- *Valore obiettivo*: livello fissato al fine di evitare, a lungo termine, ulteriori effetti dannosi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso; tale livello deve essere raggiunto per quanto possibile nel corso di un dato periodo;
- *Soglia di allarme*: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale si deve immediatamente intervenire a norma del presente decreto;
- *Margine di tolleranza*: la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dal presente decreto;
- *Zona*: parte del territorio nazionale delimitata ai fini del presente decreto;

Legambiente – Smog e dintorni

- *Agglomerato*: zona con una popolazione superiore a 250.000 abitanti o, se la popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, con una densità di popolazione per km² tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente a giudizio dell'autorità competente;
- *Soglia di valutazione superiore*: un livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellizzazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente;
- *Soglia di valutazione inferiore*: un livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Nelle tabelle che seguono vengono indicati i criteri per determinare il numero minimo di punti di campionamento per la misurazione in siti fissi dei livelli di biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), materiale particolato (PM₁₀), piombo, benzene e monossido di carbonio nell'aria (dal DL 60 /04/2002 – Allegato IX)

I. Numero minimo di punti di campionamento per misurazioni in siti fissi al fine di valutare la conformità ai valori limite per la protezione della salute umana e le soglie di allarme nelle zone e negli agglomerati dove la misurazione in siti fissi è l'unica fonte di informazione

a) Fonti diffuse

Popolazione dell'agglomerato o della zona	Se i livelli superano la soglia di valutazione superiore (1)	Se i livelli massimi sono situati tra le soglie di valutazione superiore e inferiore	Solo per SO ₂ e per NO ₂ , negli agglomerati dove i livelli massimi sono al di sotto della soglia di valutazione inferiore
0-249.999	1	1	Non applicabile
250.000-499.999	2	1	1
500.000-749.999	2	1	1
750.000-999.999	3	1	1
1.000.000- 1.499.999	4	2	1
1.500.000-1.999.999	5	2	1
2.000.000-2.749.999	6	3	2
2.750.000-3.749.999	7	3	2
3.750.000-4.749.999	8	4	2
4.750.000-5.999.999	9	4	2
>6.000.000	10	5	3

(1) Per l'NO₂, il materiale particolato e il benzene includere almeno un punto di campionamento di fondo urbano ed un punto di campionamento orientato al traffico, sempre che ciò non comporti un aumento dei punti di campionamento.

b) Fonti puntuali

Per valutare l'inquinamento nelle vicinanze di fonti puntuali, il numero di punti di campionamento per misurazioni in siti fissi si dovrebbe calcolare tenendo conto della densità delle emissioni, del probabile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria ambiente e della potenziale esposizione della popolazione.

II. Numero minimo di punti di campionamento per misurazioni in siti fissi al fine di valutare la conformità ai valori limite per la protezione degli ecosistemi o della vegetazione in zone diverse dagli agglomerati:

Se i livelli superano la soglia di valutazione superiore	Se i livelli massimi si situano tra le soglie di valutazione superiore e inferiore
1 punto di campionamento per 20.000 km ²	1 punto di campionamento per 40.000 km ²

Legambiente – Smog e dintorni

Nelle zone insulari, il numero dei punti di campionamento per misurazioni in siti fissi dovrebbe essere calcolato tenendo conto del probabile profilo di distribuzione dell'inquinamento dell'aria ambiente e della potenziale esposizione degli ecosistemi o della vegetazione.

Il decreto n. 60 del 2002 indica l'obbligo dell'informazione al pubblico qualora ci siano superamenti delle soglie di allarme e ne fissa le modalità, definisce anche per altri inquinanti, diversi dall'ozono, dei valori limite per la protezione della vegetazione e degli ecosistemi.

Toglie l'obbligo per i comuni con più di 150.000 abitanti, o classificati a rischio, di redigere il rapporto annuale sulla qualità dell'aria e le competenze per quanto riguarda la valutazione di qualità dell'aria, di informazione alla popolazione e di intervento sono demandate ora direttamente alle Regioni.

Stabilisce per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossido di azoto, PM10, piombo, monossido di carbonio e benzene, i nuovi valori limite con i rispettivi margini di tolleranza rispetto ai quali effettuare la valutazione preliminare della qualità dell'aria e la conseguente zonizzazione e fissa le soglie di valutazione inferiore e superiore da considerare per stabilire in quali zone è obbligatorio il monitoraggio con rete fissa. I valori limite previsti dalla normativa fanno da riferimento per la valutazione dei valori rilevati.

