

**INQUINAMENTO ATMOSFERICO ED INFARTO DEL MIOCARDIO**

**STUDIO EPIDEMIOLOGICO SUI RESIDENTI NEL COMUNE DI ANCONA  
NELL'ANNO 2002**



**SOMMARIO**

INQUINAMENTO ATMOSFERICO ED INFARTO DEL MIOCARDIO.....	1
STUDIO EPIDEMIOLOGICO SUI RESIDENTI NEL COMUNE DI ANCONA NELL'ANNO 2002.....	1
<b>SOMMARIO</b> .....	1
<b>PREMESSA</b> .....	2
<b>MATERIALI E METODI</b> .....	6
<i>Gli archivi dati</i> .....	6
<i>Cause di ricovero analizzate</i> .....	7
<i>Gli indici utilizzati</i> .....	7
I tassi standardizzati (TS) .....	7
Rapporti standardizzati di mortalità o morbosità (SMR).....	7
Estimatori Bayesiani (EB o BR).....	7
Epidemiologia spaziale: ricerca dei cluster.....	8
Stima dei rischi per esposizione ad inquinanti atmosferici .....	9
<i>Tecniche statistiche utilizzate nell'analisi caso controllo</i> .....	10
<b>RISULTATI</b> .....	11
<i>Morbosità per infarto del miocardio nella Regione Marche</i> .....	11
<i>Parametri ambientali</i> .....	21
<i>Valutazione del rischio associato all'esposizione al PM<sub>10</sub></i> .....	24
<i>Analisi caso-controllo</i> .....	24
<b>DISCUSSIONE E CONCLUSIONI</b> .....	31

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

### PREMESSA

Si stima che in Italia nel 2000 si siano verificati 78.808 nuovi casi di eventi coronarici (codice ICD-IX 410-414) tra i soggetti con età compresa tra i 25 e 84 anni.

Il sesso maschile è maggiormente colpito con 51.874 casi pari al Tasso Standardizzato d'Incidenza (TSI) di 227,3 ogni 100.000 abitanti.

Nel paese l'incidenza risulta diversa nelle varie aree con tendenza ad una maggiore frequenza nel sud Italia<sup>1</sup>.

**Tabella 1. Incidenza di eventi coronarici maggiori stimati per macroaree - Anno 2000, popolazione con età 25-84 anni<sup>1</sup>.**

	ITALIA		NORD		CENTRO		SUD	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
<b>Casi incidenti</b>	51.874	26.934	23.802	12.415	10.951	5.819	17.367	8.722
<b>Tasso grezzo (per 100.000)</b>	265,0	127,4	263,6	127,8	285,2	139,3	259,0	120,3
<b>TSI* (per 100.000)</b>	227,3	97,9	221,5	93,0	228	100,2	238,9	104,2

\* Tasso standardizzato per età con popolazione di riferimento Italia 1970



In letteratura viene sempre più frequentemente confermata l'ipotesi della presenza di fattori ambientali di rischio insieme ai ben conosciuti fattori individuali e comportamentali quali l'ipertensione arteriosa, il diabete, le dislipidemie, l'obesità, la sedentarietà ed il fumo di tabacco.

In particolare da parecchi anni sono stati rilevati effetti dell'inquinamento atmosferico sull'incidenza delle patologie respiratorie e più recentemente anche sulle patologie cardiovascolari sia per le esposizioni acute che croniche.

Gli **effetti a breve termine** dell'inquinamento ambientale sono stati osservati e ben documentati fin dai primi anni del secolo scorso negli episodi nella Valle della Mosa (1930), a Donora (1948) e a Londra (1952) dove in questa ultima città per un episodio di inquinamento durato quasi sette giorni si contò un eccesso di mortalità pari a circa 4000 decessi.

Anche dopo l'emanazione di misure di contenimento dell'inquinamento atmosferico da parte dei paesi economicamente più sviluppati negli anni '60-'70 si dovette verificare la persistenza di effetti sanitari correlati a livelli di inquinanti anche inferiori ai limiti allora ritenuti sicuri<sup>2</sup>.

Un grosso aiuto al riconoscimento del fenomeno fu dato dall'utilizzo degli studi sulle serie temporali dove utilizzando popolazioni controllate e correggendo i dati per le variazioni climatiche e stagionali era possibile minimizzare gli effetti di altre variabili di confondimento.

Molti studi furono eseguiti con tali metodologie sia su città americane che europee mostrando risultati coerenti di effetti sanitari su popolazioni diverse a livelli di inquinanti ritenuti sicuri.

