

Il ciclista respira meno inquinanti dell'automobilista

- Martino Caranti -

Sommario:

0. Introduzione	2
1. In auto si concentrano gli inquinanti.....	3
2. In bici si respirano meno inquinanti	6
3. Perché ?.....	12
4. Conclusioni	12
5. Bibliografia	12

0. Introduzione

E' opinione diffusa, soprattutto tra i non-ciclisti, che andare a lavorare (o a scuola) in bicicletta nel traffico urbano sia estremamente dannoso e che meglio sarebbe prendere l'auto (o un altro mezzo) per compiere lo stesso tragitto.

L'articolo che segue è una ricerca svolta sulle pubblicazioni scientifiche sull'argomento al fine di verificare queste affermazioni e, come vedremo in seguito, confutarle.

Lo scopo dell'articolo, oltre a quello di sfatare credenze infondate, è anche quello di evidenziare quegli stili di vita più sani (e non vi è dubbio che muoversi in bicicletta sia più sano di muoversi in autovetture per un numero enorme di motivi che non elencheremo certamente in questa sede) che permettono di minimizzare gli effetti negativi dell'inquinamento atmosferico sulla nostra salute. Questo anche per via dei dati evidenziati da numerose ricerche (ad esempio Jenkins ¹- 1992, Ashmore ²- 1995, Monn ³- 1997, Robinson ⁴- 1995) che evidenziano come ormai nei paesi avanzati le persone trascorrono tra l'87% e l'89% del loro tempo in ambienti chiusi...

Infatti collegamenti diretti tra l'esposizione ad inquinanti ed effetti negativi sulla salute sono già stati riportati in un numero impressionante di studi (ad esempio in Pope ⁵- 1991, Ostro ⁶- 1996 e Verhoeff ⁷- 1996).

Michaels ⁸- 2000 sostiene che l'esposizione a picchi di concentrazione elevati, anche di durate inferiori ad un'ora, sia la causa degli effetti più rilevanti sulla salute.

Schwartz ⁹- 2000 arriva a sostenere che molti effetti cronici siano semplicemente il risultato di ripetute esposizioni ad elevati livelli di inquinanti.

Per mostrare quindi con dati scientifici che il ciclista (anche nei percorsi urbani) respira meglio degli altri utenti della strada ritengo opportuno partire con l'evidenziare anzitutto che un automobilista è probabilmente l'utente maggiormente esposto agli inquinanti (e molto più esposto degli altri) per poi procedere con il verificare che il ciclista lo risulti in maniera molto più contenuta.

1. In auto si concentrano gli inquinanti

La ricerca pubblicata dall'equipe di Zagury e Momas (Zagury ¹⁰ - 2000) ha preso in considerazione l'esposizione agli inquinanti in Parigi di 203 autisti di taxi durante la loro attività professionale, considerando in particolare l'esposizione di questi a monossido di carbonio (CO), polveri fini rientranti nella definizione di Black Smoke Index (BS), ed ossidi di azoto (NO e NO₂). La tabella che segue riassume i differenti valori medi di inquinanti rilevati all'interno del taxi e quelli medi registrati, durante lo stesso periodo, dalle stazioni fisse di controllo dell'aria a Parigi:

	Stazioni Fisse (AIRPARIF)	Interno dei Taxi
CO (ppm)	1.0	3.8
BS (µg/m ³)	44	168
NO (µg/m ³)	55	625
NO ₂ (µg/m ³)	72	139

L'esposizione agli inquinanti di questa categoria professionale aveva attirato l'interesse scientifico dei ricercatori già da molto tempo: si vedano in proposito gli articoli di Lupu ¹¹ - 1952 (Medical Examination of taxi drivers) -, de Bruin ¹² - 1967 -, Jones ¹³ - 1972 -, Vaisman ¹⁴ - 1972 - Hicks ¹⁵ - 1972 -, Norbeck ¹⁶ - 1979 -, Colwill ¹⁷ - 1980 -, den Tonkelaar ¹⁸ - 1982 - Ivanov ¹⁹ - 1983 -, e molti altri preoccupati delle condizioni di lavoro di questa categoria e dell'esposizione elevata di inquinanti all'interno delle cabine delle autovetture.

Analoghi studi su categorie professionali particolarmente esposte sono stati eseguiti su camionisti ad esempio da Zabst ²⁰ - 1991 - che concludeva che "l'esposizione dei camionisti risultava significativamente maggiore della concentrazione esterna in aree residenziali".

La rilevazione dell'esposizione agli inquinanti all'interno delle autovetture è stata per molto tempo limitata alla rilevazione di quei composti per i quali fosse disponibile una tecnologia di rilevazione sufficientemente economica ed affidabile.

Non deve stupire, quindi, se le prime rilevazioni di concentrazioni di inquinanti nelle autovetture abbiano riguardato essenzialmente il monossido di carbonio, come ad esempio in Chaney ²¹ - 1978 -, Rowe ²² - 1989 - e Rudolf ²³ - 1990 -.

Koushki ²⁴ - 1992 -, prende in considerazione le principali variabili che influenzano la concentrazione di CO nell'abitacolo concludendo che "un aumento del volume di traffico stradale da 1000 a 5000 veicoli/ora farebbe aumentare l'esposizione media al CO del 71%; un aumento della velocità media del veicolo da 14 a 55 km/h ridurrebbe l'esposizione del 36%".

Fernandez-Bremauntz ²⁵ - 1995 - prende in considerazione a Mexico City le concentrazioni di CO rilevate dalle centraline fisse esterne e dai rilevatori posti all'interno di autovetture ed autobus, concludendo che "le concentrazioni interne ai veicoli sono sempre state maggiori delle concentrazioni ambientali concomitanti. In media il rapporto tra le concentrazioni nei veicoli e quelle ambientali sono state: automobile 5.2, minivan 5.2, minibus 4.3, bus 3.1."

