



I RISULTATI DELLA CICLOSTAFFETTA DI MISURAZIONE DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO CONDOTTA A MILANO

Il 28 e 29 settembre 2018 Cittadini per l'aria ha invitato i cittadini di Milano a partecipare ad una ciclostaffetta di quasi due giorni durante i quali, in un percorso ideato dall'Ufficio mobilità del Politecnico di Milano, i cittadini si sono alternati su un tandem guidato da un membro dell'associazione, del Politecnico di Milano o di XEarPro. Quest'ultima azienda ha collaborato all'iniziativa, mettendo a disposizione un contatore ottico di particelle (OPC:optical particle counter) che, collocato sul tandem, ha permesso la misurazione in tempo reale delle concentrazioni di particolato atmosferico.

Durante i 60 km del tragitto, percorsi tra la giornata di venerdì e la mattinata di sabato replicando i medesimi itinerari, lo strumento ha misurato il numero di particelle (con un diametro compreso tra i 0.25 μm e 32 μm) e ha determinato - simultaneamente - la concentrazione in massa ($\mu\text{g m}^{-3}$) delle frazioni PM10, PM2.5, PM1 e delle frazioni inalabili, toraciche ed alveolari alle quali ci si riferisce per valutare l'esposizione a particolato di dimensioni diverse e i suoi effetti sulla salute.

Nella mappa interattiva, in ogni punto del tragitto si possono leggere i parametri relativi alle concentrazioni di particolato misurate ogni 6 secondi. Le particelle prese in analisi hanno natura sia primaria (con origine da emissioni dirette da sorgenti sia naturali che antropiche), che secondaria (ovvero si producono in atmosfera a partire dall'emissione di inquinanti gassosi). Le parte primaria deriva, per esempio, dai processi di combustione - in particolare dei diesel, ma non solo - e dall'abrasione di pneumatici, freni e superfici stradali, mentre quella secondaria si produce a partire dalle emissioni di ossidi di azoto (NOx) dei veicoli diesel, e dai composti organici volatili (VOCs, volatile organic compounds).

Le concentrazioni di particolato rilevate durante la ciclostaffetta sono livelli quasi “istantanei” ovvero “fotografano” in tempo reale le concentrazioni di particolato misurate in quel momento e in quel punto particolare del tragitto. Rappresentano quindi la concentrazione a cui, pedalando in bici per la città, eravamo esposti punto per punto.

Diversamente dal nostro esperimento, i dati rilevati dalle agenzie regionali ambientali (ARPA) riportano ogni giorno, come previsto per legge, la concentrazione media giornaliera di PM10 e PM2.5 in alcuni punti fissi della città. I giorni in cui abbiamo realizzato il nostro esperimento i livelli giornalieri di PM10 e PM2.5 rilevati in via Senato erano, rispettivamente, 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (venerdì 28/9) e 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sabato 29/9) per il PM10, e 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (venerdì 28/9) e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sabato 29/9) per il PM 2.5. Il periodo di settembre garantiva ancora una certa ventilazione.

GAMBE ALL'ARIA!
MILANO BIKE CITY

CICLO-STAFFETTA ECOLOGICA
PERCORSO A TAPPE PER LE VIE DI MILANO PER MISURARE LE POLVERI SOTTILI NELL'ARIA

28-29 SETTEMBRE
PARTECIPA ANCHE TU!

