

## **APPENDICE**

In questa sezione è contenuta una breve ma aggiornata sintesi di letteratura nazionale ed internazionale :

### **IL PUNTO SULLA LETTERATURA SCIENTIFICA : lo studio MISA**

*Poiché le misure di sanità pubblica adottate negli ultimi anni hanno portato ad un abbassamento dei livelli di inquinamento urbano, l'interesse si è spostato verso la valutazione degli effetti a breve e lungo termine di livelli relativamente bassi di inquinamento atmosferico, in modo da aggiornare gli standard di qualità dell'aria da raggiungere e mantenere. Fra gli effetti a breve termine sulla salute si annoverano: disagio, irritazione, tossicità specifica, affezioni respiratorie acute, mortalità..*

Lo studio MISA-1 (Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico) condotto in 8 città italiane nel corso degli anni Novanta<sup>94</sup> ha prodotto per la prima volta nel nostro paese delle stime esaustive e standardizzate sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute. Gli inquinanti la cui concentrazione è stata posta nello studio in relazione alla mortalità e alla frequenza di ricoveri ospedalieri per malattie cardiovascolari e respiratorie sono stati:

- ✓ SO<sub>2</sub> (biossido di zolfo)
- ✓ NO<sub>2</sub> (biossido di azoto)
- ✓ CO (biossido di carbonio, il principale gas ad effetto "serra")
- ✓ PM<sub>10</sub> (polveri sottili o particolato atmosferico)
- ✓ Ozono.

Lo studio MISA-2 1996-2002<sup>95</sup>, ampliamento del MISA-1, ha poi fornito una quantificazione specifica degli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla mortalità e sui ricoveri ospedalieri, analizzando gli eventi che si sono verificati a cavallo del nuovo millennio in città per le quali è stato possibile reperire i dati pertinenti per almeno tre anni consecutivi a partire dal 1996, in modo da assicurare per ogni città una solida base di dati e, di conseguenza, stime statistiche relativamente stabili.

E' stato così stimato, in 15 città italiane, fra cui tutte quelle con più di 250 mila abitanti, il numero di decessi (per tutte le cause naturali, per cause cardiovascolari e respiratorie) e di ricoveri ospedalieri (per cause cerebrovascolari e respiratorie) attribuibili all'inquinamento atmosferico, evidenziando come, all'aumentare della concentrazione di inquinanti, aumenti la frequenza di esiti negativi in maniera non riconducibile a fluttuazioni casuali.

---

<sup>94</sup> Biggeri A, Bellini P, Terracini B (Eds). MISA, Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico. *Epid Prev* 2001; 25 (Suppl 1): 1 – 72.

<sup>95</sup> Biggeri A, Bellini P, Terracini B (Eds). MISA, Metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico 1996-2002. *Epid Prev* 2004; 28 (Suppl): 1 – 100.

E' stato evidenziato in particolare, come, nel periodo in studio, il PM<sub>10</sub> abbia provocato circa 900 decessi in più all'anno e gli altri inquinanti gassosi (biossido di azoto, e monossido di carbonio) abbiano causato un consistente numero di vittime: circa 2000 morti in più all'anno sarebbero infatti attribuibili all'NO<sub>2</sub> e 1900 al CO. Dallo studio emerge anche un dato positivo rispetto agli anni '90 per quanto riguarda l'anidride solforosa: la riduzione dell'utilizzo del gasolio negli impianti di riscaldamento ha infatti contribuito a ridurre la concentrazione di questo inquinante che oggi, in 6 delle 15 città coinvolte nella ricerca, si è assestata al di sotto del limite di rilevanza.

Nella lettura delle stime ottenute occorre tenere presente che tutti gli inquinanti sono in realtà espressione di un unico fenomeno più complesso, l'inquinamento atmosferico, e che, essendo correlati fra di loro, diventa difficile scinderne gli effetti, risultato della contaminazione complessiva. Per tale ragione i provvedimenti volti a ridurre i singoli inquinanti sono necessari e utili, ma non sufficienti, in quanto l'inquinamento dovrebbe essere ridotto nel suo complesso.