Le elevate concentrazioni di CO nell'abitacolo delle autovetture hanno creato allarme tra i ricercatori tanto che ad esempio Marr ²⁶ - 1998 -, inizia il suo articolo dichiarando che "le emissioni di CO dai veicoli motorizzati causano alcune centinaia di avvelenamenti letali negli USA".

Le stesse preoccupazioni del californiano Marr si trovano anche ad esempio nell'iraniano Abdollahi ²⁷ - 1998 - e nel londinese Horner ²⁸ - 1998 -. Addirittura l'americano Holley ²⁹ - 1999 - si preoccupa dell'avvelenamento da CO (che causa inizialmente nausea, mal di testa e debolezza) che

avviene all'interno delle autovetture da corsa chiuse evidenziando che "tutti i 28 piloti sottoposti al test hanno evidenziato un aumento nelle concentrazioni di carbossiemoglobina durante la competizione".

Jovanovic³⁰ – 1999 -, confronta le reazioni di un gruppo di 250 autisti esposti a concentrazioni di CO nell'abitacolo di 71 ppm con quelle di un gruppo di riferimento di 120 persone esposte a concentrazioni di CO di 5 ppm concludendo che gli autisti soffrono "più frequentemente di mal di testa, irritabilità, vertigine e palpitazione." e che "gli autisti hanno dimostrato tempi di reazione più lunghi agli stimoli acustici e visuali. Gli autisti esaminati possono causare statisticamente più incidenti...".

Chang³¹ – 2000 – in prove di un'ora ciascuna effettuate a Baltimore (USA) rileva che "le esposizioni al CO misurate all'interno dei veicoli sono significativamente maggiori di quelle misurate in altri micro-ambienti".

Duci³² – 2003 – analizza poi l'esposizione di alcune (purtroppo non tutte...) categorie di utenti della strada al CO nell'area urbana di Atene in percorsi di 30 minuti rilevando i seguenti valori: 21.4 ppm in auto private, 10.4 ppm in autobus, 4 ppm in treni elettrici, 11.5 ppm per i pedoni. Gli autori concludono che per rilevare l'esposizione di utenti della strada è molto più attendibile il micro-rilevamento personale piuttosto che i dati provenienti da stazioni fisse.

La rilevazione delle concentrazioni di altri inquinanti all'interno delle autovetture (Benzene ed altri idrocarburi aromatici, polveri, metalli alcalini, ecc...) è avvenuto in tempi più recenti e via via ha ampliato la gamma di inquinanti rilevati man mano che i campionatori utilizzati divenivano più economici e le tecniche di analisi dei prodotti raccolti (GC, LC, GC-MS, LC-MS) più affidabili.

Bevan³³ - 1991 -, in uno dei primi studi pubblicati in proposito, misura una concentrazione media di benzene all'interno di autovetture pari a $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, circa dieci volte maggiori rispetto ai "background levels" riscontrabili nel Regno Unito.

Weisel³⁴ – 1992 -, arriva a concludere che "la concentrazione di benzene all'interno della cabina di un'autovettura è anche 50 volte quella all'esterno".

Raaschou³⁵ – 1996 – in uno studio danese riguardante l'esposizione dei bambini nel traffico, conclude che "esiste una correlazione altamente significativa tra l'esposizione al benzene ed il tempo trascorso nell'auto" dimostrando quindi come – nel traffico – avvenga una concentrazione continua di benzene all'interno dell'abitacolo.

Fromme³⁶ – 1998 – confronta, nel traffico di Berlino, le concentrazioni di benzene e di CO all'interno di un'auto catalizzata (Volkswagen Golf) ed all'interno di uno dei treni della linea metropolitana concludendo che "la concentrazione di benzene nell'auto risulta tre volte superiore rispetto al treno".

Janssen³⁷ – 1998 – confronta in Olanda le concentrazioni interne ad una autovettura di PM_{10} rispetto all'ambiente esterno rilevando che "la concentrazione nel veicolo è stata rilevata circa $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maggiore rispetto alla concentrazione dell'urban background".

Jo³⁸ – 1999 – dopo aver rilevato una concentrazione media di benzene all'interno dell'abitacolo delle auto di $38.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore ben al di sopra dei valori rilevati all'esterno) prova ad esaminare l'esposizione separata agli inquinanti degli occupanti i sedili anteriori e posteriori, non rilevando però alcuna variazione significativa. Aggiunge poi che "i sistemi di pulizia dell'aria equipaggiati con carboni attivi sono risultati inefficaci nel rimuovere i VOC dall'interno dell'autovettura".

Gee³⁹ – 1999 – in uno studio estensivo realizzato a Manchester, UK, dimostra come la concentrazione di polveri all'interno dell'abitacolo risulti sempre superiore alla concentrazione esterna su tutte le prove effettuate nell'arco di sette settimane di sperimentazione (l'immagine che segue è tratta dall'articolo originale).