Più recentemente sono stati effettuati altri studi multicentrici americani ed europei (es. APHEA<sup>3</sup>) per verificare l'entità della relazione dose/risposta, per evidenziare un eventuale valore soglia per i vari inquinanti e per rilevare se gli eccesi di mortalità fossero solo un'anticipazione dei decessi che si sarebbero comunque verificati a breve distanza di tempo (harvesting).

Da tali studi si è rilevato che il particolato sospeso era l'unico agente correlato con la mortalità giornaliera in modo coerente in tutte le indagini.

1 Istituto Superiore di Sanità – “Il progetto cuore”- Roma [http://www.cuore.iss.it/reg\\_cardio/incidenza.htm](http://www.cuore.iss.it/reg_cardio/incidenza.htm)

2 Schwartz J. Air pollution and daily mortality: a review and meta analysis. Environ Res, 1994; 64: 36-52.

3 Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, Rossi G, Wojtyniak B, Sunyer J, Bacharova L, Schouten JP, Ponka A, Anderson HR. 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.

Più recentemente sono stati terminati altri studi internazionali l'APHEA II<sup>4</sup> e negli USA l'NMMAPS<sup>5</sup> che hanno permesso di confermare i dati dei precedenti studi e di ricavare maggiori indicazioni sull'effetto combinato di più inquinanti e delle variabili climatiche ed epidemiologiche.

Anche in Italia è stato effettuato uno studio multicentrico "MISA" che ha interessato 8 città ed i cui risultati, in linea con lo studio APHEA II, sono stati presentati nel 2001<sup>6</sup>.

**Tabella 2. Incrementi di mortalità generale per l'inquinamento da polveri**

<b>EFFETTO</b>	<b>APHEA II<sup>3</sup></b> 34 città	<b>NMMAPS<sup>5</sup></b> 20 città	<b>NMMAPS<sup>7</sup></b> 90 città	<b>MISA<sup>8</sup></b> 8 città italiane
<b>Incremento medio della mortalità generale per aumento di 10µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>10</sub></b>	<b>0,4%</b> ; 0,2% se SO <sub>2</sub> basso; 0,3% in climi freddi; 0,8% in climi caldi; 0,8% in condizioni di mortalità di base bassa; 0,4% in condizioni di mortalità di base alta.	<b>0,5%</b> ; 0,7% mortalità cardiovascolare e respiratoria	<b>0,2%</b>	<b>1%</b>

Sono stati condotti ad oggi centinaia di studi di serie temporali che hanno avuto come oggetto sia la mortalità che la morbosità per cause generali o specifiche (respiratorie e cardiovascolari) ed è interessante osservare la generale coerenza dei risultati ottenuti.

L'ipotesi che l'inquinamento atmosferico sia responsabile solo di una anticipazione dei decessi non è stata confermata per le patologie cardiovascolari esaminando periodi di 60 giorni (periodi maggiori sono incompatibili con il controllo della stagionalità quale possibile confondente).

Un'utile lettura per la valutazione delle difficoltà interpretative e del controllo dei fattori confondenti risulta la semplice quanto completa relazione in lingua italiana di Dario Mirabelli del CPO del Piemonte<sup>9</sup>.

L'inquinante atmosferico che più frequentemente viene studiato è il particolato sospeso non tanto perché gli altri inquinanti siano meno importanti ma per il fatto che questo parametro ha dato risultati più concordanti anche in studi effettuati su città con localizzazione geografica e situazioni climatiche molto diverse e ad oggi risulta il principale responsabile degli effetti a breve termine<sup>10, 11</sup>.

Gli inquinanti atmosferici considerati negli studi epidemiologici sono in genere ritenuti indicatori indiretti dei veri fattori tossici, spesso ancora non ben definiti.

4 Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Cryparis A, Le Tertre A, Monopoli Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Anderson HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Pekkanen J, Schindler C, Schwartz J. 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.

5 Daniels MJ, Dominici F, Samet JM, Zeger SL. Estimating particulate matter - mortality dose-response curves and threshold levels: an analysis of daily time-series for the 20 largest US cities. *Am J Epidemiol*, 2000; 152: 397-406

6 Biggeri A, Bellini P, Terracini B (Eds). MISA, metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico. *Epidemiol Prev* 2001; 25 (Suppl 1): 1 – 72.

7 Dominici F, McDermott A, Zeger SL, Samet JM. On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health. *Am J Epidemiol* 2002; 156: 193 – 203.

8 Biggeri A, Baccini M, Accetta G, Lagazio C, Gruppo MISA. Stime degli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici in Italia. *Epidemiol Prev* 2002; 26: 203 – 205.

