



REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA  
**AZIENDA PER I SERVIZI SANITARI n°4 "Medio Friuli"**  
DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE  
SOC IGIENE E SANITA' PUBBLICA – SERVIZIO DI IGIENE AMBIENTALE

Via Chiusaforte n.2 - 33100 UDINE - ☎ 0432 553904-05-06-56 - Fax 0432 553217 - e-mail: ambiente@ass4.sanita.fvg.it

Udine, 11 marzo 2009

Prot. 26886/DD4

Responsabile del Procedimento: : dr. *Stefano PADOVANI*  
Responsabile dell'istruttoria: p.i. *Emanuele POLATO*

**Oggetto: Comunicazione del rischio: Tutela della salute pubblica, Inquinamento atmosferico da traffico veicolare e pianificazione territoriale.**

**Riassunto**

La ricerca degli ultimi decenni ha indicato in modo consistente che l'inquinamento atmosferico provoca danni rilevanti nella salute della popolazione esposta e l'evidenza indica che l'inquinamento generato dal traffico veicolare rappresenta un contributo importante degli effetti avversi. Con la seguente comunicazione si sono volute dare alcune indicazioni provenienti da recenti studi epidemiologici e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità<sup>1</sup> relative agli effetti avversi causati da tale tipo di inquinamento e alle possibili azioni che possono essere attuate per contrastare i suddetti effetti a livello di pianificazione e programmazione territoriale.

Gli ultimi studi epidemiologici sono riusciti a dimostrare che il rischio conseguente all'esposizione agli inquinanti da traffico non è distribuito omogeneamente in una determinata area urbana o periurbana, ma aumenta con il diminuire della distanza dalle sorgenti di emissione. Nelle popolazioni residenti in zone in cui vi sono elevati volumi e densità di traffico o in aree situate a meno di 300 metri dall'asse centrale delle strade principali, intendendo con tale termine le autostrade e le strade urbane a traffico intenso con una media di veicoli giornalieri compresa tra le 10000 e le 130000 unità, si sono riscontrati un aumento della mortalità per cause naturali e respiratorie, un aumento dell'insorgenza di arteriosclerosi delle arterie coronarie e delle carotidi, un aumento dell'incidenza di cardiopatia ischemica e di asma bronchiale nei bambini. Tenendo presente i suddetti effetti avversi, è possibile proporre alcune azioni e strategie che tutti i soggetti interessati nei procedimenti di pianificazione e programmazione possono utilizzare per la riduzione degli stessi. A livello di governo locale il rischio può essere diminuito utilizzando principalmente **due tipi di strategie** tra di loro complementari.

**Con la prima** si cerca di ottenere la riduzione del volume e della densità del traffico con una serie di misure sinergiche tra le quali ad esempio: la predisposizione e l'incentivazione all'utilizzo di

forme di mobilità più sostenibili (mezzi pubblici, biciclette e spostamenti a piedi), l'introduzione di restrizioni relative ad alcuni tipi di veicoli particolarmente inquinanti o all'accesso a determinate aree urbane, l'introduzione di pedaggi, di stimoli o restrizioni fiscali, la modifica della viabilità, la predisposizione di forme di sviluppo urbano che portino, in ragione della conformazione della città e dei centri di interesse, a una diminuzione dell'utilizzo dei mezzi privati a favore di quelli pubblici.

**Con la seconda** si può cercare di ridurre l'esposizione della popolazione aumentando la distanza tra le zone residenziali e le strade. Una particolare attenzione va riservata nel caso in cui si debba stabilire la distanza tra scuole e sorgenti di inquinanti di qualsiasi natura, compreso ovviamente anche il traffico veicolare, in quanto i minori sono soggetti particolarmente sensibili agli effetti avversi provocati dall'inquinamento atmosferico.

Le considerazioni espresse nella presente comunicazione riguardano esclusivamente l'inquinamento da traffico veicolare e le misure di contenimento più idonee che si possono attuare a livello di governo locale, mentre non prendono in esame quelle che si possono programmare a livello di governo centrale, rivolte soprattutto alla riduzione delle emissioni, né gli interventi rivolti verso altre sorgenti di inquinanti (produzione di energia, industrie, impianti di riscaldamento, impianti di combustione, trasporti aerei e per via mare, settore dell'agricoltura) le cui emissioni si sommano a quelle del traffico veicolare e contribuiscono al peggioramento della qualità dell'aria.

Le suddette considerazioni rappresentano **semplici indicazioni e non prescrizioni vincolanti**, il cui rispetto dipende da molteplici fattori, primi fra tutti la disponibilità di territorio e l'entità dei costi necessari all'attuazione delle stesse. Ciononostante le indicazioni della presente nota informativa possono rappresentare un utile strumento a livello di governo locale per la tutela della salute pubblica dagli effetti avversi causati dall'inquinamento atmosferico generato dal traffico veicolare. E' fondamentale ricordare, soprattutto da parte di tutti i soggetti interessati nei procedimenti di pianificazione e di programmazione, che mantenere una certa distanza tra le aree residenziali e le strade principali, anche se di qualche misura inferiore a quella indicata dalla letteratura scientifica (300 metri dall'asse principale della strada) potrà comunque giovare alla salute della popolazione residente