In sintesi, il MISA-2 ha consentito di rilevare:

- ✓ un aumento della mortalità giornaliera per tutte le cause naturali associato a incrementi della concentrazione degli inquinanti atmosferici studiati (in particolare, NO<sub>2</sub>, CO e PM<sub>10</sub>); tale aumento riguarda anche la mortalità per cause cardiorespiratorie e la ricoverabilità per malattie cardiache e respiratorie;
- ✓ l'assenza di differenze per genere (tra maschi e femmine);
- ✓ una debole evidenza che vi siano effetti maggiori nelle classi di età estreme (0-24 mesi e maggiore di 85 anni);
- ✓ una forte evidenza che, per ciascuno degli inquinanti, le variazioni percentuali di mortalità e ricoveri ospedalieri sono maggiori nella stagione calda;
- ✓ un ritardo nella manifestazione degli effetti sanitari che varia a seconda dell'inquinante e dell'effetto considerato: relativamente alla mortalità per tutte le cause naturali, l'aumento di rischio si manifesta entro pochi giorni dal picco di inquinamento (2 giorni per il PM<sub>10</sub>, fino a 4 giorni per NO<sub>2</sub> e CO);
- ✓ variazioni percentuali della mortalità e dei ricoveri ospedalieri in funzione degli incrementi di concentrazione di PM<sub>10</sub> più elevate nelle città con una mortalità per tutte le cause più alta e un rapporto PM<sub>10</sub>/NO<sub>2</sub> più basso;
- ✓ una consistente differenza tra le città dell'effetto del PM<sub>10</sub> per gli indicatori di mortalità e ricovero ospedaliero, legata alla temperatura (gli effetti sono più pronunciati nella stagione calda) e una modificazione di effetto che tende a essere maggiore nei mesi invernali;
- ✓ un impatto complessivo sulla mortalità per tutte le cause naturali compreso tra l'1,4% e il 4,1% per gli inquinanti gassosi (NO<sub>2</sub> e CO);
- ✓ una valutazione molto meno precisa per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, date le differenze delle stime di effetto fra le città in studio;

Da tali constatazioni emerge come i limiti fissati dalle direttive europee per il 2010 avrebbero contribuito, se applicati, a risparmiare circa l'1,4% dei decessi per il PM<sub>10</sub> e l'1,7% di quelli per NO<sub>2</sub> nell'insieme delle città considerate.

La metanalisi MISA si va ad aggiungere ad altri studi europei e nordamericani, quali Six cities Study<sup>96</sup> e APHEA<sup>97</sup>, che hanno contribuito a quantificare gli effetti acuti degli inquinanti ambientali, a valutare la relazione dose-risposta, a studiare i fattori che regolano la variabilità nelle stime di rischio.

Lo studio di Kunzli<sup>98</sup>, pubblicato nel 2000 e condotto in Austria, Francia e Svizzera, ha, ad esempio, stimato l'impatto sulla salute (in termini di casi attribuibili) dell'inquinamento atmosferico, riferendosi, nello specifico, ad incrementi di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>10</sub>: è stato così rilevato come circa il 6% della mortalità totale sia attribuibile, ogni anno, all'inquinamento atmosferico e come, a sua volta, la metà di questa mortalità sia ascrivibile all'inquinamento da traffico.

La Tabella 11 riporta i rischi relativi applicati al modello utilizzato nello studio per calcolare, per ciascun esito di salute, i casi attribuibili all'inquinamento atmosferico.

**Tabella 11. Esiti di salute e rischio relativo (RR) per incrementi di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>10</sub>**

Esiti di salute	RR (95% CI)
Mortalità totale (adulti > 30 anni)	1,043 (1,026-1,061)
Ricoveri per patologie respiratorie (tutte le età)	1,013 (1,001-1,025)
Ricoveri per patologie cardiovascolari (tutte le età)	1,013 (1,007-1,019)
Bronchiti croniche (adulti ≥ 25 anni)	1,098 (1,009-1,194)
Bronchiti acute (bambini <15 anni)	1.306 (1,135-1,502)
Giornate di attività limitata (adulti ≥ 20 anni)	1,094 (1,079-1,502)
Attacchi d'asma (bambini <15 anni)	1,044 (1,027-1,062)
Attacchi d'asma (adulti ≥ 15 anni)	1,039 (1,019-1,059)

Queste stime mettono in rilievo l'impatto che gli attuali livelli di inquinamento atmosferico possono avere sulla salute pubblica: sebbene infatti i rischi individuali siano relativamente piccoli, le conseguenze in termini di sanità pubblica sono piuttosto rilevanti.