9 Mirabelli D. [www.comune.torino.it/ambiente/ariapulita/atti/doc\\_Mirabelli.doc](http://www.comune.torino.it/ambiente/ariapulita/atti/doc_Mirabelli.doc).

10 Schwartz J. Daily deaths are associated with combustion particles rather than SO<sub>2</sub> in Philadelphia. *Occup Environ Med* 2000; 57: 692-697.

11 Schwartz J. Assessing confounding, effect modification, and thresholds in the association between ambient particles and daily deaths. *Environ Health Perspect* 2000; 108: 563-568.

Il particolato ha origini naturali (erosione crostale, evaporazione aerosol, materiale biologico, ecc.) o antropiche (processi di usura dei materiali, prodotti della combustione, ecc.).

Il particolato può essere immesso tal quale in atmosfera o essere prodotto da fenomeni di condensazione di molecole gassose (es. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOCs, NH<sub>3</sub>); la sua granulometria può rimanere immutata o modificarsi in atmosfera per processi chimico fisici (aggregazione, evaporazione).

La pericolosità del particolato dipende dalle sostanze che lo costituiscono e dalle sue dimensioni.

In genere il particolato sospeso viene classificato in base alla classe granulometrica che, con alcuni limiti, può essere rappresentativa dell'origine e dei meccanismi di trasporto: il PM<sub>10</sub> (diametro granulare < 10 µm) è definito "frazione respirabile" di derivazione, per la parte con diametro > 2,5 µm (coarse), prevalentemente crostale e per l'abrasione di superfici, il PM<sub>2,5</sub> è la "frazione alveolare" o "fine", il PM<sub>0,1</sub> è la "frazione ultrafine"; queste ultime due sono in prevalenza originate nei processi di combustione.

Il particolato fine mostra concentrazioni diverse di metalli pesanti indicando l'origine crostale della frazione più povera. La frazione con più alto contenuto di metalli, generalmente prodotta nei processi di combustione, è più strettamente associata ai fenomeni sanitari.

L'inquinamento atmosferico influisce prevalentemente sulla mortalità per le patologie respiratorie e cardiovascolari con un maggiore peso sulle prime ma con un numero superiore di decessi per cause cardiovascolari data la maggiore numerosità delle morti per queste ultime cause.

Dal punto di vista patogenetico negli ultimi anni cominciano a comparire in letteratura prove evidenti degli effetti degli inquinanti atmosferici sul sistema cardiovascolare. Il particolato fine inalato può essere rilevato nel sangue già dopo pochi minuti dall'inalazione. Permane in circolo per alcune ore e quindi può raggiungere tutti gli organi<sup>12</sup>. Tra i disturbi cardiovascolari si possono citare: i disturbi del ritmo cardiaco<sup>13</sup> con aritmie gravi, le crisi ipertensive<sup>14</sup>, le modificazioni della viscosità ematica e della coagulabilità del sangue<sup>15</sup>, gli accidenti cardiovascolari come ictus ed infarto in soggetti con anomalie dei livelli di fibrinogeno<sup>16</sup>.

Sono stati inoltre dimostrati effetti nocivi specifici delle diverse frazioni del particolato su soggetti cardiopatici evidenziando l'indipendenza degli effetti associati all'esposizione al particolato fine da quelli prodotti dall'esposizione al particolato ultrafine<sup>17</sup>.

In alcuni studi infine si è rilevato un aumento della significatività statistica dell'associazione del rischio di effetti a breve termine utilizzando come indicatore il PM<sub>1</sub> piuttosto che il PM<sub>2,5</sub> (ancora minore associazione per il PM<sub>10</sub>)<sup>18</sup>.

Un ruolo significativo è attribuibile all'incremento dei mediatori dell'infiammazione (proteina C reattiva, leucociti, citokine) con aumento della vulnerabilità della placca aterosclerotica e dei conseguenti eventi cardiovascolari acuti.

Avendo avuto a disposizione per la città di Ancona i dati giornalieri sul particolato respirabile (PM<sub>10</sub>) a partire dal gennaio 2002 si è cercato di fare alcune prime osservazioni sulla possibile

---

12 Verrier RL, Mittleman MA, Stone PH. Air pollution, an insidious and pervasive component of cardiac risk. *Circulation* 2002; 106: 890 – 892.

13 Peters A, Liu E, Verrier RL, Schwartz J, Gold DR, Mittleman M, Baliff J, Oh JA, Allen G, Monahan K, Dockery DW. Air pollution and incidence of cardiac arrhythmia. *Epidemiology*, 2000; 11: 11-17.