CITTADINI PER L'ARIA

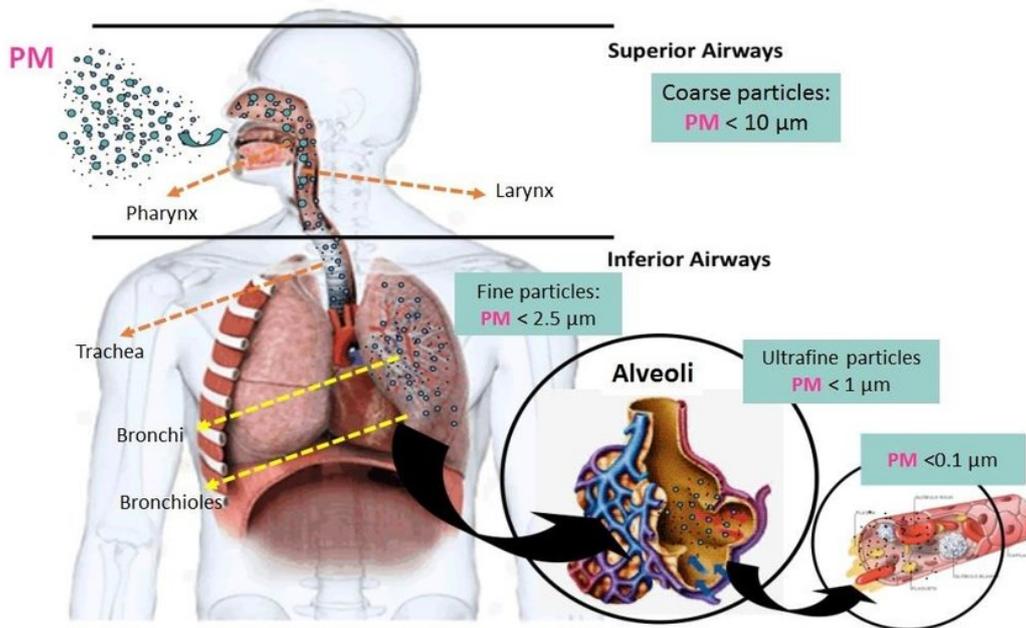
POLITECNICO MILANO 1863

CITTÀ STUDI CAMPUS SOSTENIBILE

EARPRO EARTH PROTECTION

LE PARTICELLE - COME SI MISURANO

Le particelle entrano in circolo nel nostro organismo, danneggiandolo in maniera diversa a seconda del livello al quale penetrano. Mentre le particelle più grandi (PM10, 10 millesimi di millimetro) si fermano nella zona superiore del nostro sistema bronchiale, il particolato sottile (PM2.5) penetra nei polmoni, e quello di dimensioni ancora inferiori (PM1), sino all'ultrafine (PM 0.1) penetra negli alveoli entrando in circolo nel sangue.



Oggi non esiste una legislazione che imponga il rispetto di limiti alle concentrazioni per le particelle di dimensione inferiore del **PM10** (limite di 40 µg/m³ come media annua e 50 µg/m³, concentrazione da non superarsi più di 35 volte all'anno) e **PM2.5** (25 µg/m³ su base annua). In base alla Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita, in Europa le concentrazioni degli inquinanti normati (biossido di zolfo, biossido di azoto e ossidi di azoto, particolato - PM10 e PM2.5 - piombo, benzene e monossido di carbonio) si misurano nelle postazioni "di fondo", per rilevare i livelli generali delle concentrazioni nell'area valutata, e in postazioni "di traffico" che devono essere collocate "dove si verificano le concentrazioni più elevate alle quali la popolazione può essere esposta" (all. III, B, 1, a Dir. 2008/50/CE). Fra tutti i punti di monitoraggio in una area di valutazione [farà fede](#), ai fini della verifica del rispetto dei limiti in una determinata area, la concentrazione più elevata/peggiore misurata (punto G).

La nostra ciclostaffetta è iniziata alla mattina presto (8.00) del venerdì mattina accompagnando un gruppo di bambini/ciclisti (@Massa Marmocchi Gentilino) dal un punto di ritrovo fino alla scuola, per un percorso di oltre 2 chilometri. La zona percorsa, costeggiando in parte il Naviglio, e comunque in vie minori, aveva un livello di traffico ridotto. Eppure le concentrazioni misurate durante tutto il tragitto superavano mediamente i 60/70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10, con punte rilevate istantaneamente giunte a 191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10, quasi 5 volte il limite annuo medio. Va sottolineato che, durante le prime ore della mattina, si hanno solitamente le condizioni più sfavorevoli dal punto di vista meteorologico, per le condizioni di maggiore stabilità atmosferica che ostacolano la dispersione degli inquinanti e favoriscono quindi elevate concentrazioni.

Davanti alla scuola elementare dei bambini, la concentrazione si attestava fra i 60/90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10: un livello medio - proprio di fronte all'istituto - di oltre il 50% superiore e fino a doppio il limite medio annuo, con valori massimi (picchi) influenzati dal passaggio delle auto che accompagnavano i bambini a scuola.

I bambini, anche per la loro attività fisica più intensa, hanno un ritmo respiratorio più veloce degli adulti e un assorbimento maggiore. Rispetto ad un adulto, che durante una giornata con attività fisica moderata respira dai 10.000 agli 80.000 litri di aria, i bambini inalano una quantità doppia di aria per unità di peso corporeo. A causa della statura ridotta, sono anche più vicini, e quindi esposti, alle fonti che emettono gli inquinanti: i tubi di scappamento delle auto. Per questo motivo i luoghi in cui i bambini passano buona parte del loro tempo, come scuole e parchi gioco, vanno riparati dal traffico con particolare attenzione, riducendo le fonti emissive inquinanti che, anche se puntuali come le auto, peggiorano la qualità dell'aria dove loro soggiornano.

Dove si tratti di costruire nuove scuole o luoghi dedicati ai bambini, l'elemento della protezione dei più piccoli dalle fonti di traffico o altrimenti emissive deve essere considerato in via prioritaria nella scelta della collocazione. Non può infatti riconoscersi il diritto di circolare a scapito

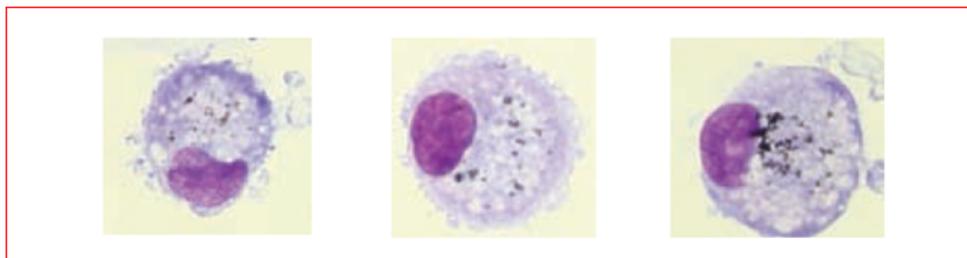
della qualità dell'aria che respira un bambino, il cui organismo e sistema neurologico sono in via di formazione. Una buona qualità dell'aria per i più giovani rappresenta un diritto umano dato che una qualità dell'aria scadente sottrae ai bambini il diritto ad uno sviluppo completo e senza danni per il futuro.

