

## PM10: gli effetti a breve termine sulla salute

Marco Petrella

*Sulla base di uno studio promosso dai Ministeri della Salute e dell'Università e Ricerca, è stata approntata una stima dell'impatto che l'inquinamento atmosferico può avere sulla salute dei residenti del Comune di Perugia*

Anche Perugia e i suoi cittadini, negli ultimi anni, sono stati costretti a confrontarsi con il problema dell'inquinamento atmosferico da traffico veicolare, al punto di vedere emanati provvedimenti di limitazione del traffico urbano: ma quanto di questa preoccupazione e di tali misure è scaturito da una semplice applicazione di norme cautelative e quanto invece da un reale pericolo per la salute dei cittadini?

Una parziale risposta a questa domanda è stata fornita da uno studio italiano pubblicato recentemente, dal titolo "Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico" (MISA-2)<sup>1</sup>, che ha analizzato le conseguenze immediate sulla salute prodotte dai superamenti dei limiti per i principali inquinanti atmosferici.

Sulla base di tale studio, è stata approntata una stima dell'impatto che l'inquinamento atmosferico può avere sui residenti nel comune di Perugia. Nell'area urbana della città coperta dalla rete di rilevazione di ARPA Umbria, le concentrazioni del PM10 e dell'NO<sub>2</sub>, riconducibili essenzialmente al traffico autoveicolare, risultano elevate principalmente nella postazione di Fontivegge, con una tendenza complessiva per entrambi al peggioramento<sup>2</sup>.

I superamenti registrati nel nostro territorio sono rari e di bassa intensità. La tabella seguente mostra le elaborazioni statistiche riferite ai dati del PM10 nel corso del 2004, misurate dalle quattro centraline di rilevamento distribuite nel territorio comunale di Perugia.

Inoltre, la numerosità della popolazione potenzialmente esposta non permette di misurare direttamente effetti sanitari attribuibili con certezza all'inquinamento atmosferico. Tuttavia, sulla base dei risultati dello studio MISA-2 e grazie alla collaborazione dell'Agenzia di protezione ambientale - che ha fornito

il dettaglio dei dati relativi ai periodi di superamento per il PM10 nel corso del 2004 - è stato possibile stimare l'impatto teorico di tali eccessi, con la procedura di seguito illustrata e partendo da alcune considerazioni e ipotesi. In particolare, è stato assunto che:

- gli effetti, in termini di variazioni percentuali su mortalità e ricoverabilità dello studio MISA-2, siano applicabili anche alla popolazione perugina;
- la media dei valori registrati dalle quattro centraline della rete di rilevazione di Perugia sia attribuibile all'intera area comunale;
- la popolazione residente nel comune di Perugia sia stata uniformemente esposta alla media dei valori di inquinanti non considerando, quindi, che una certa percentuale di essa vive in zone lontane dalle aree a maggior inquinamento;
- gli effetti rilevanti siano quelli associati al singolo giorno di esposizione, senza tener conto di eventuali effetti cumulativi connessi al ripetersi dei superamenti.

Partendo da tale ipotesi di lavoro, si è proce-



duto con la stima del numero di decessi e di ricoveri attribuibili agli inquinanti presenti in atmosfera, applicando le variazioni percentuali descritte nello studio MISA-2 e i loro intervalli di credibilità alla media giornaliera delle morti

Tab. 1 - Elaborazione dei valori di PM10 registrati dalla rete di rilevamento di Perugia. Anno 2004

Elaborazione	Postazione			
	Ponte San Giovanni	Cortonese	Porta Pesa	Fontivegge
Media annuale	37	26	40	41
N. superamenti limite 50 µg/m <sup>3</sup>	58	25	62	64

PM10

e dei ricoveri, calcolata sui dati degli anni 1994-2002 per le morti e degli anni 2001-2003 per i ricoveri. Tali medie sono risultate sufficientemente stabili dopo aver calcolato gli intervalli di confidenza ( $\pm 0,6$  per le morti e  $\pm 1$  per i ricoveri), motivo per cui è stato deciso di

**Le considerazioni raggiunte dallo studio confermano l'importanza del monitoraggio in continuo svolto da ARPA e degli strumenti di limitazione del traffico posti in essere dalle amministrazioni**

non applicare le variazioni percentuali anche ai limiti di confidenza superiori e inferiori degli eventi, in modo da rendere meno complicata la lettura dei dati riepilogativi. La procedura di calcolo è descritta in dettaglio in Appendice B. Le stime calcolate sono riassunte nella tabella 2. I risultati riportati in tabella segnalano come, con le necessarie cautele - dettate anche da una lieve sovrastima, dovuta al fatto che non tutta la popolazione di riferimento è stata effettivamente esposta all'eccesso di inquinamento atmosferico - i superamenti dei limiti del PM10, verificatisi a Perugia nel corso del 2004, potrebbero aver causato un incremento sia di mortalità che di ricoverabilità. Tale incremento teorico supera di poco l'unità per la mortalità per tutte le cause naturali e per le cause cardiocircolatorie, mentre resta ai limiti della misurabilità per le cause respiratorie, dato che parliamo di un eccesso che arriva a 0,5. Se si analizza la ricoverabilità, si può affermare che gli eccessi del PM10 nel corso del 2004 hanno provocato quasi 2 ricoveri in più per cause cardiovascolari e quasi 3 per cause respiratorie (esclusi i ricoveri per influenza). Tale valutazione conferma l'importanza per la salute dei cittadini del continuo monitoraggio degli inquinanti da parte di ARPA Umbria e dei tempestivi interventi cautelativi, come la limitazione del traffico a seguito di *clusters* di giornate con valori di inquinanti atmosferici al di sopra della soglia di attenzio-