---

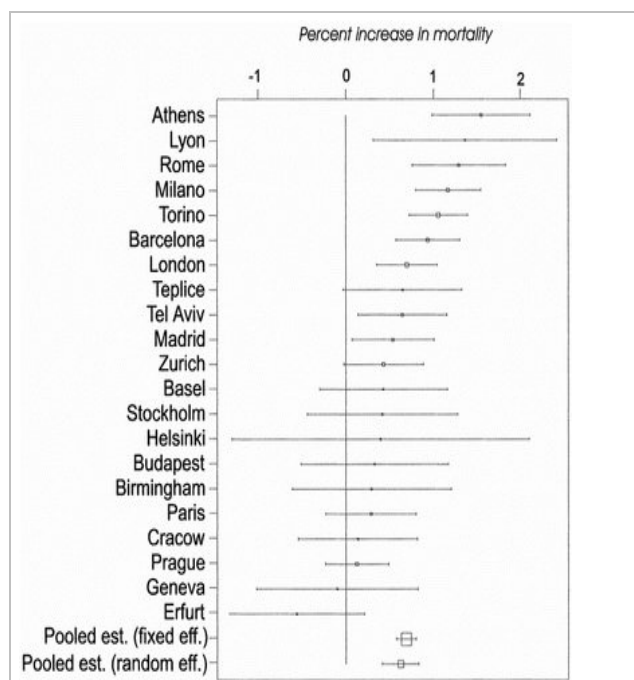
<sup>96</sup> Dockery et al, Harvard Six-City Cohort Study, *NEJM* 1993; 329 (24):1753-9

<sup>97</sup> Katsouyanni K *et al.* Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *BMJ*, 1997; 314: 1658-1663.

<sup>98</sup> Kunzli N, Kaiser R, Medina S, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000; 356: 795-801

E ancora, fra i risultati dello studio APHEA-2<sup>99</sup>, troviamo la stima dell'aumento percentuale di mortalità giornaliera (range: -0,6%;+1,5%) fra gli ultrasessantacinquenni di 28 città europee, associato ad un aumento di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{PM}_{10}$  (figura 63).

**Figura 63. Stima dell'aumento percentuale di mortalità giornaliera in 28 città europee, associato ad un aumento di 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di  $\text{PM}_{10}$ , uomini e donne, 65 anni e più**



Uno studio pubblicato nel 2001<sup>100</sup> ha invece evidenziato l'associazione fra concentrazioni elevate di particolato fine ( $\text{PM}_{2,5}$ ) e rischio di infarto acuto del miocardio; associazione che è stata rilevata anche fra concentrazioni medie di particolato fine elevate nell'arco delle 24 ore e rischio di infarto del miocardio nelle 24 ore successive. Questi risultati confermano l'associazione positiva individuata fra i dati sulle ammissioni ospedaliere raccolti per scopi amministrativi e le concentrazioni medie delle 24 ore di particolato, rilevate nel corso di monitoraggi ambientali ordinari. D'altra parte associazioni positive, sebbene non statisticamente significative, sono state evidenziate anche per altri inquinanti ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , CO).

Per quanto riguarda gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla popolazione infantile, lo studio SIDRIA (Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente)<sup>101</sup> ha poi posto in evidenza come i bambini che abitano in centri urbani, in vie con frequente transito di mezzi pesanti, abbiano un rischio aumentato di malattie respiratorie nei primi due anni di vita e di sintomi bronchitici e asmatici in età scolare. In particolare, l'aumento è stimato del 69% per le bronchiti ricorrenti, dell'84% per le polmoniti, del 74% per le bronchioliti. Il traffico veicolare generico, al contrario di

<sup>99</sup> Katsouyanni K *et al.* Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA-2 project. *Epidemiology* 2001; 12: 521 – 531.

<sup>100</sup> Peters A, Dockery DW, Muller JE, Mittleman MA. Increased particulate air pollution and the triggering of myocardial infarction. *Circulation*. 2001;103:2810-2815

<sup>101</sup> Gruppo collaborativo SIDRIA, *Epid Prev* 1998, 22: 242-247

quello pesante (camion, autobus), non è invece risultato associato a malattie o sintomi respiratori. La prosecuzione di tale studio, SIDRIA 2<sup>102</sup>, evidenzia che tra bambini e adolescenti residenti in aree urbane con densità di traffico pesante frequente, il rischio rispetto a chi è esposto a passaggio di auto rare è aumentato del 45% per sintomi catarrali e del 88% se il traffico pesante è giudicato continuo.

Il rischio di morte e ricovero, secondo varie patologie, attribuite alle concentrazioni di PM<sub>10</sub> che questi studi epidemiologici hanno stimato sono state applicate per la valutazione dell'impatto sulla salute della popolazione valdostana.

---

<sup>102</sup> Galassi C, De Sario M, Forastiere F (Eds). SIDRIA-2. *Epidemiol Prev.* 2005;29 (Suppl):1-96.