In sintesi le **indicazioni** da tenere presente in tutti i procedimenti di pianificazione e progettazione territoriale sono le seguenti:

- Progettare le città e più in generale le aree urbane, periurbane e tutti i centri residenziali in modo tale da favorire forme di mobilità sostenibile, incentivando l'utilizzo dei mezzi pubblici e gli spostamenti a piedi e in bicicletta.
- In fase di pianificazione prevedere l'integrazione e il raccordo tra tutte le forme di mobilità: autovetture, metropolitane, rete ferroviaria locale, tram, bus, biciclette e spostamenti a piedi.
- Fare in modo che gli uffici pubblici, gli edifici commerciali e in genere tutti i centri di interesse siano collocati sul territorio in modo tale da essere facilmente raggiungibili, riducendo la necessità del trasporto motorizzato.

- la distanza ottimale da rispettare nel caso di zone residenziali adiacenti a strade principali è di circa 300 metri dall'asse principale della strada.
- Se il caso specifico non permette il rispetto della indicazione sopraccitata, nel definire la distanza, che sarà necessariamente minore di 300 metri, è comunque opportuno ricordare che le concentrazioni più elevate di inquinanti da traffico (ossidi di azoto, particolato ultrafine e carbonio elementare) si riscontrano nei primi 100 metri dall'asse centrale delle strade principali e che gli effetti avversi più consistenti sulla salute della popolazione sono stati riscontrati entro i primi 100-150 metri dall'asse centrale della strada.
- La distanza da rispettare nel caso di zone residenziali adiacenti a strade a media o bassa intensità di traffico (media di veicoli giornalieri minore alle 10000 unità al giorno) sarà ovviamente minore della distanza consigliata per le strade principali ad alta intensità di traffico.
- Il rispetto delle distanze indicate tra zone residenziali e le strade è particolarmente importante per le zone situate sottovento (considerando la direzione prevalente dei venti dell'area), in quanto le concentrazioni di inquinanti sono molto più elevate in queste rispetto alle zone sopravvento.
- Particolare attenzione al rispetto delle distanze deve essere riservata nel caso di zone in cui è prevista la costruzione di edifici scolastici.
- Nel caso di zone residenziali ad alta intensità di traffico, quali possono essere considerate ad esempio le zone attraversate da più strade a media o bassa intensità di traffico ma in cui il carico globale di inquinamento è elevato, in quanto deriva dalla somma delle emissioni provenienti da ogni singola strada, è opportuno cercare di ridurre l'esposizione della popolazione residente con gli interventi di riduzione e regolazione del traffico descritti nei paragrafi precedenti.
- Evitare nei procedimenti di pianificazione di progettare strade strette delimitate da edifici alti e con insufficienti discontinuità tra le varie costruzioni, comunemente definite street canyons<sup>12</sup>, in modo tale che il rapporto L/H (larghezza media della strada/altezza media degli edifici) sia maggiore di 1,5, in quanto negli street canyon ( $L/H < 1,5$ ) la concentrazione degli inquinanti da traffico è molto più alta rispetto ad altri tipi di conformazione. In ogni caso è sempre preferibile cercare di ottenere un rapporto superiore all'unità e permettere delle discontinuità tra gli edifici delimitanti la strada, in modo da favorire la dispersione degli inquinanti. Negli street canyon esistenti è opportuno ridurre il traffico e adottare misure idonee per renderlo più scorrevole.

La seguente nota informativa è funzionale agli obiettivi di prevenzione primaria che il Dipartimento di Prevenzione si è posto ai fini di tutelare la popolazione dai rischi conseguenti all'esposizione ad agenti fisici e chimici.

Con la stessa si vuole informare i soggetti direttamente o indirettamente responsabili dei procedimenti di pianificazione e di progettazione sulle ultime indicazioni dell'OMS e sui risultati degli ultimi studi relativi all'inquinamento atmosferico e agli effetti avversi sulla salute della popolazione esposta, con particolare riferimento all'inquinamento da traffico. La suddetta esigenza nasce dal fatto che le nuove evidenze modificano in parte la prospettiva di analisi dei piani e dei progetti e le conseguenti strategie utili ai fini della riduzione del rischio. Nei paragrafi seguenti si riporta una sintesi delle indicazioni e dei risultati sopraccitati.

Nella maggior parte delle aree urbane dei paesi appartenenti alla comunità europea il trasporto su strada è la più importante sorgente dei seguenti inquinanti: ossidi di azoto, monossido di carbonio, benzene e particolato<sup>1</sup>. Si ritiene che, pur essendosi manifestata negli ultimi anni una tendenza generale alla diminuzione dei livelli di inquinamento atmosferico, a causa della urbanizzazione continua e della espansione delle aree urbane, una quota crescente della popolazione sarà in futuro comunque verosimilmente esposta a concentrazioni elevate di inquinanti da traffico.