14 Brook RD, Brook JR, Urch B, et al. Inhalation of fine particulate air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. *Circulation*. 2002; 105: 1534–1536.

15 Peters A, Liu E, Verrier RL, Schwartz J, Gold DR, Mittleman M, Baliff J, Oh JA, Allen G, Monahan K, Dockery DW. Air pollution and incidence of cardiac arrhythmia. *Epidemiology*, 2000; 11: 11-17.

16 Prescott GJ, Lee RJ, Cohen GR, Elton RA, Lee AJ, Fowkes FGR, Agius RM. Investigation of factors which might indicate susceptibility to particulate air pollution. *Occup Environ Med*, 2000; 57: 53-57.

17 Pekkanen J, Peters A, Hoek G, Tiittanen P, Brunekreef B, de Hartog J, Heinrich J, Ibaldo-Mulli A, Kreyling WG, Lanki T, Timonen KL, Vanninen E. Particulate air pollution and risk of ST-segment depression during repeated submaximal exercise tests among subjects with coronary artery disease. The exposure and risk assessment for fine and ultrafine particles in ambient air (ULTRA) study. *Circulation* 2002; 106: 933 – 938.

18 <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?PrintVersion=True&deid=22460>.

associazione tra la qualità dell'aria e l'incidenza di ricoveri per infarto miocardico nei residenti in città.

A causa dei limiti legati all'incertezza della tecnica analitica disponibile nel 2002 per il parametro  $PM_{10}$  e della incompletezza dei dati disponibili non si sono potute utilizzare analisi statistiche particolarmente complesse (serie temporali) ma ci si è solo limitati a verificare la possibile associazione dei singoli inquinanti atmosferici e dei parametri meteo-climatici con il rischio di ricovero per infarto utilizzando una analisi caso-controllo. Per questo motivo il presente report, limitatamente all'analisi del  $PM_{10}$ , si propone più come un esercizio metodologico per l'indagine sull'impatto sanitario dell'inquinamento che come studio conclusivo sul tema.

La metodologia può comunque essere applicata, in attesa di poter disporre di serie temporali complete, in tutte le realtà locali dove sia in funzione un efficiente sistema di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico.

Infine oltre al rischio di infarto associato all'incremento dell'inquinamento si è cercato di valutare il numero di eventi che sarebbe stato possibile evitare qualora la qualità dell'aria fosse stata sempre conforme agli standard previsti dalla normativa nazionale ed europea per il parametro  $PM_{10}$ .

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

### *MATERIALI E METODI*

#### *Gli archivi dati*

I dati sui ricoveri ospedalieri sono ricavati dalle schede di dimissione ospedaliere raccolti e forniti in forma grezza dall'Agenzia Regionale Sanitaria per il periodo **1996-2002**.

Sono stati inclusi nell'elaborazione solo i ricoveri di residenti in comuni marchigiani con età superiore a 39 anni e, per ridurre la possibilità di contare i ricoveri ripetuti per controlli e/o terapia, solo il primo ricovero dello stesso assistito per la stessa causa nel periodo.

I medesimi criteri sono stati utilizzati per calcolare le incidenze regionali di ricovero quale riferimento.

La struttura della popolazione comunale e regionale è quella rilevata dall'ISTAT per i residenti nelle Marche nel 2001.

I dati sulla qualità dell'aria utilizzati nel presente lavoro sono stati forniti dal Servizio Aria del Dipartimento ARPAM di Ancona che, oltre a disporre di rilevazioni proprie, effettua la validazione dei dati delle centraline di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico di proprietà e gestite direttamente dalla Provincia di Ancona.

In particolare sono state prese in considerazione le misure relative all'anno 2002 delle centraline fisse di tipo traffico collocate ad Ancona (piazza Roma e Torrette). Le due stazioni sono collocate in aree con carico di traffico particolarmente elevato e con configurazione urbanistica tale da favorire fenomeni di accumulo degli inquinanti tipo "effetto canyon" (Piazza Roma). In assenza di una misurazione di fondo i valori ricavati dalle due stazioni sono quindi da ritenersi sovrastimati per la valutazione complessiva dell'esposizione per l'intera popolazione di Ancona. I parametri CO e O<sub>3</sub> sono riportati come media dei valori registrati nelle due stazioni mentre i parametri NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> sono stati registrati solo nella stazione di Piazza Roma.