Tab. 2 - Morti e ricoveri tra i residenti nel comune di Perugia, attribuibili a superamento dei limiti del PM10 nel corso del 2004. Popolazione di riferimento: residenti nel comune di Perugia, media giornaliera delle morti nel periodo 1994-2002 e media giornaliera dei ricoveri non programmati nel periodo 2001-2003

	Decessi per cause		Ricoveri per cause	
	N. eventi evitabili	N. eventi evitabili MIN / MAX	N. eventi evitabili	N. eventi evitabili MIN / MAX
Tutte le naturali	1,2	-0,74 / 2,85	-	- / -
Respiratorie	0,52	-0,91 / 1,65	2,62	0,97 / 4,53
Cardiovascolari	1,08	0,04 / 2,02	1,98	- 0,28 / 3,99
Totale eventi evitabili	2,8	-1,61 / 6,52	4,6	0,69 / 8,52

ne. In termini di decessi e ricoveri, si ha ancora a che fare con cifre poco significative dal punto di vista statistico, ma queste potrebbero diventare una reale fonte di preoccupazione per la salute dei cittadini, soprattutto qualora i superamenti dovessero divenire più frequenti e di maggiore entità.

#### APPENDICE A

Lo studio MISA-2, finanziato dal Ministero della Salute e dal Ministero dell'Università e della

Ricerca ha analizzato gli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico in 15 città italiane (Bologna, Catania, Firenze, Genova, Mestre-Venezia, Milano, Napoli, Palermo, Pisa, Ravenna, Roma, Taranto, Torino, Trieste e Verona) nel periodo 1996-2002, per un totale di 9.100.000 abitanti. Gli inquinanti considerati (serie di almeno 3 anni rilevati dalle Agenzie di protezione ambientale) sono stati: biossido di zolfo SO<sub>2</sub>; biossido di azoto NO<sub>2</sub>; ossido di carbonio CO; frazione respirabile di particelle sospese - PM10; Ozono O<sub>3</sub>.

Tab. 3 - Stime globali e intervalli di credibilità relativi all'effetto sulla mortalità e sui ricoveri

CAUSE DI MORTE						
	Tutte le cause naturali		Respiratorie		Cardiovascolari	
	Δ %	ICr 95%	Δ %	ICr 95%	Δ %	ICr 95%
SO <sub>2</sub>	0,60	- 0,39 / 1,59	1,55	- 2,22 / 5,38	1,11	- 0,64 / 3,12
NO <sub>2</sub>	0,59	0,26 / 0,94	0,38	- 0,63 / 1,74	0,40	- 0,46 / 1,05
CO	1,19	0,61 / 1,72	0,66	- 1,46 / 2,88	0,93	- 0,10 / 1,77
PM10	0,31	- 0,19 / 0,74	0,54	- 0,91 / 1,74	0,54	0,02 / 1,02
O3*	0,27	- 0,26 / 0,70	0,01	- 1,67 / 1,30	0,22	- 0,33 / 0,70

  

RICOVERI PER CAUSE						
	Respiratorie		Cardiovascolari		Cerebrovascolari	
	Δ %	ICr 95%	Δ %	ICr 95%	Δ %	ICr 95%
SO <sub>2</sub>	- 0,25	- 1,73 / 1,56	- 0,64	- 3,18 / 1,77	2,54	- 1,49 / 6,85
NO <sub>2</sub>	0,77	0,08 / 1,50	0,57	0,25 / 0,91	0,77	- 0,18 / 2,10
CO	1,25	0,19 / 2,25	1,44	0,75 / 2,14	0,93	- 2,00 / 4,45
PM10	0,60	0,22 / 1,05	0,29	- 0,04 / 0,59	- 0,57	- 1,24 / 0,12
O3*	0,61	- 0,39 / 1,58	- 0,41	- 0,73 / 0,03	0,20	- 0,64 / 1,08

\* nella stagione calda (1 maggio - 30 settembre)

# Pm<sub>10</sub>

Per gli effetti sulla salute sono stati considerati i seguenti eventi sanitari:

- dal Registro nominativo delle cause di morte (ReNCaM), la mortalità per tutte le cause naturali (362.254 decessi), per cause respiratorie (22.317) e per cause cardiovascolari (146.830);
- dalle Schede di dimissione ospedaliera (SDO), i ricoveri ospedalieri non programmati per cause respiratorie (278.028 ricoveri), cardiache (455.540) e cerebrovascolari (60.960).