**Recenti studi** hanno evidenziato che le concentrazioni degli inquinanti da traffico variano tra le diverse zone di una medesima città o area urbana. Nelle aree adiacenti alle strade principali, distanti dalla linea mediana della strada considerata meno di 300 metri, si sono riscontrate concentrazioni di ossido nitrico, carbonio elementare (black smoke) e di PM 0,1 (particolato ultrafine), molto più elevate di quelle riscontrate a livello di background urbano. Barbara Hoffmann<sup>2</sup> e altri ricercatori hanno riscontrato che le persone residenti da molto tempo nelle aree contigue alle strade principali, situate a una distanza inferiore ai 200 metri dalla linea mediana della strada, andavano incontro all'insorgenza di cardiopatia ischemica" con una frequenza maggiore di circa 85% rispetto a coloro che abitavano nella stessa area urbana ma lontano dalle strade principali. La stessa ricercatrice evidenziava inoltre che il rischio di cardiopatia ischemica aumentava con il diminuire della distanza dalla strada, per cui ad esempio le persone che abitavano a una distanza inferiore a 50 metri avevano un rischio maggiore di quelle che abitavano a meno di 100 metri e in queste ultime il rischio era maggiore rispetto alle persone la cui residenza era situata tra 100 e 200 metri dalla strada. I risultati dello studio suddetto erano in accordo con un recente studio di coorte che aveva evidenziato un aumento del rischio relativo di mortalità per cause cardiopolmonari pari a 1,95 nelle persone residenti a meno di 150 metri dalle strade principali<sup>3</sup>.

Sempre Barbara Hoffmann<sup>4</sup> in un altro studio pubblicato da Circulation nel 2007 ha evidenziato che l'esposizione a inquinanti da traffico è associata all'insorgenza di arteriosclerosi delle arterie coronarie. Anche in questo caso l'esposizione a lungo termine è stata stimata utilizzando come utile proxy la distanza delle residenze delle persone coinvolte nello studio dalla strada principale. Per evidenziare l'arteriosclerosi delle arterie coronarie i ricercatori hanno utilizzato una tomografia computerizzata a fasci di elettroni (EBTC) con cui si riesce a misurare la calcificazione delle arterie

coronarie, segno attendibile di arteriosclerosi. Rispetto alle persone che abitavano a una distanza superiore a 200 metri dalla linea mediana di una strada principale, coloro la cui residenza era situata a meno di 100 metri evidenziavano un rischio di arteriosclerosi coronaria più alto del 45% (OR = 1,45, Ic 1.15-1.82). I risultati ottenuti dalla Dr. Barbara Hoffmann concordano con quelli di uno studio recente effettuato da Nino Kunzli e altri autori<sup>5</sup> che hanno evidenziato un aumento di spessore pari a 5,9% della parete dell'intima media delle carotidi nei soggetti esposti a valori di PM<sub>2.5</sub> superiori di 10 µgr/m<sup>3</sup> rispetto ai corrispettivi del gruppo di controllo.

Altri autori<sup>7</sup> hanno evidenziato nei bambini che risiedevano nei pressi delle strade principali una frequenza maggiore di asma bronchiale e una riduzione della funzione polmonare.

Negli studi di R. Beelen, G. Hoek e altri<sup>8</sup> si è riscontrata un'associazione tra la residenza nei pressi delle strade principali o in zone con un alta intensità di traffico e un aumento della mortalità per cause naturali o per cause respiratorie.

Nella maggior parte degli studi relativi a microaree l'associazione tra effetti avversi sulla salute della popolazione esposta e l'inquinamento da traffico è stata più consistente utilizzando come stima dell'esposizione la distanza delle residenze dalle strade principali rispetto alla concentrazione del PM<sub>2.5</sub>. A questo proposito si ritiene che la concentrazione numerica delle particelle ultrafini (particelle di diametro inferiore a 0,1 µm) rappresenti un indicatore più efficace dell'esposizione a inquinanti da traffico rispetto alle concentrazioni del PM<sub>2.5</sub>. La concentrazione numerica delle particelle ultrafini evidenzia una correlazione più marcata con l'intensità del traffico e decade in modo esponenziale allontanandosi dalla linea mediana della strada, raggiungendo i livelli di background all'incirca a 300 metri dalla stessa<sup>8</sup> (fig. 2.11). La diminuzione della concentrazione suddetta dipende oltre che dalla distanza anche dalla direzione prevalente del vento, risultando più rapida se la zona interessata è situata sottovento rispetto all'asse mediano della strada. Il traffico veicolare, soprattutto quello relativo ai veicoli a gasolio, rappresenta la sorgente più importante di particelle ultrafini in ambito urbano. La maggior parte degli autori ritiene inoltre che le particelle ultrafini esercitino una tossicità più marcata rispetto a quelle di dimensioni maggiori in relazione alla loro maggiore capacità ossidativa e di trasporto di composti tossici.

Quali sono le **indicazioni e le implicazioni pratiche** che i soggetti responsabili dei procedimenti di programmazione, di pianificazione e di valutazione ambientale strategica e più in generale tutte le persone interessate alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico possono dedurre dai risultati degli ultimi studi sopra riportati?

Gli **studi precedenti**, che rimangono comunque fondamentali per la stima del rischio<sup>9</sup>, avevano stimato il rischio causato dall'inquinamento atmosferico, prendendo come riferimento la popolazione residente in **macro aree** (interi città o zone comunque molto estese): confrontando gli effetti sanitari riscontrati nei residenti in città con elevati livelli di inquinamento con quelli evidenziati invece nelle popolazioni esposte a minori concentrazioni di inquinanti, si era riusciti a stabilire una

associazione causale tra aumento della concentrazione di inquinanti e aumento della mortalità e della morbosità nella popolazione esposta.