In tabella sono sintetizzati, con le relative date di entrata in vigore, i nuovi limiti previsti dalla Direttiva europea, che in Italia sono entrati in vigore con il Decreto 60/2002.

Altre importanti novità introdotte dal DM 60/2002 riguardano l'ambito territoriale cui dovranno fare riferimento le misurazioni obbligatorie degli inquinanti atmosferici ("agglomerati e non più singoli territori comunali") ed i successivi provvedimenti.

Lo stesso decreto riporta le seguenti definizioni:

- *PM10*: la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico di 10 µm, con una efficienza di campionamento pari al 50%;

- *PM2,5*: la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico di 2,5 µm, con una efficienza di campionamento pari al 50%.

Per quanto riguarda l'ozono fa ormai testo il DLgs 183/2004, che stabilisce che il livello oltre il quale scatta lo stato di allarme passa dai 360 ai 240 microgrammi/m³.

Inquinante	Normativa vigente	Tipo limite	2004	2005	2010
PM10 (microgrammi/m ³)	DM n° 60 del 2/4/02	Giornaliero	55 (35)*	50 (35)*	50 (7)*
		Annuale	41,6	40	20
SO ₂ (microgrammi/m ³)	DM n° 60 del 2/4/02	Orario	380 (24)*	350 (24)*	350 (24)*
		Annuo	125 (3)*	125 (3)*	125 (3)*
		Soglia d'allarme	500	500	
NO ₂ (microgrammi/m ³)	DM n° 60 del 2/4/02	Orario	260 (18)*	250 (18)*	200 (18)*
		Annuo	52	50	40
		Soglia d'allarme	400 (3)*	400 (3)*	400 (3)*
O ₃ (microgrammi/m ³)	DM 25/11/1994 e DL n.183-21/05/04 (in vigore dall' agosto 2004)	Livello di attenzione*	180	180	180
		Livello di allarme*	360	240	240
	Direttiva Europea 2002/3/CE	Giornaliero su 8 ore			120 (25)*
CO (mg/m ³)	DM n° 60 del 2/4/0	Giornaliero su 8 ore	12	10	10
IPA (nanogrammi/m ³)	DM 25/11/1994	Obiettivo di qualità **	1	1	1

* i numeri tra parentesi indicano il numero massimo dei superamenti annui consentiti.

* media di 24 ore ** media annua valevole per le città con oltre 150.000 abitanti

NB: per ciascun inquinante vengono indicati i valori limite in vigore nel 2004 e nel 2005 e l'obiettivo da raggiungere che entrerà in vigore a partire dal 1 gennaio 2010. In neretto sono indicati i valori in vigore da quest'anno che risultano più restrittivi rispetto all'anno precedente.

VI. NORMATIVA IN MATERIA DI INQUINAMENTO ACUSTICO

Rispetto alle note e classiche fonti di inquinamento (industriale, atmosferico, ecc.), l'inquinamento acustico, insieme a quello luminoso, rappresenta un argomento ancora di difficile definizione: se pensiamo che un suono può essere piacevole per alcuni o percepito come un rumore da altri, è facile capire come il fenomeno possa ricadere nell'ambito delle valutazioni soggettive. La quantificazione della soglia dell'intensità sonora oltre la quale si riscontrano problemi (effetti sia uditivi che extrauditivi) è un fatto relativamente recente e in linea con le discussioni in sede europea. Infatti solo negli ultimi anni si è sviluppata la consapevolezza del pericolo che l'inquinamento acustico rappresenta per la salute umana e che è un fenomeno destinato ad aumentare in futuro.

Le prime regole sull'inquinamento da rumore risalgono a metà anni cinquanta, rientrando tra le norme più generali sulla prevenzione degli infortuni e sull'igiene del lavoro. E' infatti in ambito professionale con la medicina del lavoro che si mette in evidenza per la prima volta una correlazione tra le sorgenti che emettono energia acustica oltre determinati livelli e la presenza di ipoacusia, durante attività lavorative caratterizzate da alta rumorosità.

Ma solo nel 1991 viene emanato il decreto n. 277 che, per la prima volta, stabilisce i livelli di rumore accettabili in ambienti di lavoro e impone al datore di lavoro di individuare un percorso di sorveglianza medica e fonometrica. Lo stesso anno, con il DPCM 1° marzo, compaiono finalmente i valori limite di esposizione alle emissioni di rumore nei vari ambienti di vita.