I metodi statistici hanno previsto modelli che consideravano:

- il singolo inquinante
- i bi-pollutant (PM10+ NO<sub>2</sub> e PM10+ O<sub>3</sub>)
- temperatura e umidità
- giorno della settimana, festività nazionali
- epidemie influenzali
- 3 classi di età (0-64, 65-74, 75 + anni).

I risultati, espressi come variazioni percentuali di mortalità o ricovero ospedaliero per incrementi di 10 µg/m<sup>3</sup> per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e PM10 e di 1 µg/m<sup>3</sup> per il CO, hanno mostrato i seguenti valori (tabella 3).

## I RISULTATI PRINCIPALI DELLO STUDIO MISA-2 SONO STATI COSÌ RIPORTATI:

- aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause naturali, per cause cardiorespiratorie e della ricoverabilità per malattie cardiache e respiratorie associato a incrementi della concentrazione degli inquinanti atmosferici studiati (in particolare NO<sub>2</sub>, CO, PM10);
- assenza di differenza per sesso;
- debole evidenza di effetti maggiori nelle classi di età estreme (0-24 mesi e >85);
- forte evidenza di una più elevata variazione percentuale di decessi e ricoveri durante la stagione calda;
- ritardo variabile tra picco dell'inquinante ed effetto sanitario (per la mortalità generale per tutte le cause, in particolare, l'aumento del rischio è entro i due giorni per il PM10 e i quat-

tro giorni per NO<sub>2</sub> e CO; per i ricoveri l'effetto si manifesta entro i due-tre giorni successivi);

- ulteriore incremento della mortalità (ma soprattutto per anticipazione del decesso) entro due settimane soprattutto per le cause respiratorie;
- maggiori variazioni percentuali di mortalità e ricoveri ospedalieri associati a PM10 nelle città con mortalità per tutte le cause naturali più alta e rapporto PM10/NO<sub>2</sub> più basso (tale rapporto fornisce una indicazione seppur approssimativa della quota di PM10 attribuibile al traffico veicolare, situazione in cui assume valori bassi);
- influenza di temperature più alte (soprattutto in inverno) con potenziamento degli effetti del PM10 e dei bi-pollutant;
- impatto complessivo sulla mortalità per tutte le cause naturali compreso tra 1,4% e 4,1%;
- meno precisa la valutazione per il PM10 date le differenze di stime tra le città in studio (0,1%-3,3%).

I limiti fissati dalle direttive europee per il 2010 avrebbero contribuito, se applicati, a risparmiare circa 900 decessi (1,4%) per il PM10 e 1.400 decessi (1,7%) per l'NO<sub>2</sub> nell'insieme delle città considerate.

## APPENDICE B

### Modalità di calcolo

Non disponendo di dati completi sulla mortalità per cause e sui ricoveri del 2004, sono state calcolate alcune teoriche medie giornaliere, sulla base degli anni precedenti disponibili. Per tutti i giorni in cui il superamento è stato registrato in ogni stazione, è stato calcolato un teorico valore medio di PM10, desunto dai valori delle singole centraline. È stata quindi calcolata la differenza tra tale valore e il valore limite. Dal momento che la variazione percentuale su decessi e ricoveri teneva conto, per il PM10, di incrementi cumulativi di 10 µg/m<sup>3</sup>,

tale differenza è stata divisa per 10, in modo da ottenere un quoziente di superamento da moltiplicare per il rischio relativo dovuto all'incremento dell'inquinante nel giorno in esame; in questo modo, si è ottenuto un coefficiente da applicare al numero medio giornaliero di morti o ricoverati, precedentemente calcolato, e stimare così il teorico eccesso attribuibile all'entità dei singoli superamenti giornalieri. La stessa procedura è stata usata con gli intervalli di credibilità superiori ed inferiori per stimare il numero massimo e minimo di decessi o ricoveri attribuibili all'incremento del PM10.

Esemplificando:

se  $y_0$  è il numero dei morti sotto il livello di inquinante  $x_0$  e  $y$  quello sotto  $x_0+10$ , l'incremento percentuale derivato dallo studio MISA necessario per la stima di impatto è:

$$100 \cdot (y - y_0) / y = 100 \cdot (\exp(\beta \cdot 10) - 1) / \exp(\beta \cdot 10)$$

dunque, ponendo

$$\text{incr} = 0.31$$

$$x_0 = 50$$

$$x = \text{livello giornaliero inquinante}$$

$$p = (x - x_0) / 10$$

$$y = \text{numero giornaliero di morti}$$

per il calcolo del rischio relativo dovuto ad un incremento pari a  $x - x_0$  è stata usata la seguente formula:

$$RR = (1.0031)^{p \cdot 10}$$

Infine, il numero di decessi evitabili giornalieri è stato espresso come:

$$y \cdot (RR - 1) / RR.$$

1 / Biggeri A, Bellini P, Terracini B, Gruppo MISA. Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico. (MISA-2). Epidemiologia & Prevenzione. Anno 28 (4-5) Luglio - Ottobre 2004. Supplemento.

2 / ARPA Umbria - Dipartimento di Perugia e Comune di Perugia - Assessorato all'ambiente. Relazione annuale qualità dell'aria. Comune di Perugia. Anno 2003.