Gli **ultimi studi** invece hanno preso come riferimento le **microaree** e hanno riscontrato che all'interno di una determinata macroarea il rischio non è distribuito omogeneamente in tutta la popolazione, ma presenta differenze importanti in relazione alla distanza tra la residenza e le sorgenti di inquinanti. Nelle popolazioni residenti nelle aree contigue alle strade principali (a circa 200-300 metri dall'asse centrale) il rischio di effetti avversi sulla salute causato dalle emissioni da traffico veicolare è risultato superiore rispetto a quello evidenziato nei residenti nella stessa città ma in zone più distanti dalle strade principali. Il rischio è più elevato non solo nei residenti, ma anche nelle persone la cui attività lavorativa è situata in aree contigue a strade molto trafficate e più in generale in tutte le persone che passano molto tempo in zone ad alta intensità di traffico come ad esempio: gli addetti alle forze dell'ordine e alla polizia municipale, gli addetti alla manutenzione delle strade e tutti coloro che per lavoro passano gran parte della loro giornata viaggiando su autoveicoli a motore. Tra i soggetti più suscettibili agli effetti avversi causati dall'inquinamento atmosferico vi sono i soggetti minori, gli anziani e le persone affette da malattie croniche.

Si ritiene che le **indicazione pratiche** che si possono dedurre dai risultati degli ultimi studi siano in **breve le seguenti**:

- **Definizione dei tracciati delle strade principali.** Nella definizione dei tracciati delle strade principali\* è opportuno scegliere le soluzioni che minimizzano l'esposizione della popolazione agli inquinanti da traffico, aumentando, quando possibile, la distanza tra le strade e le zone residenziali al di là di quanto previsto dalla normativa in vigore (fasce di rispetto) e prendendo come riferimento i risultati degli studi sopraccitati che indicano una distanza di circa 300 metri dall'asse centrale della strada: si è visto infatti che la concentrazione numerica delle particelle ultrafini, considerate un indicatore affidabile di rischio, è massima nelle aree immediatamente contigue alla strada e diminuisce gradualmente con l'aumentare della distanza, raggiungendo nella maggior parte dei casi valori simili al livello di background a circa 300 metri dall'asse centrale della strada. In generale le più alte concentrazioni si trovano nei primi 50-100 metri dall'asse centrale delle strade a traffico intenso dove possono raggiungere valori 2-3 volte superiori rispetto a quelli di background. Si precisa inoltre che i livelli di esposizione nelle aree residenziali dipendono oltre che dalle emissioni (quantità e composizione del traffico) e dalle distanze dalle strade, da altri fattori che dovranno pertanto essere considerati dai responsabili dei procedimenti di progettazione e pianificazione. Tra questi ultimi i più importanti sono la topografia della zona (le esposizioni sono maggiori quando gli inquinanti sono intrappolati in vallate profonde e nei cosiddetti street canyons, ovvero in strade poco ampie in rapporto all'altezza degli edifici confinanti) e le condizioni metereologiche in primo luogo la direzione prevalente del vento, essendo le aree situate sottovento più esposte rispetto a quelle sopravvento.

- **Pianificazione territoriale e zonizzazione.** Nei procedimenti relativi alla pianificazione territoriale è opportuno che la destinazione d'uso delle aree venga effettuata cercando di mantenere, quando possibile, una distanza maggiore o uguale a 300 metri tra l'asse centrale delle strade principali\* o le zone comunque interessate da elevati volumi di traffico e le aree in cui si preveda una presenza prolungata di persone: aree residenziali, commerciali, sportive e ricreative, artigianali, industriali ecc. La suddetta precauzione è particolarmente indicata nei casi in cui la pianificazione riguarda aree da adibire ad uso scolastico, in quanto i minori sono particolarmente sensibili agli effetti nocivi causati dall'esposizione all'inquinamento atmosferico. A tale proposito si ricorda una recente normativa introdotta dallo Stato della California (SB 352 approvato nel mese di ottobre del 2003) con la quale si vieta la costruzione di nuove scuole a una distanza inferiore a circa 150 metri dai margini delle strade a traffico intenso, definite da un volume di traffico superiore alle 50000 unità al giorno se in zona rurale o da 100000 unità al giorno se in zona urbana. Le aree da preferire per la collocazione delle scuole dovrebbero pertanto essere scelte in base a due requisiti fondamentali: la distanza dalle principali fonti di inquinamento compreso ovviamente il traffico veicolare e la facilità con cui possono essere raggiunte a piedi o attraverso l'uso di piste ciclabili e di mezzi pubblici.
- **Aree urbane ad alta intensità di traffico.** Gli studi sopraccitati, al fine di ridurre l'esposizione, consigliano di mantenere tra l'asse delle strade principali e le aree residenziali una distanza di circa 300 metri, ma tale indicazione non esime i soggetti responsabili dall'attuare, quando possibile, idonee misure di prevenzione anche nelle zone attraversate da strade a media intensità di traffico con una media di veicoli giornalieri inferiore alle 10000 unità. Ad esempio se una determinata area urbana è attraversata da più strade a media intensità di traffico, la popolazione residente nella zona potrebbe essere esposta a una quantità totale di inquinanti da traffico simile a quella proveniente da una strada a traffico intenso e determinata dalla somma delle quantità provenienti da ogni singola strada. Probabilmente nelle aree urbane una misura più efficace dell'esposizione di cui tener conto nei procedimenti di pianificazione e progettazione potrebbe essere non tanto o non solo la distanza dalle strade ma altri indicatori, ad esempio la densità di traffico, il volume del traffico, la composizione del traffico o un indicatore che riassume tutti i precedenti. L'unico modo per ridurre l'esposizione delle popolazioni residenti nelle aree urbane ad alta intensità di traffico è quella di mettere in atto interventi e misure che portano a una riduzione del traffico.
- **Pianificazione e gestione del traffico.** In tutti i procedimenti di pianificazione e progettazione, compresi quelli relativi alla pianificazione e gestione del traffico, è opportuno ricercare tutte quelle soluzioni che diminuiscono l'esposizione della popolazione agli inquinanti da traffico, tra cui si ricordano le seguenti:
  - o Modalità di trasporto sostenibile. Incentivare il passaggio a modi di trasporto meno inquinante favorendo il trasporto pubblico (sistema ferroviario, autobus e tram), gli