Fino al 3/12/02 i dati sul particolato sospeso respirabile sono stati rilevati con apparecchiatura gravimetrica TEOM. Questa metodologia prevedendo l'esposizione del campione a temperature elevate (50°C.) e quindi alla possibile essiccazione del campione ed all'evaporazione delle sostanze volatili ed organiche tende a sottostimare le misurazioni dal 30% al 50% del valore reale.

Il ministero dell'Ambiente consiglia di utilizzare le misure rilevate con il TEOM correggendole per un fattore 1,5 accettando così anche la possibile sovrastima dei dati.

Dal 4/12/02 le misurazioni del PM<sub>10</sub> sono effettuate con metodiche più affidabili e rappresentative (4 analizzatori ADAM ad attenuazione beta collocati su altrettante stazioni).

Per tanto, come detto in premessa e limitatamente all'analisi di questo parametro, il presente lavoro rappresenta un test metodologico di studio più che una relazione conclusiva.

Appena disponibili i dati sanitari ed ambientali aggiornati al 2003 lo studio sarà ripetuto per verificare la validità delle conclusioni riferite a questo parametro nel 2002.

I dati sul SO<sub>2</sub> sono insufficienti per effettuare valutazioni statistiche attendibili.

I parametri termici ed udometrici giornalieri dell'anno 2002 misurati in località Ancona (via Maggini) sono stati gentilmente forniti dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Macerata.

Per analizzare le basi di dati dei ricoveri regionali ed ambientali è stato utilizzato un programma sviluppato *ad hoc* per l'analisi di studi geografici costituito da una serie di istruzioni scritte in linguaggio SAS.

#### Cause di ricovero analizzate

Le cause di ricovero ospedaliero sono state codificate utilizzando la classificazione internazionale delle malattie, traumatismi e cause di morte (ICD) revisione IX del 1975 (pubblicata nel 1981).

Per le cause di ricovero ospedaliero la codifica utilizzata è quella riportata negli archivi dei ricoveri ospedalieri della Regione Marche. Essa deriva dai codici nosologici compilati dai medici o personale infermieristico addetto al momento della dimissione del paziente (SDO).

I codici delle cause di ricovero analizzate nel presente studio sono stati, per i “malati”, il codice 410 riferito alla intera categoria comprensiva di tutte le forme di infarto miocardio e per i “non malati” le cause 800-999 generalmente non correlate ai fattori di rischio ambientali riconosciuti per le cause cardiovascolari.

#### Gli indici utilizzati

##### **I tassi standardizzati (TS)**

Si tratta di indicatori adatti a confrontare i valori della mortalità tra gruppi diversi: un tasso standardizzato più elevato in un gruppo rispetto ad un altro, esprime una maggiore mortalità media annuale in quel gruppo, indipendentemente dalla sua composizione per la variabile standardizzata.

Nel presente studio la standardizzazione è stata fatta per sesso e classe quinquennale di età.

La popolazione *standard* utilizzata in queste analisi è quella totale regionale corrispondente per sesso, età e periodo temporale.

##### **Rapporti standardizzati di mortalità o morbosità (SMR).**

SMR è l'acronimo utilizzato per Standardized Mortality Ratio e/o Standardized Morbidity Ratio (Rapporto Standardizzato di Mortalità o Morbosità): esprime numericamente il rapporto tra il numero di eventi (morti o ricoveri) osservato in un gruppo ed il numero di eventi atteso nello stesso gruppo se su questo agissero gli stessi tassi di mortalità o morbosità specifici per alcune variabili di confondimento (tipicamente l'età, ma non solo), che agiscono su di una popolazione assunta come riferimento.

$$\text{SMR} = \frac{\text{Osservati}}{\text{Attesi}} \times 100$$

L'*SMR* esprime, in percentuale, l'eccesso o il difetto di mortalità, o morbosità, esistente tra la popolazione in studio e la popolazione di riferimento al netto delle influenze esercitate dalla diversa composizione per età o altra variabile di confondimento delle due popolazioni. Ai fini della lettura, il valore 100 rappresenta il valore medio della popolazione scelta come riferimento, valori superiori o inferiori indicano un maggiore o minore rischio percentuale di mortalità o morbosità della popolazione in studio rispetto alla popolazione di riferimento scelta.

Un SMR di 140 significa, cioè, che la mortalità, o morbosità, è pari ad 1,4 volte quella della popolazione di riferimento, o in altri termini presenta un eccesso del 40%. Il calcolo degli attesi è eseguito applicando alla popolazione in studio i tassi di mortalità, o morbosità, di quella di riferimento, per specifica fascia d'età o di altra variabile di confondimento presa in considerazione.