L'IMPATTO DELL'INQUINAMENTO SUI BAMBINI

L'inquinamento danneggia i bambini dalla gravidanza fino alla fine della crescita. Numerosi studi hanno infatti accertato che l'inquinamento atmosferico:

- danneggia la crescita dei polmoni esponendo i bambini ad un maggior rischio di malattie nel corso della loro vita;
- aumenta l'incidenza di malattie come asma, allergie e infiammazioni polmonari e bronchiali;
- può influire sul loro benessere psicofisico e sul loro sviluppo cognitivo. Ricerche autorevoli collegano l'esposizione all'inquinamento a un livello più basso di intelligenza e a difficoltà di apprendimento;
- aumenta il rischio di insorgenza di malattie cardiovascolari durante tutto l'arco della loro vita;
- in gravidanza può danneggiare il nascituro. L'inquinamento è collegato a nascite premature e a neonati sottopeso;

Vuoi sensibilizzare la scuola dei tuoi bambini? [Stampa](#) o chiamaci per ritirare un poster da appendere a scuola.



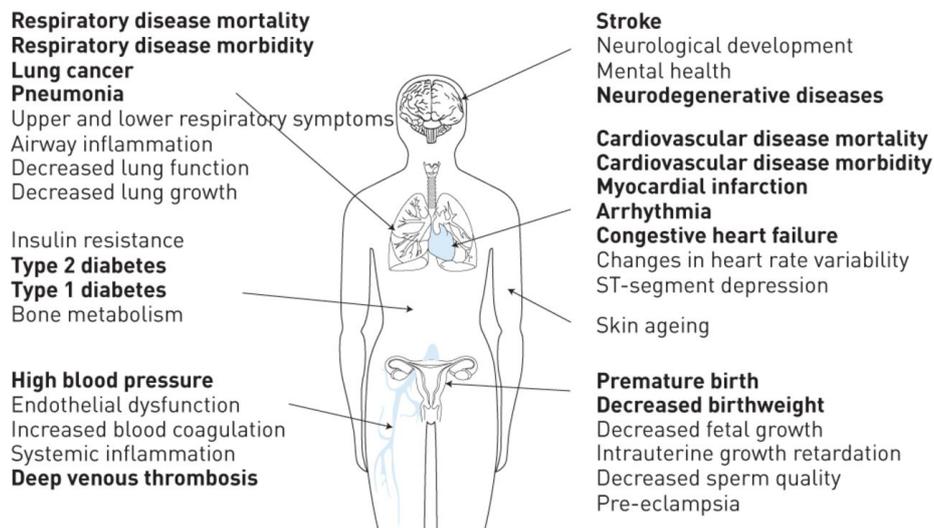
Esempi di macrofagi recuperati dalle vie respiratorie inferiori di bambini sani. Le chiazze nere nelle cellule sono particelle fossili derivanti da combustibili ("Every breath we take: the lifelong impact of air pollution" Royal College of Physicians, 2016)

Dalla scuola di via Gentilino siamo poi ripartiti alle 8.30 circa per le tappe successive che si avrebbero portato verso l'università Bocconi. Da quel momento in poi, per oltre due ore, le concentrazioni di PM10 non sono praticamente mai scese al di sotto dei 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e quelle di PM 2.5 al di

sotto di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con una prevalenza di misure oltre i 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 e punte di 223 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 sulla circonvallazione in viale Tibaldi. Questi livelli non possono essere rapportati al limite delle concentrazioni medie annue misurate nel corso dell'anno, perché si tratta di misure puntuali ed istantanee.

Tuttavia, le concentrazioni rilevate durante il tragitto nella parte sud della città (in prossimità della Università Bocconi, della Fondazione Prada, viale Tibaldi e poi ancora oltre viale Puglie e viale Molise e ritorno), sono altissime e derivano principalmente dalle elevate emissioni locali del traffico. Esse indicano, infatti, una quantità di emissioni inquinanti di prossimità molto elevata, per la presenza di molte auto e furgoni e camion, rilevati sia come picchi "istantanei" di particolato (al passaggio del veicolo) che come concentrazione media molto elevata lungo tutta questa parte del percorso: 91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 per oltre tre ore!

Quanto al livello di PM2.5 misurato mediamente nella zona sud di Milano durante la giornata lavorativa di Venerdì (PM2.5 = 41 \pm 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, per esempio, esso risulta quattro volte il limite indicato dall'organizzazione mondiale della sanità. Ciò implica che le persone che abitano in strade con un elevato livello di traffico sono soggette, durante l'anno, a un'esposizione elevata con conseguente impatto sulla salute. Il nostro tragitto ha toccato, per necessità, solo alcune aree di Milano. Tuttavia, situazioni analoghe per livelli e picchi possono essere rilevate in altre zone e strade della città. Leggi la scheda sull'impatto dell'inquinamento sulla salute definito dagli epidemiologi.