spostamenti a piedi o in bicicletta, l'utilizzo di sistemi di condivisione dell'auto privata (car pooling) e di noleggio auto a tempo (car sharing). Nelle aree urbane molti spostamenti effettuati da autoveicoli privati coprono distanze inferiori ai 6 Km. Tale fatto porta a elevate emissioni in rapporto alle distanze coperte in quanto i convertitori catalitici non sono efficaci nelle fasi iniziali di avviamento e di riscaldamento del motore; circa il 90% degli inquinanti gassosi vengono emessi entro i primi 200 secondi dopo l'accensione quando i convertitori catalitici non hanno ancora raggiunto la temperatura ottimale. Pertanto una quota rilevante di emissioni è dovuta al grande numero di veicoli circolanti che compiono molti tragitti di breve durata e funzionano in condizioni non ottimali con numerose accensioni del motore. Ne consegue che una riduzione degli spostamenti brevi effettuati con autoveicoli privati, accompagnata da una contemporanea diminuzione del numero degli autoveicoli più vecchi e più inquinanti e di quelli con scarsa manutenzione, compensata da un incremento delle modalità di trasporto più sostenibili, può portare a un sostanziale miglioramento della qualità dell'aria.

- Piste ciclabili. Realizzare itinerari protetti per le piste ciclabili collocate, se possibile, a una certa distanza dalle strade principali, collegate ai principali centri di interesse, alle fermate dei mezzi pubblici e ai vari centri urbani e suburbani della zona, in modo da permettere gli spostamenti quotidiani usuali e non solo quelli ricreativi. Le piste ciclabili che affiancano le strade principali a intenso traffico sono indubbiamente utili per agevolare gli spostamenti e diminuire le emissioni, ma espongono gli utilizzatori alle alte concentrazioni di inquinanti prodotte dal traffico. Pertanto, se a causa dello spazio ridotto, è necessario realizzare le piste ciclabili lungo le strade è opportuno scegliere le strade con intensità di traffico minore. A questo proposito si ricorda che gli studi effettuati<sup>1</sup> hanno evidenziato che l'esposizione media relativa a diverse modalità di trasporto è maggiore per i conducenti e i passeggeri degli autoveicoli rispetto ai pedoni e ai ciclisti. Tuttavia l'esposizione media, misurata dalla concentrazione media degli inquinanti riscontrata nelle diverse modalità di trasporto, non è un buon indicatore dell'esposizione totale, né tanto meno della dose totale di inquinanti realmente assorbita dai soggetti interessati in quanto quest'ultima dipende non solo dalla concentrazione media dell'aria inspirata, ma anche dalla durata dell'esposizione, che dipende a sua volta dalla durata degli spostamenti e dalla frequenza della respirazione che è solitamente maggiore nei ciclisti e nei pedoni rispetto agli utilizzatori degli autoveicoli, per cui può accadere che in certe condizioni spostarsi a piedi o in bicicletta provochi negli interessati l'assunzione di dosi di inquinanti simili o anche superiori a quelle assorbite dagli utilizzatori di autoveicoli.
- Deviazione del flusso del traffico. Ridurre la congestione del traffico nelle aree più inquinate e più urbanizzate cercando di deviare il flusso di automezzi, con

particolare riferimento a quelli pesanti alimentati a gasolio, in aree periferiche a densità abitativa minore, mantenendo comunque anche in queste, tra le zone residenziali presenti e l'asse centrale delle strade principali, una distanza adeguata (se possibile uguale o superiore ai 300 metri).