##### **Estimatori Bayesiani (EB o BR)**

Gli osservati utilizzati per il calcolo degli SMR (o SPMR) presentano spesso una variabilità casuale, il cui peso è tanto più forte quanto più piccola è la popolazione in studio; vi è grande

disomogeneità demografica tra comuni, e sono numerosi quelli piccoli. In un comune piccolo, una causa di morte rara può avere un atteso di, ad esempio, 0,1 casi in dieci anni di osservazione; se gli osservati fossero 0, l'SMR (o SPMR) varrebbe 0, se gli osservati fossero 1, balzerebbe a 1000, senza nessuna possibilità di gradazione intermedia. I problemi posti da questo stato di cose sono molteplici. Innanzitutto occorre valutare la significatività statistica di un SMR (o SPMR) inusuale, per esempio calcolandone l'intervallo di confidenza. In secondo luogo, nella tabulazione e ancor più nella mappatura geografica degli SMR (o SPMR) la presenza di “picchi” (o di “abissi”) dovuti esclusivamente a fluttuazioni statistiche renderebbe illeggibile il quadro complessivo.

Se gli SMR (o gli SPMR) calcolati sono in qualche modo “sbagliati” per effetto di fluttuazioni casuali, quali sarebbero stati quelli “veri” se avessimo potuto eliminare l'effetto della variabilità casuale? Gli estimatori bayesiani degli SMR, o degli SPMR ottenuti (BE o BR acronimo di Bayesian Risk) sono una stima dei Rischi “veri”. Nella metodica utilizzata nel presente lavoro essi tengono conto oltre che del singolo comune, anche di quelli complessivi nell'area considerata (nel nostro caso la Regione), soppesando gli SMR per le rispettive varianze. Un SMR elevato in un singolo comune tende così ad essere abbassato dalla media regionale, ma a sua volta ne aumenta il valore. Si ottiene complessivamente uno smorzamento delle oscillazioni, altrimenti tipicamente molto forti, degli SMR.

Il calcolo degli stimatori bayesiani è stato effettuato utilizzando il software “WinBUGS” Version 1.4, 1/2003 sviluppato da David Spiegelhalter[19], Andrew Thomas[20], Nicky Best[2] e Dave Lunn[2] che rappresenta un potente programma per le analisi Bayesiane che utilizza complessi modelli statistici basati sulle tecniche di Markov chain Monte Carlo (MCMC). Sono stati utilizzati i modelli statistici proposti dagli autori per studi analoghi e sono state effettuate 10.000 ripetizioni del test MCMC più 1.000 di prova. E' stata inoltre inserita nel calcolo una covariata legata alle condizioni socio-economiche dei diversi comuni (indice di deprivazione) in quanto è noto che le classi sociali più svantaggiate tendono ad ammalare di più. Tale indicatore è stato calcolato dall'Area di Epidemiologia Ambientale dell'ARPA Piemonte sulla base dei dati censuari ISTAT 1991.

### **Epidemiologia spaziale: ricerca dei cluster**

Per la ricerca dei cluster è stato utilizzato il software statistico SatScan v. 3.05 elaborato ed aggiornato nell'aprile 2003 da M. Kulldorff del National Cancer Institute di Bethesda. Questa applicazione statistica parte dalla assunzione che i casi si distribuiscano nel territorio seguendo la distribuzione di Poisson. Il metodo testa l'ipotesi nulla per la quale il rischio di ammalarsi, fatte le debite standardizzazioni, debba essere uguale in ogni zona. Il sistema produce finestre circolari sulla mappa con centro e raggio mobile includendo pertanto sempre zone diverse con centroidi sui centroidi dei singoli comuni. In ogni finestra il raggio aumenta di dimensione fino a contenere non più del 30% della popolazione totale. Per ogni finestra è poi calcolata una funzione di verosimiglianza (likelihood) ed è massimizzata per tutte, identificando le zone che racchiudono più probabilmente dei cluster. Per testare l'ipotesi nulla è usata la procedura di Monte Carlo ripetuta 999 volte al fine di generare la distribuzione casuale. Il test statistico di massima verosimiglianza è calcolato per ogni distribuzione-replica random come per ogni distribuzione reale. Il test è convenzionalmente riconosciuto significativo per un livello di probabilità del 5% ( $p < 0,05$ ).

L'output del programma sono una serie di file con i risultati dei singoli test statistici e con le coordinate del centroide e del raggio della zona comprendente il cluster (cluster spaziali).