**L'IMPATTO ACCERTATO SULLA NOSTRA SALUTE IN ASSOCIAZIONE
ALL'ESPOSIZIONE ALL'INQUINAMENTO DELL'ARIA¹:
L'ELENCO TERRIBILE**

Una recente dichiarazione congiunta dei maggiori studiosi europei sull'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute, ha concluso che l'esposizione agli inquinanti dell'aria è associata a:

aumento della **mortalità respiratoria**, aumento dell'incidenza di **tumori maligni** delle vie respiratorie, aumento dell'incidenza, prevalenza o frequenza delle esacerbazioni nella malattia polmonare cronica (**asma, BPCO e fibrosi cistica**), aumento dell'incidenza o della gravità delle **infezioni del tratto respiratorio** superiore e inferiore, aumento dei sintomi respiratori che influenzano la qualità della vita: **tosse, flemma, respiro sibilante, dispnea e drenaggio nasale**

Incidenza aumentata di **parto pretermine, basso peso alla nascita o restrizione della crescita** che porta a esiti respiratori avversi, **riduzione della crescita della funzione polmonare nei bambini, riduzioni transitorie (in ore) della funzionalità polmonare** associate a sintomi in individui sani, **riduzioni transitorie (ore) della funzione polmonare** senza sintomi in individui particolarmente sensibili (ad esempio bambini con asma grave), Riduzioni persistenti o croniche (settimane, mesi o anni) della funzionalità polmonare.

Mortalità per malattie cardiovascolari: Infarto miocardico, **ictus, aumento della pressione sanguigna, aritmie, ricoveri ospedalieri per insufficienza cardiaca** congestizia. Il gruppo di lavoro ha altresì sottolineato l'incremento di evidenza di associazione fra inquinamento e incidenza del **diabete di tipo 2** **l'obesità infantile**. L'esposizione materna all'inquinamento atmosferico provoca un'ampia gamma di effetti avversi che possono risolversi dopo la nascita o continuare o aumentare la suscettibilità alle malattie in età avanzata. Sono in crescita le evidenze di collegamento con le **alterazioni epigenetiche, il declino delle funzioni cognitive, l'incidenza della demenza senile e Alzheimer**. Anche l'impatto dannoso al sistema nervoso centrale è ormai certo.

¹ A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework, European Respiratory Journal 2017 49

Il nostro esperimento è servito anche a comprendere che, a Milano, si possono percorrere chilometri, a piedi o in bici o in auto, o in autobus, muovendosi per ore da un'area all'altra della città respirando costantemente livelli inquinamento molto elevati e nocivi per la salute. Con il nostro tandem avremmo potuto, probabilmente, ridurre la nostra esposizione evitando del tutto i percorsi affiancati al traffico. Tuttavia, questo non sempre è possibile per mancanza di percorsi ciclabili diffusi e, comunque, volevamo evidenziare che ci sono percorsi e luoghi non evitabili che i milanesi percorrono o nei quali vivono e che devono, a loro volta, essere "ripuliti" riducendo il numero delle macchine ed impedendo l'accesso in città alle auto più inquinanti.

Per fare questo, è necessario incrementare e rendere sempre più frequente il trasporto pubblico. La bicicletta poi, la mobilità pulita per eccellenza - che contribuisce anche al benessere delle persone rappresentando un'occasione unica di esercizio fisico in città - deve essere favorita il più possibile con una integrazione del piano della ciclabilità che doti Milano di percorsi ciclabili continui, diffusi e dove possibile protetti. Solo così si potrà per ridurre al massimo l'uso dell'auto privata, dando impulso a una mobilità a impatto davvero 0.

Anche dove il traffico non era particolarmente intenso, come per esempio in via Friuli, i livelli erano comunque molto elevati perché le strade strette producono spesso un effetto canyon, ostacolando la dispersione degli inquinanti emessi dalle automobili che vengono conseguentemente trattenuti, accumulandosi.

Sebbene normalmente si parli dell'impatto a lungo termine degli inquinanti atmosferici (considerato da 7 a 10 volte superiore a quello a breve termine) molte ricerche hanno ormai stabilito che anche un'esposizione breve, di una o più ore, a livelli elevati di inquinanti atmosferici può comportare un danno rilevante, anche fatale, per la nostra salute.

L'IMPATTO A BREVE TERMINE DELL'ESPOSIZIONE AL PARTICOLATO

Alcune ricerche hanno evidenziato che l'esposizione a breve termine a elevati livelli di inquinamento è associata a:

- l'aumento di riacutizzazioni e ricoveri ospedalieri, con la riduzione della funzionalità polmonare in pazienti con BPCO²;
- l'innescò di episodi acuti di ischemia cardiaca e la causa morti aggiuntive per cardiopatia ischemica³;
- Esacerbazione di malattie cardiovascolari negli individui diabetici o con ridotta tolleranza al glucosio;
- L'esposizione alle particelle ultrafini di recente formazione e all'areosol nell'atmosfera nelle aree urbane è associato a mutazioni della funzione cardiaca;
- Alla riduzione del valore del battito cardiaco che rappresenta un fattore di rischio indipendente di morte a seguito di infarto, ischemia oltre all'incidenza di aritmia⁴;
- L'insorgere di modifiche molto rapide nel battito cardiaco entro 30 minuti in associazione con l'esposizione (PNC e PM 2.5) alle emissioni del traffico. L'ipotesi è che questa reazione immediata indichi un collegamento fra un peggioramento acuto di una patologia cardiaca e l'inquinamento atmosferico che possa essere, almeno in parte, mediato dal sistema nervoso autonomo in risposta alla risposta immediata dei recettori dei polmoni.