- Misure indirette. Per ridurre il volume di traffico urbano e l'utilizzo delle auto private si possono inoltre utilizzare incentivi economici e strumenti fiscali, prevedere il pagamento di tasse e di pedaggi, vietare l'ingresso agli autoveicoli in determinate aree, aumentare le aree verdi, le aree pedonali e quelle destinate ad un uso ricreativo e sociale.
- Esempi<sup>1</sup> di misure locali adottate da alcune città europee:
  - Londra: imposizione di una tassa d'ingresso in alcune zone urbane
  - Parigi: l'introduzione di corsie separate per i mezzi pubblici ha migliorato la circolazione stradale con una conseguente riduzione delle emissioni e un miglioramento della qualità dell'aria pari al 2-10% per il monossido di carbonio, gli ossidi di azoto e il PM10. Altre misure adottate sono state l'introduzione del divieto a circolare in alcuni giorni con un miglioramento della qualità dell'aria pari al 10-16% e l'introduzione di zone a traffico limitato con un miglioramento della qualità dell'aria del 30-40%.
  - Berlino: il divieto di circolazione per camion e autocarri ha prodotto una diminuzione del biossido di azoto pari al 50%.
  - Rotterdam: la diminuzione della velocità massima a 80 km orari in una strada urbana ad alta densità di traffico ha migliorato la dinamica del traffico portando a una diminuzione delle emissioni di ossidi di azoto del 25% e a una riduzione nelle aree adiacenti alla strada della concentrazione annua di NO<sub>2</sub> pari al 5-10%.

**Integrazione e coordinamento.** Prevedere con una corretta pianificazione l'utilizzo integrato tra tutte le modalità di trasporto: autovetture, metropolitana, ferrovie locali, tram, bus, biciclette e pedoni. Fare in modo che gli uffici pubblici, gli edifici commerciali e in genere i centri di maggiore interesse siano raggiungibili riducendo la necessità del trasporto motorizzato<sup>1</sup>. A questo proposito alcuni autori propongono soluzioni urbanistiche basate sul modello della città monocentrica e ad alta densità, in quanto un'alta densità di popolazione facilita gli spostamenti per brevi tratti con mezzi non motorizzati e rende più facile accedere ai servizi di trasporto pubblico. Inoltre in aree ad alta densità è più facile organizzare un trasporto pubblico efficiente in quanto la destinazione della maggior parte dei tragitti richiesti dagli utilizzatori è concentrata in un'area centrale dove sono situati la maggior parte dei centri di interesse<sup>11</sup>. Prevedere forme di cooperazione e di integrazione tra i diversi comuni di una medesima macroarea relativi alla viabilità, alle varie modalità di trasporto e alla loro interconnessione, alla collocazione sul territorio delle industrie più inquinanti e alla destinazione d'uso delle varie aree in modo da perseguire uno sviluppo sostenibile e favorire la

diminuzione delle emissioni di sostanze inquinanti. Integrare le politiche di contenimento dell'inquinamento atmosferico a livello locale con quelle regionali, nazionali ed internazionali.

Con la presente nota informativa si sono volute dare alcune indicazioni, provenienti dai risultati di recenti studi epidemiologici, e da alcune pubblicazioni dell'OMS che possono essere utilizzate da tutti i soggetti a vario titolo interessati nei procedimenti di pianificazione e progettazione, al fine di ridurre gli effetti avversi sulla salute della popolazione causati dall'esposizione agli inquinanti prodotti dal traffico veicolare. La suddetta nota non ha la pretesa di dare indicazioni generali ed esaustive sul contenimento e la prevenzione dell'inquinamento atmosferico, ma riguarda esclusivamente le possibili azioni che i pianificatori possono intraprendere per contrastare l'esposizione della popolazione agli inquinati da traffico. Si ricorda che la strategia generale per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento atmosferico è particolarmente complessa, riguarda soprattutto azioni ed interventi utili alla riduzione delle emissioni provenienti da tutte le sorgenti (produzione di energia, industrie, impianti di riscaldamento, impianti di combustione, trasporti terrestri, aerei e per via mare, agricoltura) e prende in considerazione non solo l'inquinamento atmosferico a livello locale o regionale ma anche l'inquinamento transfrontaliero proveniente da sorgenti molto lontane. Per maggiori approfondimenti si rimanda alla legislazione nazionale e comunitaria e in particolare alla Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo. – Com (2005) 446 – Strategia tematica sull'inquinamento atmosferico. Ciononostante si ritiene che anche le azioni che possono essere prese a livello di governo locale siano importanti per ridurre l'esposizione della popolazione all'inquinamento prodotto dal traffico veicolare.