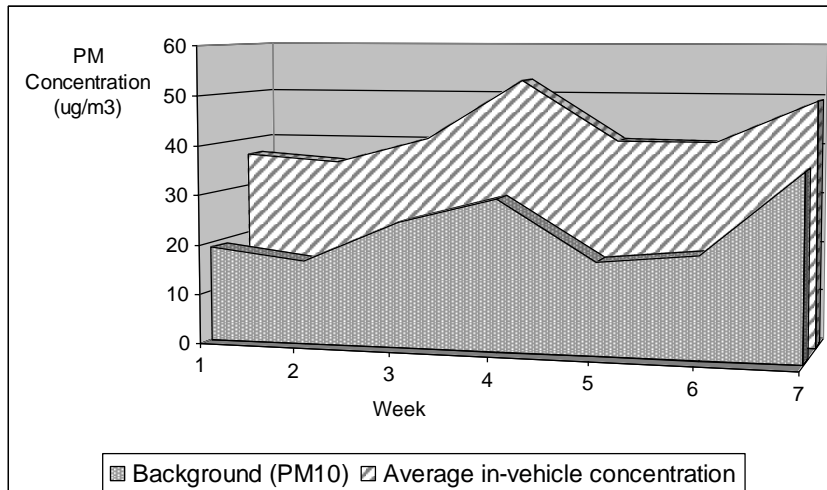


Figure 1.
Comparison of weekly average cabin levels of respirable particles (\approx PM4) with the average weekly background concentration in Manchester (PM10).

Ancora il coreano Jo⁴⁰ – 2000 – confronta l'esposizione a sei inquinanti organici volatili (VOC, tra i quali il benzene) di autisti di taxi e di autobus all'interno dei rispettivi abitacoli concludendo che "i tassisti sono risultati esposti a livelli più elevati di composti aromatici".

Vishwanathan⁴¹ – 2002 – ha esaminato la concentrazione di metalli pesanti quali Cr, Pb, Zn, Cu, Ni e Cd nei capelli degli autisti di automezzi nella città di Coimbatore (India) rilevando che tale concentrazione è legata al tempo di esposizione personale nel traffico e concludendo che "gli autisti che sono esposti per lavoro all'inquinamento veicolare/industriale sono a rischio".

Riediker⁴² – 2003 – inizia il suo lavoro riferendo che "le persone che guidano in un veicolo potrebbero ricevere una dose aggiuntiva di inquinanti da fonti mobili che sono considerati un rischio potenziale di disturbi cardiovascolari". Confronta l'esposizione a numerosi inquinanti all'interno di un'auto riferita all'ambiente esterno concludendo che "i livelli di CO, aldeidi, idrocarburi, ed alcuni metalli (Al, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Cu e Sr) erano massimi nelle auto; lungo la strada risultavano inoltre più alti rispetto ai livelli ambientali" rilevati da centraline fisse. "I livelli elevati di inquinanti (nelle auto) erano legati ai luoghi con elevati volumi di traffico. I risultati rilevano che l'emissione di motori a scoppio da altri veicoli risulta un'importante fonte di inquinanti all'interno dell'auto".

Chan⁴³ – 2003 – esamina l'esposizione al benzene ed agli altri VOC in diversi trasporti pubblici nell'area urbana di Guangzhou (Cina). Per il benzene rileva un'esposizione media nei taxi di 33.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, negli autobus con aria condizionata di 13.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, negli autobus senza aria condizionata di 11.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ concludendo che "le condizioni di traffico lento potrebbero essere una delle principali cause che portano ad un elevato livello di esposizione agli inquinanti nei trasporti pubblici".

Lau⁴⁴ – 2003 – studia l'esposizione ai VOC nei trasporti pubblici di Hong Kong (treno, bus, taxi, tram, ferry-boat) ottenendo risultati con variabilità elevate. Quello che però credo sia interessante rilevare è che distingue, all'interno dei bus, tra quelli senza e con aria condizionata: rileva che nei bus dotati di aria condizionata l'esposizione agli inquinanti (essenzialmente BTEX) è di circa il 30% maggiore rispetto a quelli senza aria condizionata.

Gulliver⁴⁵ – 2004 – tenta un confronto tra l'esposizione al particolato di pedoni e di automobilisti a Northampton, UK (il campionamento è stato effettuato nell'inverno 1999/2000). I risultati che ottiene nei campionamenti sono così variabili e così poco significativi che non è il caso però, dopo aver citato lo studio per mera completezza d'informazione, nemmeno perdere un minuto in improbabili analisi.

Concluderei citando infine qualche lavoro “istituzionale” dove risultano ben note le evidenze sopra esposte:

L’”Expert Panel” sugli standard della qualità dell’aria pubblicati nel 2001 ⁴⁶ dal Ministero dell’Ambiente del Regno Unito rileva che la concentrazione di particelle sono più alte nelle auto, negli autobus e negli altri veicoli quando confrontate con le misure dell’”urban background”.

Fisher ⁴⁷ – 2002, incaricato dal Ministero dei Trasporti della Nuova Zelanda insieme ad una schiera notevole di università ed enti di ricerca di uno studio sui veicoli a motore, arriva a concludere che “le persone che viaggiano in auto sono esposte ai massimi livelli di inquinamento”.

2. In bici si respirano meno inquinanti

Bevan ⁴⁸ – 1991, confronta a Southampton (UK) l’esposizione a PM 3.5 di ciclisti che transitano in percorsi trafficati nel centro con quelli che transitano in un parco cittadino. L’esposizione a particelle respirabili per il ciclista del centro è risultata circa sei volte maggiore rispetto al ciclista nel parco.

Dimostrazione, se ce ne fosse bisogno, del fatto che pedalare nel verde è meglio che pedalare nel traffico...

Van Wijnen ⁴⁹ – 1995 –, in uno studio realizzato ad Amsterdam e spesso citato in letteratura, rileva che “le medie massime delle concentrazioni di inquinanti respirati in un’ora da ciclisti ed automobilisti in uno stesso tragitto sono:

	Ciclisti (µg/m3)	Automobilisti (µg/m3)
CO	2.670	6.730
NOX	156	277
Benzene	23	138
Toluene	72	373
Xilene	46	193 “

L’autore poi stima, su un ciclista, che la frequenza respiratoria in quel contesto sia tale da costringere il ciclista a respirare 2.3 volte di più di un automobilista.