La legge quadro n. 447 del 26 ottobre del 1995 (legge sull'inquinamento acustico), più articolata rispetto al precedente provvedimento, stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dal rumore, e caratterizza il ruolo degli enti locali: se allo stato competono le funzioni di coordinamento legislativo, le regioni devono soprattutto definire la zonizzazione acustica (criteri per la suddivisione in zone del territorio comunale) mentre i comuni sono responsabili di regolamenti e controlli locali, concessioni edilizie e risanamento acustico.

È con il DPCM 14/11/97 che vengono descritte le classi di aree, la loro destinazione d'uso e i limiti di esposizione, di giorno e di notte. La seguente tabella rappresenta una sintesi delle tabelle A (classificazione del territorio comunale) e C (valori limite di immissione nell'ambiente) del decreto.

classi di destinazione d'uso del territorio	diurno (6.00-22.00)	notturno (22.00-6.00)
I. aree particolarmente protette (ospedali, scuole, parchi)	50 dBA	40 dBA
II. aree prevalentemente residenziali (bassa densità di popolazione, poche attività commerciali, nessuna attività artigianale e industriale)	55 dBA	45 dBA
III. aree di tipo misto (traffico veicolare locale o di attraversamento, abitazioni, uffici, attività commerciali e industriali)	60 dBA	50 dBA
IV. aree di intensa attività umana (traffico veicolare assente, molti uffici e attività, aree portuali)	65 dBA	55 dBA
V. aree prevalentemente industriali (scarse abitazioni)	70 dBA	60 dBA
VI. aree esclusivamente industriali (insediamenti abitativi assenti)	70 dBA	70 dBA

Seguono poi una serie di decreti specifici che regolamentano il rumore nell'ambito aeroportuale, ferroviario, veicolare, nei locali, nelle industrie, ecc.

A livello comunitario, il problema dell'inquinamento acustico (1996) compare con il Libro Verde del 1996 che riassume la situazione europea e individua i settori d'azione in cui la comunità può contribuire alla riduzione dei livelli di inquinamento da rumore.

Nel 1998 è stato scritto un nuovo documento basato sulla responsabilità condivisa tra la UE, le singole nazioni e le diverse autorità locali al fine di standardizzare e rendere maggiormente uniforme le diverse azioni da svolgere.

Il 25 giugno 2002 il Parlamento e il Consiglio Europeo hanno adottato la direttiva 2002/49/CE, relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale. Con essa si vuole determinare l'esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica realizzata sulla base di metodi comuni, sull'informazione del pubblico e sull'attuazione di piani di azione a livello locale; questa direttiva fornirà anche una base per lo sviluppo di misure comunitarie relative alle principali sorgenti di rumore.

Più recente è la direttiva 2003/10/CE del 6 febbraio 2003 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dal rumore (un provvedimento cioè specifico per l'esposizione professionale al rumore e non per il generico inquinamento ambientale da rumore); gli stati membri si impegnano a recepirla prima del 15 febbraio 2006. I valori di esposizione sono i seguenti:

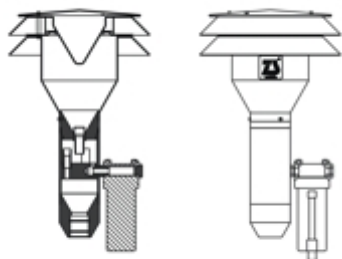
- a) valore limite di esposizione: 87 dBA
- b) valore superiore di esposizione che fa scattare l'azione: 85 dBA
- c) valore inferiore di esposizione che fa scattare l'azione: 80 dBA

[i numeri sono valori medi ponderati in funzione del tempo dei livelli di esposizione al rumore per una giornata lavorativa nominale di otto ore, definiti dalla norma internazionale Iso 1999]

VII. METODI DI CAMPIONAMENTO PER LA QUALITÀ DELL'ARIA

Campionamento PM10

Un campionatore d'aria aspira l'aria atmosferica a flusso costante attraverso un sistema di ingresso dell'aria di geometria particolare in cui il materiale particolato sospeso viene separato inerzialmente in uno o più frazioni dimensionali entro l'intervallo dimensionale del PM10. (vedi figura). Ciascuna frazione dimensionale compresa nell'intervallo dimensionale del PM10 viene quindi raccolta su filtri separati durante il periodo di campionamento stabilito.