Non solo. Ricerche recenti indicano che livelli elevati di inquinanti atmosferici causano, almeno in parte, la perdita di beneficio dato dall'esercizio dell'attività fisica costituita dal camminare o andare in bici riducendo quindi una parte del vantaggio che una attività fisica continuativa produce sia nei soggetti sani che in quelli affetti da malattie cardiologiche o polmonari ⁵

² Lagorio S, Forastiere F, Pistelli R, et al. Air pollution and lung function among susceptible adult participants: a panel study. *Environ Health* 2006; **5**: 11.

³ Xie W, Li G, Zhao D, et al. Relationship between fine particulate air pollution and ischaemic heart disease morbidity and mortality. *Heart* 2015; **101**: 257–63.

⁴ Hampel et al., Impact of personally measured pollutants on cardiac function www.elsevier.com/locate/ijheh, 2014

⁵ Respiratory and cardiovascular responses to walking down a traffic-polluted road compared with walking in a traffic-free area in participants aged 60 years and older with chronic lung or heart disease and age-matched healthy controls: a randomised, crossover study, *Lancet*, 5 dicembre 2017

Pubblichiamo qui in calce due grafici che mostrano, in una ricerca pubblicata quest'anno, condotta facendo camminare diversi gruppi di soggetti all'interno di Hyde Park e lungo Oxford street a Londra, da un lato i valori di inquinanti misurati nell'aria nei due percorsi (Black carbon, particelle ultrafini, PM10 e NO2) e dall'altro la modifica della funzionalità respiratoria in soggetti sani, affetti da BPCO e affetti da cardiopatia ischemica che hanno partecipato alla ricerca. E' interessante osservare, in analogia a quanto probabilmente sarebbe risultato a Milano come, fra Hyde Park e Oxford street a Londra, notoriamente la via più inquinata di Londra, i livelli degli inquinanti siano decisamente diversi. Si veda in particolare il livello del black carbon, un inquinante generato dalla combustione dei carburanti estremamente tossico per l'uomo, che nel parco ha un livello inferiore a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e che raggiunge invece oltre $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Oxford street.

Si noterà anche come il livello delle particelle ultrafini a Oxford street sia oltre 5 volte quella registrata all'interno di Hyde Park e come, in una via notoriamente trafficatissima come Oxford street, si misuri un livello di PM10 di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che è un terzo della nostra media di $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrata a Milano in una strada ad alta percorrenza di traffico.

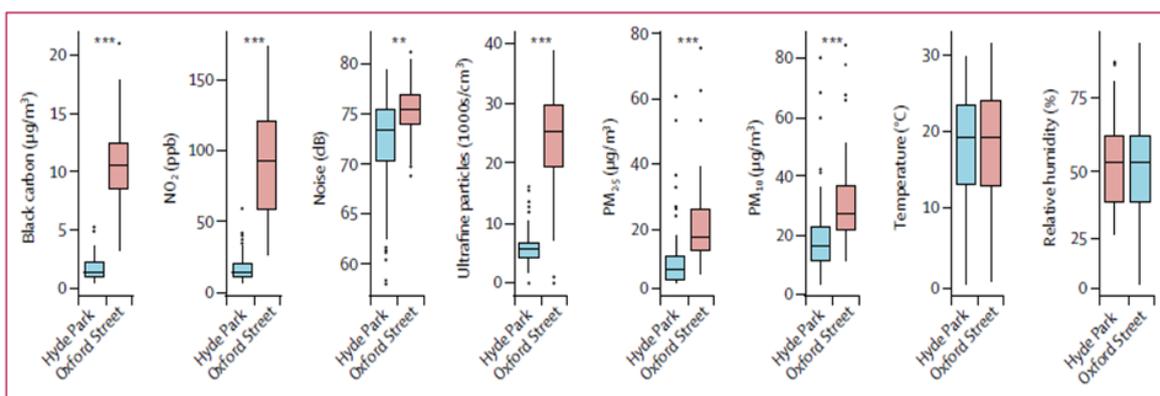


Figure 2: Distribution of black carbon, nitrogen dioxide (NO₂), noise, ultrafine particles, PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations, temperature, and relative humidity on the visit days to Oxford Street or to Hyde Park

Box plots with 95% CIs. PM=particulate matter. **p<0.01. ***p<0.001.

Quanto all'influenza delle emissioni del traffico sulla funzionalità respiratoria basta paragonare la linea rossa nei riquadri sotto (funzionalità respiratoria misurata a Oxford street) con quella azzurra che rappresenta la funzionalità respiratoria registrata all'interno di Hyde Park. Il declino della linea rossa in quasi tutti i riquadri è esplicito nell'evidenziare l'effetto della traffico sulla funzionalità respiratoria dei partecipanti al progetto in prossimità del traffico.