Va fatto rilevare, al contrario, che eventuali utenti “trasportati” in bicicletta (come per esempio sono i bambini sugli appositi supporti) non hanno alcuna iperventilazione e che quindi respirano esattamente con la stessa frequenza rispetto ai loro colleghi trasportati in auto!

Kingham ⁵⁰ – 1998, all’epoca ricercatore alla University of Huddersfield (UK), confronta l’esposizione a diversi inquinanti di automobilisti e ciclisti lungo lo stesso percorso tra Settembre ed Ottobre 1996. Rileva – lungo un percorso piuttosto lungo, 7 miglia, nella regione del West Yorkshire, Inghilterra – che gli automobilisti sono esposti a circa sette volte le concentrazioni di benzene rispetto ai ciclisti e circa al 20% in più di particolato come evidenziato dalla tabella riassuntiva che segue:

Modo di Trasporto/ Inquinante	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Particolato
Auto	180.3	7.5
Treno	12.9	5.7
Bus	21.2	5.3
Bicicletta lungo la strada	26.5	6.3
Bicicletta lungo pista ciclabile	15.7	2.7

L'autore rileva che "gli automobilisti risultano esposti agli inquinanti in modo significativamente maggiore rispetto ai ciclisti ed agli altri utenti della strada" ed aggiunge che "la scelta individuale del mezzo di trasporto utilizzato per recarsi al lavoro ha un effetto rilevante sulla quantità di inquinanti alle quali le persone risultano esposte".

Da questo seguono raccomandazioni generali riguardo la necessità di promuovere il trasporto pubblico e non motorizzato e l'indicazione, laddove possibile, di preferire percorsi ciclabili separati dai percorsi dei veicoli motorizzati. L'autore conclude infine che "le persone devono essere messe in guardia riguardo l'esposizione agli inquinanti derivante dalla scelta personale del mezzo di trasporto utilizzato".

Va poi citato, sempre dallo stesso articolo di Kingham, un altro confronto effettuato, con macchine differenti, lungo un medesimo percorso e nello stesso giorno (30 Ottobre 1996):

Data immatricolaz.	Autovettura	Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Particolato
1989	Ford Fiesta	19.4	6.3
1990	Ford Fiesta	35.1	4.8
1991	Peugeot 205	54.4	6.1

A dimostrazione del fatto che non sempre macchine più recenti portano a riduzioni del contenuto di inquinanti nell'abitacolo...

Gee⁵¹ - 1999, pubblica una ricerca che prende in considerazione l'esposizione alle polveri di utenti che circolano in bicicletta ed in autobus nella città di Manchester, UK lungo un percorso predefinito (della durata di 3 ore), rilevando le seguenti esposizioni:

Tipo di trasporto	Esposizione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Bus n° 85	338
Bus n° 192	252
Ciclista (lungo lo stesso percorso del Bus n°85)	54
Background	28

L'autore quindi conclude che l'esposizione "misurata sui ciclisti è stata considerevolmente minore di quella rilevata all'interno dei bus".

Ian D. Williams, Direttore del Centre for Waste Management della Faculty of Science nell'University of Central Lancashire di Preston (UK) è autore di numerose pubblicazioni interessanti riguardanti l'esposizione alle polveri nella città di Londra per ciclisti ed altri utenti ed in

particolare autore di un'interessante analisi sulla differenza qualitativa tra le polveri respirate dai ciclisti e quelle respirate, per esempio, da chi utilizza la metropolitana.

In diversi suoi articoli (Sitzmann⁵²– 1996 o Sitzmann⁵³– 1999) cita i dati raccolti in una settimana di campionamento da ciclisti ed utenti della metropolitana londinese in spostamenti complessivi di 1,5 ore/giorno, che rientrano nella media degli spostamenti della popolazione come evidente dalle statistiche cittadine (Transport Statistics for London, 1998). Di seguito riportiamo le concentrazioni di PM₅ rilevate e pubblicate nell'articolo:

Campione	PM ₅ (µg/m ³)	Osservazioni
Ciclista A	88.54	Clima secco, assenza di vento
Ciclista B	16.28	Vento durante tutta la settimana
Ciclista C	14.00	Vento forte
Ciclista D	16.49	Vento forte
Metropolitana E	892.84	London Underground Piccadilly Line
Metropolitana F	708.60	London Underground Piccadilly Line

Inutile dire che gli autori concludono che chi viaggia in metropolitana è esposto a concentrazioni in massa di particolato molto superiori a quelle che coinvolgono i ciclisti.

Ritengo opportuno far notare che si tratta di almeno un ordine di grandezza di differenza e che purtroppo questi dati sono stati ripetutamente confermati dalle ricognizioni effettuate sulla sola metropolitana nella città di Londra⁵⁴.

Sempre a Londra nell'equipe dell'Imperial College of Science Technology and Medicine si sono più recentemente concentrate le ricerche sull'esposizione alle particelle PM_{2,5} in diversi tipi di trasporto su percorsi prefissati: nel verde, tra Hyde Park ed il centro e tra il South Kensington e le rive del Tamigi. Adams⁵⁵– 2001 riporta che "in una media di 465 percorsi su 61 persone nel Febbraio 2000 sono stati rilevati i seguenti valori di PM 2.5:

23.5 µg/m³ (± 1.8) per i ciclisti
38.9 µg/m³ (± 2.1) per gli occupanti di bus
33.7 µg/m³ (± 2.4) per gli automobilisti
157.3 µg/m³ (± 3.3) in metropolitana“

Ranke⁵⁶– 2001, realizza uno studio a Copenhagen che ritengo fornisca risultati così chiari che vale la pena approfondirne i contenuti: nelle mattine del 18 Giugno e del 3 Agosto 1998 fa percorrere a squadre di ciclisti e di automobilisti (in coppia, uno su una Volkswagen Vento ed uno su una FIAT Brava) lo stesso percorso (lungo 7,6 km) all'interno della città, rilevando l'esposizione agli idrocarburi (BTEX) ed alle polveri.