Testa per il prelievo della frazione toracica "PM 10" realizzata secondo la norma US-EPA (portata 1 m³/h)

Ciascun filtro (dopo averne eliminato l'umidità) viene pesato, prima e dopo il campionamento, così da determinare per differenza la massa del PM10 raccolto. Il volume totale di aria campionata, viene calcolato in base alla misura della portata e il tempo di campionamento. La concentrazione in massa di PM10 nell'aria atmosferica si calcola dividendo la massa totale delle particelle raccolte nell'intervallo dimensionale del PM10 per il volume di aria campionato e si esprime in microgrammi per metro cubo standard (ug/ std m³). La precisione dei campionatori di PM10 deve essere < 10 %.

Le particelle volatili raccolte sui filtri spesso vanno perdute durante il trasporto e/o il magazzinaggio dei filtri prima della pesata dopo campionamento. Sebbene il trasporto o il

magazzinaggio dei filtri sia talvolta inevitabile, i filtri dovrebbero essere ripesati prima possibile per minimizzare queste perdite.

La ritenzione di specie gassose sui filtri può portare ad errori positivi nella misura della concentrazione di PM10. Tali errori comprendono la ritenzione del biossido di zolfo e dell'acido nitrico.

Determinazione di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) in aria

Una quantità nota di materiale particolato atmosferico viene raccolta, mediante aspirazione, su filtro in fibra di vetro.

Il materiale raccolto viene sottoposto ad estrazione con cicloesano mediante ultrasuoni. L'estratto viene poi purificato mediante cromatografia su strato sottile (TLC) di gel di silice.

L'identificazione ed il dosaggio dei singoli IPA vengono effettuati mediante gascromatografia (GC) con colonna capillare e rivelatore a ionizzazione di fiamma. L'identificazione degli IPA viene confermata mediante gascromatografia-spettrometria di massa su campioni selezionati .

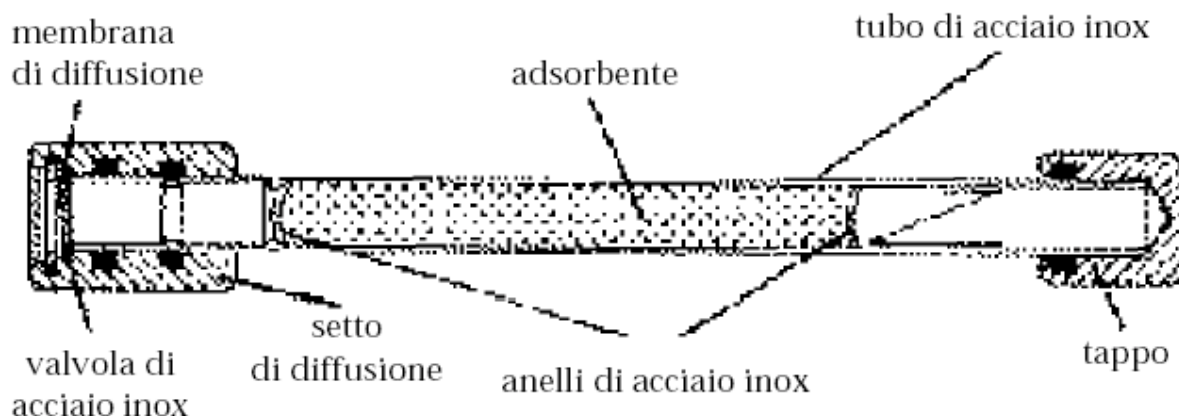
Campionamento Benzene

I campionatori passivi sono costituiti da un contenitore cilindrico contenente un adsorbente. Una membrana di silicone posta alla testa del tubo di diffusione è utilizzata per ridurre gli effetti di turbolenze e di assorbimento di umidità sull'adsorbente.

La lunghezza dell'area coperta dall'adsorbente dipende dall'adsorbente utilizzato: può venire utilizzato il Chromosorb 106 che viene considerato un adsorbente debole. Altri adsorbenti utilizzati sono il Tenax, il Carbotrap e il Carbosieve.

I tubi vengono generalmente posizionati a un'altezza di tre metri da terra in speciali contenitori in modo da risultare protetti da piogge, neve ecc., ma da permettere la libera circolazione dell'aria. In genere per ogni sito si utilizzano tre tubi per minimizzare gli errori di campionamento. Grande cura deve essere riposta per il trasporto dei tubi al laboratorio di analisi e per la loro conservazione. Ogni tubo deve essere posto in un singolo contenitore ermeticamente chiuso e deve essere trasportato e conservato alla temperatura di 4°C.