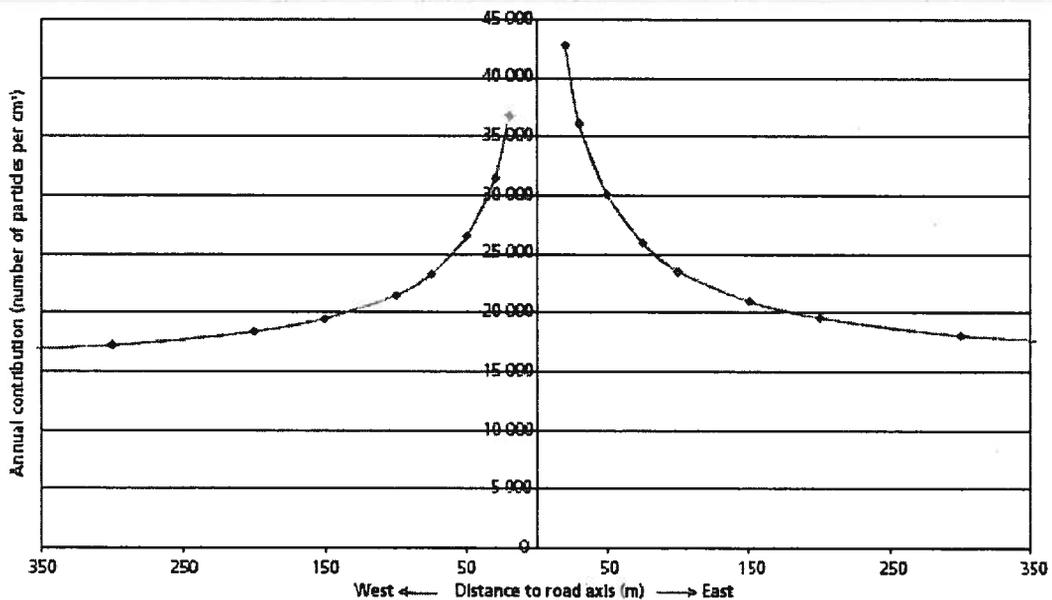
Si ricorda infine che le suddette indicazioni possono o meno essere adottate, in tutto o in parte, nei procedimenti di pianificazione e progettazione a seconda del caso specifico, ma non rappresentano assolutamente delle prescrizioni vincolanti da osservarsi in ogni evenienza. Le stesse non devono inoltre essere considerate come indicazioni assolute ed esaustive, ma, in considerazione della materia particolarmente complessa e in continua evoluzione, possono essere adattate ad ogni evenienza, modificate e migliorate con l'apporto di tutti i tecnici interessati. Ogni procedimento di pianificazione e progettazione presenta problematiche e possibilità di interventi e di azioni diverse che variano da caso a caso e possono o meno permettere l'applicazione delle indicazioni suddette. Se prendiamo ad esempio il problema delle distanze tra le strade ad alta densità di traffico e le aree residenziali, è evidente che le uniche prescrizioni da osservare assolutamente sono quelle relative alle fasce di rispetto la cui ampiezza viene definita dalla normativa attualmente in vigore (Codice della strada), Pertanto l'indicazione di una distanza maggiore ( $d \geq 300$  m) rispetto a quella prescritta dalla normativa tra l'asse centrale delle strade principali\* e le aree in cui si prevede una presenza prolungata di persone, potrà o meno essere seguita in tutto o in parte a seconda del caso specifico e delle reali possibilità di azione del pianificatore. E' comunque da considerare che anche un'applicazione parziale della indicazione sopraccitata può portare sostanziali benefici alla salute della popolazione esposta. Si è infatti

evidenziato che all'interno delle aree adiacenti alle strade principali, comprese entro una distanza di circa 300 metri dall'asse centrale, il rischio non è distribuito omogeneamente, ma è correlato in modo inverso con la distanza: più diminuisce la distanza più aumenta il rischio. Pertanto anche un'applicazione meno restrittiva delle indicazioni suddette può essere utile, nel senso che, se non è possibile ad esempio rispettare una distanza di 300 metri, sarà comunque utile ed opportuno rispettare la maggior distanza possibile in relazione al caso concreto, ad esempio 200 o 150 metri, piuttosto che collocare le aree residenziali a stretto contatto della strada principale. E' evidente che le distanze da osservare tra le aree residenziali e le strade a media o bassa intensità di traffico sarà minore di quelle che è opportuno stabilire per le strade ad alta intensità di traffico. Più difficile appare la valutazione delle distanze da osservare in situazioni più complesse, quando ad esempio si prevede che una zona residenziale venga attraversata da più strade a media densità di traffico e in cui la popolazione residente può venire esposta a una quantità totale di inquinanti piuttosto elevata in quanto risultante dalla somma di tutti i contributi provenienti dalle strade presenti nella zona. Probabilmente in queste situazioni, per valutare l'entità dell'esposizione della popolazione residente, sarebbe più opportuno utilizzare oltre alla distanza dalle strade altri indicatori basati sulla densità e sul volume del traffico e, in base al valore degli stessi, esprimersi in merito alla possibilità di destinare l'area in oggetto ad uso residenziale o ad altro utilizzo che non preveda la permanenza prolungata di persone. Un'altra possibilità potrebbe essere quella di destinare l'area interessata ad uso residenziale e contemporaneamente apportare modifiche sostanziali alla viabilità e al traffico, tali da ridurre in modo sostanziale l'esposizione della popolazione residente agli inquinanti. Nei casi più complessi, quando è difficile stabilire la reale esposizione della popolazione, può essere opportuno ricorrere all'utilizzo di adeguati modelli previsionali costruiti in base a molteplici parametri (quantità totale di inquinanti prodotta, collocazione della zona interessata rispetto alla direzione prevalente dei venti, condizioni meteorologiche e intensità dei venti, modalità di dispersione degli inquinanti prodotti, distanza della zona dalle sorgenti inquinanti) e, in base ai risultati degli stessi, indicare le soluzioni più idonee per la riduzione del rischio. In ogni caso l'obiettivo dei pianificatori deve essere quello della minimizzazione dell'esposizione della popolazione residente che può essere perseguita sia aumentando le distanze dalle sorgenti di emissione, sia riducendo la quantità totale degli inquinanti prodotti ottenuta attraverso la riduzione del volume e della densità del traffico nella zona. La minimizzazione dell'esposizione della popolazione deve essere il principio guida da seguire non solo per stabilire le distanze tra le strade e le zone residenziali, ma anche per individuare i percorsi delle piste ciclabili in modo tale che esponano gli utilizzatori a quantità di inquinanti da traffico più basse possibili, per stabilire le distanze tra le scuole e qualsiasi altra fonte di inquinamento incluse le strade, per indicare le distanze tra le zone residenziali e qualsiasi altro tipo di sorgente inquinante, ad esempio: industrie particolarmente inquinanti, aeroporti, stazioni di autocorriere e automezzi pesanti alimentati a gasolio, considerate fonti molto importanti di inquinanti da traffico spesso paragonabili come entità a strade ad alta intensità di traffico.