Un primo risultato notevole ottenuto è quello che sostanzialmente il tempo impiegato per percorrere lo stesso percorso è risultato molto simile tra i due mezzi (vedere in tabella 2 i risultati ottenuti dalle prove, riprodotti dall'articolo originale).

Table 2
Bicycling and driving data for the 2 sampling days

Date	Period		Time (min)	Rounds (7.6 km)	Speed (km/h)		Time (min)	Rounds (7.6 km)	Speed (km/h)	
18 June	Rush hour	VW	120	4	15.2	Cyclist 1	120	4	15.2	
		Fiat	114	4	16.0	Cyclist 2	120	4	15.2	
	Late morning	VW	120	6	22.8	Cyclist 1	113	4	16.1	
		Fiat	105	6	26.1	Cyclist 2	113	4	16.1	
3 August	Rush hour	VW	115	5	19.8	Cyclist 1	130	4	14.0	
		Fiat	113	5	20.2	Cyclist 2	130	4	14.0	
	Late morning	VW	120	6	22.8	Cyclist 1	125	4	14.6	
		Fiat	110	6	24.9	Cyclist 2	125	4	14.6	
	Rush hour, average					17.8 ± 2.3				14.6 ± 0.3
	Late morning, average					24.1 ± 2.3				15.4 ± 0.3

Quindi, analizzando i dati di esposizione agli inquinanti (riportati nella Tabella 3 seguente, tratta dall'articolo citato), risulta evidente come "i conducenti di auto siano soggetti a concentrazioni 3-4 volte superiori di BTEX e circa due volte superiori di polveri rispetto ai ciclisti".

134

J. Rank et al. / The Science of the Total Environment 279 (2001) 131-136

Table 3
Concentrations of BTEX and particles (total dust) sampled on 2 different days in the city of Copenhagen, 1998

Pollutant	Date	Car	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bicycle	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzene	18 June	VW	11.0	Bicycle 1	5.4
		Fiat	17.5	Bicycle 2	5.4
	3 August	VW	15.5	Bicycle 1	5.6
		Fiat	13.7	Bicycle 2	4.5
Toluene	18 June	VW	41.2	Bicycle 1	20.6
		Fiat	82.9	Bicycle 2	19.4
	3 August	VW	77.0	Bicycle 1	22.9
		Fiat	76.0	Bicycle 2	19.6
Ethylbenzene and xylenes	18 June	VW	42.8	Bicycle 1	9.9
		Fiat	72.6	Bicycle 2	18.7
	3 August	VW	73.9	Bicycle 1	23.3
		Fiat	77.6	Bicycle 2	20.4
Particles, total dust	18 June	VW	88	Bicycle 1	68
		Fiat	120	Bicycle 2	68
	3 August	VW	45	Bicycle 1	21
		Fiat	47	Bicycle 2	21

Se anche si vuole prendere in considerazione l'eventuale iperventilazione (ipotizzata nell'articolo di van Wijnen poc' anzi citato, sempre ricordando che i bambini trasportati non ne sono soggetti...) l'autore dell'articolo conclude che l'autista di autoveicolo respira sempre il doppio di benzene ($0.2 \mu\text{g}/\text{min}$) rispetto ad un ciclista ($0.1 \mu\text{g}/\text{min}$).

L'autore conclude proprio ricordando il fatto che "i bambini trasportati sul seggiolino della bicicletta respirano quantità inferiori di inquinanti di quanto farebbero in auto perchè, come passeggeri passivi, espirano la stessa quantità d'aria nelle due condizioni. Le preoccupazioni per i bambini utenti della strada sono importanti al momento che il benzene può provocare la leucemia e che la leucemia può essere correlata al possesso di un'auto (Wolff⁵⁷ - 1992). Inoltre uno studio di Savitz⁵⁸ - 1989 - ha dimostrato che il cancro infantile può essere correlato con la densità del traffico e Norlinder⁵⁹ - 1997 - ha trovato che la densità di autovetture potrebbe essere correlata con la leucemia mieloide acuta nei bambini e nei giovani adulti."

Ritengo opportuno riportare per intero – e in originale – le conclusioni dell'autore che ritengo dovrebbero essere attentamente memorizzate ed inserite tra il nostro patrimonio di conoscenze essenziali:

“On the basis of this study, we can conclude that cyclists in the city of Copenhagen are exposed to lower concentrations of traffic related pollutants than car drivers. Furthermore, we conclude that car drivers experience 3-4 times higher BTEX concentrations and approximately two times higher exposure of particles than bikers. The study also indicates that the air children breathe may be better on the back of a bicycle than inside a car.”

Chertok ⁶⁰ - 2004 del New South Wales Health di Sidney studia e confronta l'esposizione agli inquinanti atmosferici di lavoratori che si muovono in auto, treno, bus, bicicletta ed a piedi in Sidney e conclude che:

- 1) L'esposizione agli inquinanti atmosferici è molto più alta all'interno delle auto rispetto all'esterno (l'auto, tra tutti i mezzi studiati, è risultato quello che espone alla massima concentrazione di inquinanti; questo fatto è già ben noto in letteratura);
- 2) I ciclisti (ed anche i pedoni) sono esposti a livelli molto inferiori di benzene rispetto agli occupanti delle auto e livelli decisamente inferiori di biossido d'azoto rispetto agli occupanti dei bus.