---

[1] MRC Biostatistics Unit, Institute of Public Health, Robinson Way, Cambridge CB2 2SR, UK

[2] Department of Epidemiology & Public Health, Imperial College School of Medicine, Norfolk Place, London W2 1PG, UK

Il programma è inoltre in grado di evidenziare, con la stessa metodica statistica, una clusterizzazione dei casi nel tempo (cluster temporali) utilizzando tutte le zone in studio e definendo l'inizio e la fine del periodo cluster in riferimento all'unità temporale scelta (anno, mese, giorno).

### Stima dei rischi per esposizione ad inquinanti atmosferici

La stima del rischio per l'esposizione ad inquinanti ambientali è stata effettuata utilizzando il solo parametro PM<sub>10</sub>. Si è utilizzato un solo parametro sia per il basso livello degli inquinanti rilevato nell'anno che per il fatto che il particolato con dimensione inferiore a 10µm rappresenta una delle misure più utili tenuto conto della sua ben stabilita associazione con gli effetti negativi sulla salute e della plausibilità biologica dei meccanismi d'azione. La valutazione degli eventi sanitari attribuibili all'inquinamento atmosferico si basa sul concetto di "proporzione del rischio attribuibile"<sup>21</sup> all'esposizione e cioè la frazione della frequenza di un evento sanitario attribuibile direttamente all'esposizione (assumendo la causalità diretta dell'esposizione, corretta per gli eventuali maggiori effetti confondenti). Il calcolo parte dall'assunto che i rischi relativi utilizzati siano aggiustati per ogni possibile confondente. Nel calcolo intervengono oltre alle concentrazioni dell'inquinante la misura dell'incidenza di un certo evento sanitario nella popolazione ed il rischio stimato statisticamente per incrementi di 10 µg/m<sup>3</sup> di contaminante con la relazione:

$$AP = \text{SUM} \{ [RR(c) - 1] * p(c) \} / \text{SUM}[RR(c) * p(c)];$$

dove RR(c) = rischio relativo per l'evento sanitario nella categoria (c) di esposizione;

p(c) = proporzione della popolazione nella categoria (c) di esposizione.

La popolazione esposta è quella dell'ambito territoriale dove viene misurata l'esposizione (comune, quartiere, ecc.).

I rischi relativi sono ricavati da studi epidemiologici locali o internazionali.

Conoscendo o assumendo una certa frequenza di eventi sanitari nella popolazione, I, il rapporto (o il numero di casi per unità di popolazione) attribuito all'esposizione è

$$IE = I * AP;$$

e conoscendo la numerosità della popolazione N possono essere stimati i casi attribuiti all'esposizione:

$$NE = IE * N;$$

la frequenza del fenomeno nei non esposti INE sarà quindi:

$$INE = I - IE = I * (1 - AP)$$

Oltre al numero totale dei casi attribuiti l'analisi permette di stimare l'incidenza in eccesso (I+(c)) ed i casi in eccesso (N+(c)) per le diverse categorie di esposizione a partire dalla conoscenza dei rischi relativi per livello di incremento dell'esposizione:

$$I + (c) = (RR(c) - 1) * p(c) * INE;$$

$$N + (c) = I + (c) * N.$$

L'utilizzo degli intervalli di confidenza dei **RR** permette poi di conoscere gli stessi intervalli anche per le frequenze od i casi in eccesso.

Nel calcolo sono stati utilizzati i dati di incidenza regionale di ricovero per infarto miocardico nel 2002 pari a 205 (3.019 ricoveri / 1.469.195 residenti) \* 100.000 abitanti. Il RR è stato ricavato dalla

letteratura nazionale<sup>22</sup> utilizzando, in mancanza del rischio specifico per infarto, il dato riferito al rischio per ricovero ospedaliero per patologie cardiache pari a 1,0082 (1,0032 – 1,0132) per incrementi di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM.

Il calcolo è stato effettuato utilizzando il pacchetto per la valutazione dell'impatto sanitario della qualità dell'aria "AirQ ver 1.2", un software specializzato che permette la stima degli effetti sulla salute dell'esposizione ad un dato inquinante atmosferico in una area urbana definita e per un periodo di tempo definito.

Il pacchetto è stato sviluppato dal WHO Centro Europeo sull'Ambiente e sulla Salute, Divisione Bilthoven, è stato testato dall'Ufficio WHO-ECEH di BONN ed è da questo distribuito gratuitamente.

L'attendibilità dei risultati delle elaborazioni è dipendente, oltre che dalla validità del RR utilizzato, dal rapporto di causalità esistente tra l'inquinante e l'effetto sanitario rilevato, dall'assenza di confondenti o modificanti l'effetto e dalla stima rappresentativa della popolazione esposta e dell'esposizione media.