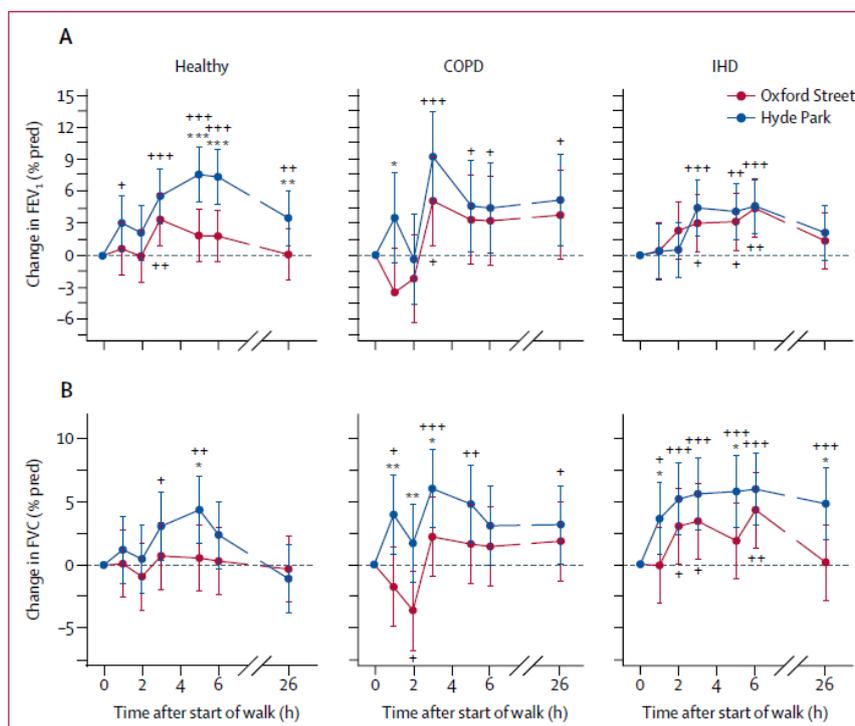


Figure 4: Change in FEV₁ % of predicted value (A), and FVC % of predicted value (B) from the baseline (time 0) and at 1 and 2 h after the start of the walk in Oxford Street or Hyde Park followed by measurements performed back in the laboratory at times indicated after the start of the walk for healthy volunteers and participants with COPD or IHD

Proseguendo nel percorso, a fine mattinata del venerdì, ci si accorge immediatamente che, se si eccettua il percorso che fiancheggia l'Alzaia naviglio grande, quasi del tutto privo di veicoli, i livelli delle concentrazioni iniziano a ridursi visibilmente solo quando si entra all'interno di Area C. Qui i livelli oscillano fra i 30 e i 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM 10 e spesso rispettano il limite annuo per PM10 e PM 2.5. E, salvo punti specifici come semafori e incroci, rimangono moderati per il successivo percorso che, attraversando il centro, si dirige verso il parco Sempione. Una volta usciti da Area C, nel percorso che da Piazzale Biancamano si dirige verso piazza XXV Aprile,

le concentrazioni si elevano ma, grazie al traffico limitato dall'orario di pranzo, rimangono meno alte di quelle misurate durante l'ora di punta del mattino nella zona sud di Milano (anche probabilmente grazie alle più favorevoli condizioni meteorologiche durante le ore centrali della giornata).

All'arrivo in piazza XXV Aprile, entrando e soffermandosi nella piazza pedonalizzata verso Corso Como, le concentrazioni, salvo un picco di 168 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ riconducibile ad un generatore di elettricità a gasolio collocato nella piazza per alimentare una cabina di una attività promozionale, si riducono a 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 e 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM 2.5.

Evidenza che l'istituzione di aree pedonalizzate, seppure localmente, permette una riduzione delle concentrazioni inquinanti per un minore contributo del traffico di prossimità, e quindi una migliore qualità dell'aria per chi vi staziona.

Confrontando gli stessi percorsi/tappe nei due giorni della ciclostaffetta si evidenzia come il traffico più ridotto del sabato migliora la qualità dell'aria di chi cammina e pedala. A parità di condizioni atmosferiche da un giorno all'altro, meno macchine in circolazione consentono di ridurre immediatamente i livelli delle concentrazioni misurate percorrendo lo stesso tragitto. Motivo che ci induce a auspicare che il Comune riattivi anche le domeniche ecologiche per dar modo ai cittadini di apprezzare, di tanto in tanto, lo spazio cittadino libero dalle auto respirando aria di qualità migliore. Le concentrazioni misurate durante la giornata di sabato lungo il percorso a sud est di Milano sono, infatti, mediamente la metà di quelle registrate il sabato.

A sx zona sud -est di Milano Venerdì 28/9

h 8.00-11.12 (3 h: 12 min)

- PM10 = 91 (± 29) $\mu\text{g m}^{-3}$
- PM2.5 = 41 (± 8) $\mu\text{g m}^{-3}$
- PM10 = 32 (± 5) $\mu\text{g m}^{-3}$

h 8.40-11.30 (2 h: 50 min)

- PM10 = 52 (± 40) $\mu\text{g m}^{-3}$
- PM2.5 = 20 (± 10) $\mu\text{g m}^{-3}$
- PM10 = 15 (± 4) $\mu\text{g m}^{-3}$

A dx zona Sud-est di Milano sabato 29/9

Infine abbiamo osservato, durante entrambe le giornate, su tutti i percorsi, una elevata variabilità dei livelli puntuali misurati di inquinamento, con picchi elevati di PM associati al passaggio dei veicoli inquinanti. Sintomo

del fatto che in tutta la città sono presenti numerose fonti che, quando si trovano in prossimità, influenzano la qualità dell'aria che respiriamo. In entrambe le giornate ritroviamo, nella mappa delle rilevazioni, picchi elevatissimi che occorre spiegare.