I volontari che si sono sottoposti all'analisi hanno percorso il tragitto casa-lavoro (almeno 30 minuti al giorno) con il loro mezzo abituale per due distinte settimane.

In media i partecipanti che hanno utilizzato l'auto hanno viaggiato 403 minuti/settimana, quelli che hanno utilizzato il bus 276 minuti/settimana, i pendolari in treno 331 minuti/settimana, i ciclisti 351 minuti/settimana ed i pedoni 299 minuti/settimana.

Limitandoci all'inquinante benzene riportiamo di seguito i risultati principali ottenuti dall'analisi dei campioni (medie geometriche):

	Benzene (ppb)
Auto	12.29
Bus	6.94
Bicicletta	6.17
Treno	3.77
Pedone	5.70

L'autore conclude che l'utilizzo di sistemi su rotaia (treno) e sistemi che stimolano l'attività fisica (ciclisti e pedoni) risultano valide alternative all'utilizzo dell'auto per ridurre l'esposizione personale agli inquinanti (BTEX in particolare).

Infine solo una citazione ad un articolo non pubblicato su riviste scientifiche ma interessante per la qualità degli autori ed i valori riscontrati: Bai e Fabbri ⁶¹ - 2004 (il primo è medico del lavoro e direttore del Dipartimento di prevenzione dell'ASL Milano 2, il secondo è responsabile scientifico dell'Associazione Internazionale Medici per l'Ambiente) hanno analizzato l'esposizione agli inquinanti di una “tipica” milanese durante la sua giornata, compreso un viaggio in una Lancia Phedra nuova sulla Tangenziale Est. “I risultati? In alcuni casi allarmanti. La concentrazione di benzene presente nell'auto, per esempio, è pari a 34 volte il limite di soglia...”. Ed ancora, sempre tratto dall'articolo, “l'inquinamento nell'abitacolo può arrivare a superare sei volte quello su strada. I risultati delle nostre analisi lo confermano: il benzene supera di oltre 30 volte la soglia limite

accettabile. Rimedio: usare i mezzi pubblici. Camminare o pedalare, contrariamente a quanto si potrebbe pensare, è più sano che prendere l'auto.”
A dimostrazione che ormai anche negli ambienti sanitari italiani queste convinzioni stanno emergendo con forza...

3. Perché ?

Le concentrazioni di inquinanti respirati dai ciclisti sono dunque di gran lunga inferiori a quelle respirate in auto, nei bus o in metropolitana. Queste sono alcune spiegazioni, certamente senza pretesa di completezza, di questo fatto che ormai risulta ampiamente dimostrato.

- 1) Il ciclista respira più in alto di quanto possa fare un utente motorizzato (le prese d'aria di quasi tutti i veicoli motorizzati sono a livello suolo) e questo fa sì che gli inquinanti siano in concentrazioni minori (si tratta in gran parte di inquinanti più pesanti dell'aria, che tendono a ricadere verso il suolo).
- 2) Il ciclista, dato un punto di partenza e di arrivo, può scegliere il percorso che spesso è il più breve in termini di distanza tra i due punti ed il più rapido in termini di tempo richiesto per percorrerlo (sia che sia su pista dedicata che su percorso promiscuo). Lo stesso percorso è spesso impedito al transito motorizzato o sconsigliato in quanto tortuoso, trafficato e/o lento. Questo fa sì che l'esposizione del ciclista nel traffico sia ridotta al minimo (molti ciclisti affermano che utilizzano la bicicletta proprio perché non hanno tempo da perdere...).
- 3) Il ciclista viaggia sul lato della strada dove la concentrazione di inquinanti tende ad essere inferiore rispetto al centro della carreggiata; i veicoli motorizzati viaggiano molto spesso più al centro e, specie nel traffico, sono molto vicini l'uno all'altro cosicché lo scarico del veicolo più avanzato entra quasi direttamente nella presa d'aspirazione del veicolo che segue (quindi a concentrazioni molto più alte e senza diluizioni).
- 4) Il ciclista può evitare il traffico congestionato (ad esempio scegliendo un percorso alternativo) ma può anche spesso evitare di rimanere fermo a lungo dietro i veicoli che lo precedono passando a lato di questi; per questo motivo l'esposizione agli inquinanti dei ciclisti è più vicina alla concentrazione media dell'ambiente esterno, senza concentrazioni quindi all'interno di abitacoli.
- 5) Il ciclista si mantiene quasi sempre in movimento respirando quindi in zone di massima turbolenza dell'aria, fatto che evita stratificazioni o concentrazioni di inquinanti come invece possono avvenire in chi respira in auto per tempi a volte lunghi (come ad esempio quando ci si trova in coda, quindi fermi a lungo nella stessa posizione).

4. Conclusioni

Attraverso una analisi sicuramente non completa ma sufficientemente ampia della letteratura scientifica sull'argomento si è dimostrato, in modo evidente a parere di chi scrive, che il ciclista è l'utente della strada che è esposto alla minore concentrazione di inquinanti anche nel più caotico traffico cittadino. E di questo tutti i cittadini occorre ne prendano coscienza.

E' ora quanto mai opportuno che gli amministratori e chi ha responsabilità educative/sanitarie sulla popolazione faccia quanto in suo potere per ridurre i rischi di esposizione ad inquinanti a volte cancerogeni incentivando l'utilizzo della bicicletta in tutte le condizioni.