Giunti in laboratorio gli inquinanti vengono desorbiti per via termica o con solventi e successivamente si effettua un'analisi in gas-cromatografia utilizzando generalmente un rivelatore FID (Flame Ionization Detector).



Ozono (O₃)

Per il rilevamento dell'ozono presente nell'aria ambiente, viene spesso impiegato come metodo di misura un sistema automatizzato, che si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di O₃, di radiazioni UV di lunghezza d'onda pari a 254 nm. La variazione di intensità che ne deriva è direttamente proporzionale alla concentrazione di ozono presente nel campione. Il campione di gas viene suddiviso ed inviato all'interno di due distinti canali. Il primo fa passare il gas attraverso un convertitore catalitico che trasforma l'ozono, eventualmente presente, in ossigeno, generando un campione che viene assunto come riferimento.

Il secondo invia il campione tal quale nel sistema di detenzione. I due gas, riferimento e campione, vengono alternativamente introdotti nelle due celle di assorbimento e l'intensità della luce trasmessa attraverso ciascuna di esse viene misurata da due distinti rivelatori.

Il rapporto tra i due segnali di uscita è direttamente correlato alla concentrazione di ozono.

Il campionatore a diffusione *RADIELLO*

Le parti essenziali del radiello sono la cartuccia adsorbente, il corpo diffusivo e la piastra di supporto. Tutti i componenti del radiello, tranne le cartucce adsorbenti se non specificato diversamente, sono utilizzabili per un numero molto elevato di campionamenti.

Questo particolare campionatore a diffusione può essere utilizzato sia per il monitoraggio del benzene che per quello dell'ozono, oltre che per altri inquinanti.

Sono stati sviluppati tipi diversi di cartucce adsorbenti e chemiassorbenti, in relazione all'inquinante da captare. Sono tutte lunghe 60 mm e hanno diametro di 4,8 o 5,8 mm. Sono racchiuse in una provetta in vetro o in plastica, contenuta in un involucro termosaldato in polipropilene trasparente. Il tipo è identificato dal numero di codice, stampato sull'involucro insieme con il numero di lotto e la data di scadenza. Le cartucce sono monouso, tranne quelle desorbite termicamente.

Sono disponibili quattro tipi di corpi diffusivi, tutti con le stesse dimensioni esterne: 16 mm di diametro e 60 mm di altezza.



Cartucce adsorbenti e chemiassorbenti



Corpo diffusivo

Il radiello è stato ideato e realizzato dal Prof. Vincenzo Cocheo della Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS.

VII. LE UNITA' DI MISURA

- **microgrammo (μg):** 10^{-6} grammi ovvero un milionesimo di grammo

- **nanogrammi (ng):** 10^{-9} grammi ovvero un miliardesimo di grammo

- **dB (decibel):** il nostro apparato uditivo è in grado di percepire una vasta gamma di valori di potenza sonora. In una scala lineare si copre un campo di escursione che va da 1 a 1 012, per questo motivo è stata definita una unità di misura della potenza sonora detta Bell. Tale unità di misura, o meglio la sua decima parte, il decibel (dB) rappresenta l'intensità relativa del suono cioè una unità di misura priva di dimensione.

- **dBA:** adattando le diverse intensità sonore alla capacità di risposta dell'orecchio umano è stata costruita una curva che mima la risposta uditiva dell'uomo; essa viene detta curva A e i decibel (dB) misurati dalle apparecchiature (fonometri) corrette secondo la curva A esprimono con esattezza quello che il nostro orecchio percepisce; vengono chiamati dBA e in tal modo è possibile valutare il rumore non come entità fisica ma come sensazione sonora.

- **Leq (livello equivalente):** rappresenta il livello in dB, solitamente dBA, di un rumore che si ipotizza o si rende costante in un intervallo di tempo. Il leq è quindi l'entità del rischio cui può essere esposto un lavoratore o un cittadino. L'esposizione effettiva invece è in funzione del tempo di permanenza della persona ai vari rumori presenti nell'ambiente. Infatti per i lavoratori esiste un parametro ben definito, il Lep, che ci indica i dBA corretti per la quantità di tempo dell'esposizione lavorativa.