I DIESEL, LE EMISSIONI DI PARTICOLATO, IL DIESELGATE E L'NO2

I gas di scarico dei diesel sono stati dichiarati cancerogeni per l'uomo dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) nel 2012⁶. I diesel emettono elevati livelli di particolato e black carbon. I filtri hanno ridotto molto le emissioni di particolato dei diesel ma, purtroppo, non li hanno resi puliti. Infatti, i test realizzati su strada negli ultimi anni, a seguito dello scandalo Dieselgate, hanno evidenziato che le auto diesel, anche di ultima generazione (Euro 6) sono spesso, in condizioni di guida reali su strada, molto inquinanti. Mediamente emettono su strada, per esempio, 4 o 5 volte il limite prescritto per gli ossidi di azoto, alcune anche 20 volte. Molto di più di quanto non si dichiara nel libretto di circolazione. All'interno della classe Euro 6, poi, rientrano varie categorie di veicoli (fra queste euro 6, 6 dtemp, 6d) che, in realtà, hanno livelli di emissioni su strada completamente diversi.

Ma anche fra le classi precedenti, i diesel emettono livelli di NOx che, su strada, non sono coerenti con l'evoluzione delle categorie euro. In particolare gli Euro 4 hanno, mediamente su strada emissioni di ossidi di azoto (3,992mg/km) molto più elevate di quelli Euro 3 (1,119mg/km), mentre per gli euro 5 i valori sono ritornati a scendere a 1,059mg/km e sono passati a 453mg/km per le auto rientranti nella classe euro 6⁷. Valore che è, tuttavia, molte volte più elevato del limite di legge.

Gli ossidi di azoto, NO e NO2, sono inquinanti gassosi che, oltre ad avere degli effetti diretti sulla salute della popolazione esposta, contribuiscono alla formazione di particolato secondario (a Milano circa il 15-25% del PM2.5 e PM10 è composto da nitrati, che derivano per reattività secondaria dagli ossidi di azoto). Per questo anche le emissioni di ossidi di azoto dei veicoli diesel contribuiscono, in maniera rilevante, alle elevate concentrazioni di PM che si misurano in area urbana.

Ci sono poi situazioni che sfuggono del tutto al controllo...I risultati del progetto [TRUE](#) indicano per esempio che mentre la temperatura dell'aria non provoca

⁶ https://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_E.pdf

⁷ Cfr leggi il rapporto di T&E Tre anni dopo il Dieselgate, i motori inquinanti aumentano e le regole europee restano inefficaci <https://www.transportenvironment.org/press/dieselgate-three-years-43-million-dirty-diesels-our-roads-%E2%80%93-and-still-growing>

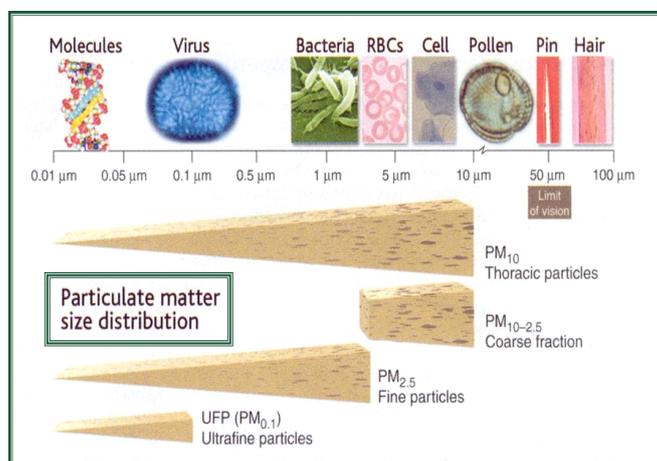
modifiche del livello delle emissioni nox per le auto a benzina, quando ci sono meno di 10 gradi centigradi le emissioni Nox delle auto diesel aumentano in maniera considerevole. Questa è la temperatura alla quale, è risultato durante l'investigazione sul Dieselpgate, molte vetture spengono o disattivano il sistema EGR di ricircolo delle emissioni.

La variabilità dei livelli di concentrazione di PM misurate durante la ciclostaffetta evidenzia come, mentre ci muoviamo in città, le auto inquinanti circolanti contribuiscono con elevati picchi emissivi che si spiegano grazie alla ricerca sviluppatasi su questo tema negli ultimi anni.

Un recente [studio](#) di Transport & Environment ha stimato che in Europa circolino oggi oltre 43 milioni di auto e furgoni le cui emissioni sono altamente inquinanti. Molto più inquinanti del limite che l'Unione Europea si era data nel 2007. Di questi, quasi 5 milioni e mezzo circolano sulle strade italiane, con il concreto rischio che le misure di divieto alla circolazione dei diesel in via di adozione in Germania, Francia e Belgio e già attive da tempo in altri paesi (es. Svizzera), inducano l'importazione nel nostro paese di questi veicoli più inquinanti.

E' quindi essenziale che dalle città e dalle regioni italiane giunga un messaggio forte e chiaro che impedisca in maniera incisiva l'accesso alle aree urbane ai veicoli più inquinanti.

Infine, durante la nostra ciclostaffetta non abbiamo misurato le particelle ultrafini (PM_{0.1}) il cui quantitativo è tuttavia molto importante a livello sanitario.