Ma soprattutto svolgendo azioni incisive e rapide per convincere i cittadini che andare a lavorare (o a scuola) in bicicletta anche nel traffico urbano sia molto meno dannoso rispetto a farlo con qualsiasi altro mezzo.

Ing. Martino Caranti

5. Bibliografia citata

- ¹ Jenkins et al, Activity patterns of Californians: use of and proximity to indoor air pollutant sources. *Atmospheric Environment* 1992; 26A, pp 2141-2148.
- ² Ashmore, Human exposure to air pollutants – *Clinical and Experimental Allergy* 1995 25, Supplement 3, pp 12-22.
- ³ Monn et al., Particulate matter less than 10 µm (PM10) and fine particles less than 2.5 µm (PM2.5): relationships between indoor, outdoor and personal concentrations - *The Science of the Total Environment* 1997; 208, pp 15-21
- ⁴ Robinson et al., National Human Activity Pattern Survey Database 1995 USEPA Research Triangle Park. North Carolina.
- ⁵ Pope et al, Respiratory health and PM10 pollution: a daily time series analysis - *American Review of Respiratory Disease* 1991, 144,668 –674.
- ⁶ Ostro et al, Air pollution and mortality: results from a study of Santiago,Chile. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 1996, 6, 97 –114.
- ⁷ Verhoeff et al., Air pollution and daily mortality in Amsterdam - *Epidemiology* 1996 7 (3),225 –230.
- ⁸ Michaels et al., Incidence and apparent health significance of brief airborne particle excursions - *Aerosol Science and Technology* 2000; 32 (2),93 –105.
- ⁹ Schwartz et al, Is there harvesting in the association of airborne particles with daily deaths and hospital admissions? - *Epidemiology* 2000; 12 (1),55 –61.
- ¹⁰ Zagury et al., Exposure of Paris taxi drivers to automobile air pollutants within their vehicles - *Occup Environ Med* 2000 ; 57 ; 406-410
- ¹¹ Lupu A., Medical examination of taxi drivers – *Rev Prat* 1952 Jan 11; 2(2):113-5
- ¹² De Bruin, Carboxyhemoglobin levels due to traffic exhaust – *Arch Environ Health* 1967 Sep; 15(3):384-9
- ¹³ Jones et al, Blood lead and carboxyhemoglobin levels in London taxi drivers – *Lancet* 1972 Aug 12;2(7772):302-3
- ¹⁴ Vaisman et al, Work conditions of the drivers in the cabins of modern vehicles – *Gig Sanit* 1972 Nov;37(11):35-8
- ¹⁵ Hicks, Blood-lead levels in London taxi drivers – *Lancet* 1972 Nov 4;2(7784):974
- ¹⁶ Norbeck et al, Effect of New York City taxi stike on CO concentration in midtown Manhattan – *J Air Pollut Control Assoc* 1979 Aug;29(8):845-7
- ¹⁷ Colwill et al, Exposure of driver sto carbon monoxide – *J Air Pollut Control Assoc* 1980 Dec;30(12):1316-9
- ¹⁸ Den Tonkelaar et al, Air qualità inside motor cars – *Schriftrenr Ver Wasser Boden Lufthyg* 1982;53:219-30
- ¹⁹ Ivanov et al, Hygienic evaluation of contamination with toxic substances of the respiration zone of gas-cylinder taxicab drivers – *Gig Tr Prof Zabol* 1983 Sep (9):44-45
- ²⁰ Zaebst et al, Quantitative determination of trucking industry workers' exposures to diesel exhaust particles – *Am Ind Hyg Assoc J* 1991 Dec; 52(12):529-41
- ²¹ Chaney, Carbon monoxide automobile emissions measured from the interior of a traveling automobile – *Science* 1978 Mar 17;199(4334):1203-4
- ²² Rowe et al, Indoor-outdoor carbon monoxide concentrations at four sites in Riyadh, Saudi Arabia – *JAPCA* 1989 Aug;39(8):1100-2
- ²³ Rudolf, Concentrations of air pollutants inside and outside cars driving on highways – *Sci Total Environ* 1990 Apr; 93:263-76
- ²⁴ Koushki et al, Vehicle occupant exposure to carbon monoxide – *J Air Waste Manage Assoc* 1992 Dec;42(12):1603-8
- ²⁵ Fernandez-Bramauntz et al, Exposure of commuters to CO in Mexico City II Comparison of in-vehicle and fixed-site concentrations – *J.Expo Anal Environ Epidemiol* 1995 Oct-Dec;5(4):497-510
- ²⁶ Marr et al, Reducing the risk of accidental death due to vehicle-related carbon monoxide poisoning – *J Air Waste Manage Assoc* 1998 Oct; 48(10):899-906
- ²⁷ Abdollahi et al, Hazard from carbon monoxide poisoning for bus drivers in Tehran, Iran – *Bull Environ Contam Toxicol* 1998 Aug;61(2):210-5
- ²⁸ Horner, Carbon monoxide: the invisible killer - *J R Soc Health*, 1998 Jun;118(3):141-5
- ²⁹ Holley et al, Carbon monoxide poisoning in racing car drivers – *J Sports Med Phys Fitness* 1999 Mar;39(1):20-3
- ³⁰ Jovanovic et al, Professional exposure of drivers to carbon monoxide as a possible risk factor for the occurrence of traffic accidents in the road traffic – *Vojnosanit Pregl* 1999 Nov-Dec;56(6):587-92
- ³¹ Chang et al, Hourly personal exposures to fine particles and gaseous pollutants – results from Baltimore, Maryland – *J Air Waste Manage Assoc* 2000 Jul;50(7):1223-35
- ³² Duci et al, Exposure to carbon monoxide in the Athens urban area during commuting – *Sci Total Environ* 2003 Jun 20;309(1-3):47-58
- ³³ Bevan et al, Exposure to CO, respirable suspended particles and VOC's while commuting by bicycle – *Environ Sci Technol* 1991;25:788-790
- ³⁴ Weisel et al., Exposure to emissions from gasoline within automobile cabins - *J.Exp.Anal.Env.Epid.* 1992; 2 (1):79-96
- ³⁵ Raaschou et al., Exposure of Danish children to traffic exhaust fumes - *Sci. Tot. Env.* 1996; 189/190: 51-55