\*Strade principali: con tale termine ci si riferisce generalmente alle autostrade e alle strade urbane a traffico intenso con una media di veicoli giornalieri compresa tra le 10000 e le 130000 unità.

\*\*Cardiopatia ischemica: viene definita in base all'insorgenza di almeno uno dei seguenti eventi: infarto del miocardio, applicazione di uno stent coronario, intervento di angioplastica o di bypass

Fig. 2.11. Annual contribution of ultrafine particles from highway traffic to the air quality in Rotterdam, the Netherlands as a function of the distance from the highway



Source: TNO (2002).

## Bibliografia

1. WHO Regional Office for Europe (2005). Health effects of transport-related air pollution /edited by Michal Krzyzanowski ... [et al.], Copenhagen, WHO Regional Office for Europe <http://www.euro.who.int/document/e866650.pdf>.
2. Hoffmann B, Moebus S, Stang A, Beck EM, Dragano N, Möhlenkamp S, Schmermund A, Memmesheimer M, Mann K, Erbel R, Jöckel KH. Residence close to high traffic and prevalence of coronary heart disease. *Eur Heart J*. 2006;27:2696–2702.
3. Hoek G, Brunekreef B, Goldbohm S, Fischer P, van den Brandt PA. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet* 2002;360:1203–1209.
4. B. Hoffmann, S. Moebus, S. Möhlenkamp, A. Stang, N. Lehmann, N. Dragano, A. Schmermund, M. Memmesheimer, K. Mann, R. Erbel, K.-H. Jöckel and for the Heinz Nixdorf Recall Study Investigative Group. Residential Exposure to Traffic Is Associated With Coronary Atherosclerosis. *Circulation* 2007;116:489-496.
5. Künzli N, Jerrett M, Mack WJ, Beckermann B, LaBree L, Gilliland F, Thomas D, Peters J, Hodis HN. Ambient air pollution and atherosclerosis in Los Angeles. *Environ Health Perspect*. 2005;113:201–206.
6. Zhu Y, Hinds WC, Kim S, Sioutas C. 2002. Concentration and size distribution of ultrafine particles near a major highway. *J Air Waste Manag Assoc* 52(9):1032–1042.
7. Doug Brugge, John L Durant and Christine Rioux. Near-highway pollutants in motor vehicle exhaust: A review of epidemiologic evidence of cardiac and pulmonary risks. *Environmental Health*. 2007, 6:23.
8. Rob Beelen, Gerard Hoek, Piet van der Brant, R Alexandra Goldbohm, Paul Fisher, Leo J Schouten, Michael Jerret Edward Hughes, Ben Armstrong, and Bert Brunekreef. Long term Effects of Traffic-Related Air Pollution on Mortality in a Dutch Cohort (NLCS-AIR Study). *Environ Health Perspect*. 2008;116:196–202.
9. Pope CA III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002;287:1132–1141.
10. TNO (2002). *HEAVEN-project: report on the measuring and modelling results in 2000 and 2001 for use of development of a new atmospheric dispersion model*. Apeldoorn, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research TNO (Report 2002/377).
11. Ken Gwilliam, Masami Kojima, and Todd Johnson. Reducing Air pollution from Urban Transport. The World Bank -2005.
12. APAT. Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia.– 2004. Erierto de' Munari<sup>1</sup>, Ivo Allegrini<sup>5</sup>, Nadia Bardizza<sup>2</sup>, Nadia Carfagno<sup>2</sup>, Natascia Di Carlo<sup>6</sup>, Alessandra Gaeta<sup>6</sup>, Guido Lanzani<sup>2</sup>, Marco Malaguti<sup>1</sup>, Giovanna Marson<sup>3</sup>, Chiara Melegari<sup>1</sup>, Federica Moricci<sup>6</sup>, Piero Pagotto<sup>4</sup>, Lucia Ramponi<sup>4</sup>. Linee guida per la predisposizione delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria in Italia. APAT – 2004.
13. Lester R. Brown "Piano B3.0. Mobilitarsi per salvare la civiltà". Edizioni Ambiente.

Il Medico del Servizio di Igiene Ambientale  
dr. Stefano Padovani