LE DIMENSIONI DELLE PARTICELLE - I PICCHI - DIESEL E NON SOLO DIESEL

La ricerca ha da tempo compreso che le particelle più fini sono più pericolose per la nostra salute sia perché riescono a penetrare più in profondità nel nostro organismo, sia perché alla loro più ridotta dimensione e quindi al loro più elevato numero in un determinato spazio, corrisponde una superficie molto più elevata che è suscettibile di entrare in contatto, e quindi danneggiare, i nostri organi e le nostre cellule.

Mass ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Diameter (μ)	Number (per ml)	Surface Area (μ^2/ml)
10	2	1.2	24
10	0.5	153	120
10	0.02	2,400,000	3016

Superficie intaccata dalle particelle rientranti in una massa di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a seconda della dimensione delle particelle

Come si formano? Qualche esempio

DIESEL: Le auto diesel devono, regolarmente, rigenerare il filtro per eliminare il particolato che vi si accumula durante la marcia. Test recenti realizzati su strada con sistemi di misura da remoto sui modelli diesel euro 6d-temp, quindi di ultima generazione, indicano per esempio che, durante la rigenerazione del filtro anti particolato il numero di particelle emesse dall'auto passa da $0.3-0.4 \times 10^{11}$ a 6.1×10^{11} particelle/km. Le particelle emesse durante la rigenerazione del filtro antiparticolato sono normalmente molto piccole (di dimensione inferiore a 30 nm) e prevalentemente composte di cd. black carbon, ovvero una sostanza estremamente tossica per l'uomo.

E BENZINA: Un recente studio svizzero ha evidenziato un collegamento diretto⁸ fra la formazione degli IPA, Idrocarburi Policiclici Aromatici - molti dei quali per l'OMS sono genotossici, in quanto cancerogeni o precursori di cancerogeni - e l'emissione del numero di particelle. Più particelle il veicolo emette, maggiore è il quantitativo di IPA emessi. In particolare gli studiosi hanno evidenziato che le auto a benzina a iniezione diretta hanno emissioni di

⁸ Maria Muñoz, Regula Haag, Peter Honegger, Kerstin Zeyer, Joachim Mohn, Pierre Comte, Jan Czerwinski and Norbert V. Heeb, Coformation and co-release of genotoxic PAHs, alkyl-PAHs and soot nanoparticles from gasoline direct injection vehicles, Atmospheric Environment, Volume 178, April 2018, pp. 242-254

particolato ultrafine estremamente elevate, concludendo che le emissioni delle auto a iniezione diretta a benzina sono comparabili e pericolose come quelle dei motori diesel senza filtro.

In più punti del nostro percorso abbiamo misurato picchi di particolato elevati (10% di tutti i dati misurati Ven 28 e Sab 29: >105 ug m-3 per il PM10 e >44 ug m-3 per il PM2.5) o elevatissimi (1% di tutti i dati misurati Ven 28 e Sab 29: >361 ug m-3 per il PM10 e >59 ug m-3 per il PM2.5).

Questi picchi possono avere molte spiegazioni. Vecchi veicoli diesel senza filtro antiparticolato possono ancora circolare in base alle norme regionali causando un grave danno alla salute delle persone. Ma anche fra i veicoli più recenti le emissioni possono essere elevate. La rigenerazione del filtro dei veicoli diesel o le emissioni delle auto a iniezione diretta di cui si è detto emettono livelli di particolato elevatissimi. E ancora, a titolo esemplificativo, una indagine fatta da Transport & Environment sui taxi diesel in 7 città europee ha rivelato di recente che su una quota di questi veicoli (il 3% a Roma) il filtro antiparticolato era stato tolto o manomesso. La rimozione del filtro fa passare il numero delle particelle nell'aria da una media di 14000 a 74000. Gli studi dell'epidemiologo Frank Kelly a Londra indicano che la rimozione del FAP aumenta il numero delle particelle di 20 volte.

QUANTO INQUINA DAVVERO LA TUA AUTO?

Sulla base di oltre 700.000 misure realizzate con i cd PEMS (Portable Emissions Measurement System) il progetto TRUE ha catalogato i veicoli in base alle reali emissioni misurate in strada durante la corsa. Questo esercizio ci consente di apprezzare che, purtroppo, i divieti unicamente basati sulle classi Euro sono insufficienti a limitare nelle aree urbane l'accesso ai soli veicoli più puliti. Si pensi per esempio che, quanto a emissioni NOx, le FIAT 500L Euro 6 oggi purtroppo utilizzate da molti tassisti milanesi, rientrano nella categoria emissiva peggiore.

Eppure ogni giorno percorrono centinaia di chilometri a Milano, così come a Roma, Napoli etc..avvelenando l'aria che respiriamo. Prima di comprare un'auto nuova, verifica sul sito del progetto TRUE o sul sito [EQUA INDEX](#) il livello delle emissioni su strada del veicolo che ti interessa. Non farti prendere per il naso. Controlla le emissioni della tua prossima auto!

RESULTS

Manufacturer ↓	Model	Fuel Type	Emissions Standard	Engine Size (L)	Vehicle Class	TRUE Rating (NOx)
	500L	Diesel 	Euro 6 (MY 2014-2018)	1.6	Small	 Poor
	500L	Diesel 	Euro 5 (MY 2009-2015)	1.2 (1248, 62)	Small	 Poor
	500L	Diesel 	Euro 5 (MY 2009-2015)	1.6 (1598, 77)	Small	 Poor