-
- ³⁶ Fromme et al, Exposure of the population to volatile organic compounds inside an automobile and a subway train – Zentralbl Hyg Umweltmed 1998 Feb;200(5-6):505-20
- ³⁷ Janssen et al., Personal sampling of particles in adults: Relation among personal, indoor and outdoor concentrations – Am J Epidemiol 1998; 147: 537-547.
- ³⁸ Jo et al, Concentrations of volatile organic compounds in the passenger side and back seat of automobiles – J Expo Anal Environ Epidemiol 1999 May-June;9(3):217-27
- ³⁹ Gee et al, Commuter Exposure to Respirable Particles Inside Vehicles in Manchester, UK – Paper presented at Indoor Air Conference, 1999
- ⁴⁰ Jo et al, Public bus and taxicab drivers' work-time exposure to aromatic volatile organic compounds – Environ Res 2001 May;86(1):66-72
- ⁴¹ Vishawanathan et al, Trace metal concentration in scalp hair of occupationally exposed autodrivers – Environ Monit Assess 2002 Jul;77(2):149-54
- ⁴² Riedeker et al, Exposure to particulate matter, volatile organic compounds and other air pollutants inside patrol cars – Environ Sci Technol 2003 May 15;37(10):2084-93
- ⁴³ Chan et al, Preliminary measurements of aromatic VOCs in public transportation modes in Guangzhou, China – Environ Int 2003 Jul;29(4):429-35
- ⁴⁴ Lau et al., Commuter exposure to aromatic VOCs in public transportation modes in Hong Kong - The Science of the Total Environment 308 (2003)143 –155
- ⁴⁵ Gulliver et al., Personal exposure to particulate air pollution in transport microenvironments - Atmospheric Environment 38 (2004)1 –8
- ⁴⁶ Department for Environment, Food & Rural Affairs - Expert Panel on Air Quality Standards Published 17 May 2001 Airborne Particles: What is the appropriate measurement on which to base a standard ? A Discussion Document
- ⁴⁷ Fisher et al, Health effects due to motor vehicle air pollution in New Zealand - Report to the Ministry of Transport 20 January 2002
- ⁴⁸ Bevan et al., Exposure to CO, respirable suspended particulates, and volatile organic compounds while commuting by bicycle - Environmental Science and Technology 25, 1991.
- ⁴⁹ Van Wijnen et al., The exposure of cyclists, car drivers and pedestrians to traffic related air-pollutants - Int Arch Occup Environ Health 1995 67: 187-193
- ⁵⁰ Kingham et al., Assessment of exposure to traffic related fumes during the journey to work – Transportation Research D: Transport and Environment, 3, 4, 271-274, 1998
- ⁵¹ Gee et al., Commuter exposure to respirable particles in buses and by bicycle - The Science of The Total Environment 1999; 235 (1 –3),403–405
- ⁵² Sitzmann et al., Personal Exposure Study of Cyclists to Airborne Particulate Matter in London – J Aerosol Sci Vol 27, Suppl 1, pp.499-500, 1996
- ⁵³ Sitzmann et al., Characterization of airborne particles in London by CCSEM – Sci Tot Env 241 (1999) 63-73
- ⁵⁴ Ayres, London Transport Technological Services. Personal Communication, 1996
- ⁵⁵ Adams et al., Fine particle (PM2.5) personal exposure levels in transport microenvironments, London, UK – Sci Tot Env 279 (2001) 29-44
- ⁵⁶ Ranke et al, Differences in cyclists and car drivers exposure to air pollution from traffic in the city of Copenhagen – Sci. Tot. Env. 279 (2001) 131-136
- ⁵⁷ Wolff, Correlation between car ownership and leukaemia: Is non-occupational exposure to benzene from petrol and motor vehicle exhaust a causative factor in leukaemia and lymphoma? - Experientia 1992;48:301-330.
- ⁵⁸ Savitz et al., Association of childhood cancer with residential traffic density – Scand J Work Environ Health 1989;15:360-363.
- ⁵⁹ Nordlinder et al., Environmental exposure to gasoline and leukemia in children and young adults – an ecology study – Int Arch Occup Environ Health 1997;70:57-60.
- ⁶⁰ Chertok M. et al, Comparison of air pollution exposure for five commuting modes in Sidney – car, train, bus, bicycle and walking – Health Promotion Journal of Australia, 2004;15:63-67
- ⁶¹ Pavan – 24 ore con la Chimica – D di Repubblica – 25 Settembre 2004.

Articolo pubblicato su CicloMercato, Marzo 2006.

Martino Caranti, ingegnere chimico, è stato responsabile ricerca e sviluppo in aziende chimiche ed è autore di un brevetto europeo. Giornalista pubblicista, è autore di numerose pubblicazioni ed alcuni libri. Iscritto al Collegio delle Guide Alpine dell'Emilia-Romagna, è Presidente del Monte Sole Bike Group – FIAB Bologna.