### Tecniche statistiche utilizzate nell'analisi caso controllo

E' stata effettuata una analisi di correlazione tra i vari parametri ambientali e meteo-climatici.

Nello studio caso-controllo le concentrazioni degli inquinanti e le misure dei parametri meteo-climatici sono state aggregate in quartili calcolati sull'intero anno di misurazioni; questo ha comportato l'individuazione di 4 fasce di esposizione.

Sono stati inclusi nello studio tutti i ricoveri per infarto miocardico e tutti i ricoveri per le cause ICD IX 800-999 registrati nell'anno 2002 di residenti ad Ancona con età superiore a 39 anni.

**Tabella 3. Gruppi utilizzati nello studio caso controllo. Ancona 2002.**

	Maschi		Femmine		Totali
	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	
<b>Ricoveri per infarto miocardico</b>	44	76	8	80	208
<b>Ricoveri per cause ICD IX 800-999</b>	194	176	413	136	919

I controlli sono rappresentati dall'insieme dei ricoveri avvenuti in periodi a bassa esposizione ambientale (1° quartile per tutti i parametri ad eccezione della temperatura media per cui l'esposizione minore è stata considerata quella del 3° quartile).

L'indagine è stata effettuata con la tecnica della regressione logistica.

Nei calcoli statistici sono state prese in considerazione la concentrazione degli inquinanti e la misura dei parametri meteo-climatici del giorno del ricovero (lag 0), dei tre giorni precedenti (lag 1, 2, 3) e della media dei quattro giorni.

Data l'evidente forte correlazione dell'incidenza dei ricoveri per infarto con il sesso e con l'età le analisi sono state stratificate per queste due variabili. La variabile età è stata utilizzata come variabile categoriale classificando i ricoverati in due classi di età: "giovani" con età compresa tra i 40 e i 64 anni e "anziani" con età maggiore di 64 anni.

22 Biggeri A., Baccini B., Accetta G., Lagazio C. Stime degli effetti a breve termine degli inquinanti atmosferici in Italia. Epidemiol Prev 2002; 26: 203-205.

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

### RISULTATI

Prima di riportare i risultati dell'indagine specifica si è ritenuto utile conoscere la situazione epidemiologica della morbosità per infarto miocardio nella regione Marche sia nell'anno 2002 che negli anni precedenti anche per evidenziare se Ancona rappresentasse una situazione epidemiologica particolare nel quadro complessivo regionale.

#### Morbosità per infarto del miocardio nella Regione Marche

Nella tabella seguente si riportano le incidenze per sesso della morbosità nel periodo considerato 1996-2002 di residenti nella regione Marche con età > 39 anni. Si deve tenere in considerazione il fatto che i ricoveri dell'anno 1996 possono essere sovrastimati in quanto il filtro sui primi ricoveri agisce progressivamente solo negli anni successivi; pertanto nel 1996 possono essere accumulate sia le nuove diagnosi dell'anno che i ricoveri per controlli e terapie di casi diagnosticati negli anni precedenti.

**Tabella 4. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio nella regione Marche periodo 1996-2002 (ICD IX 410.) (età > 39 anni).**

SESSO/ANNO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Totali
Maschi	1423	1414	1430	1378	1548	1639	1694	10526
Femmine	640	670	735	680	746	900	892	5263
Totali	2063	2084	2165	2058	2294	2539	2586	15789

Nella tabella seguenti sono riportati gli stessi dati dopo standardizzazione sulla base della variazione della struttura della popolazione nei diversi anni utilizzando come riferimento la popolazione regionale media, per genere ed età, del periodo).

**Tabella 5. Valori standardizzati dei ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio nella regione Marche periodo 1996-2002 (età > 39 anni).**

SESSO/ANNO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Totali
Maschi	1477,5	1449,3	1449,9	1380,4	1531,0	1593,9	1619,9	10501,9
Femmine	676,9	695,4	748,8	682,3	731,3	865,4	843,1	5243,2

Nella tabella seguente sono riportati i ricoveri rilevati ad Ancona nello stesso periodo.

**Tabella 6. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio di residenti nel comune di Ancona periodo 1996-2002 (ICD IX 410.) (età > 39 anni).**

SESSO/ANNO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Totali
Maschi	93	105	131	127	100	120	120	796
Femmine	58	46	60	59	62	72	84	441
Totali	151	151	191	186	162	192	204	1237

Le figure seguenti rappresentano la distribuzione dei ricoveri nell'intero gruppo di popolazione e nei sottogruppi dei "giovani" (< 65 anni) ed anziani (>64 anni). Da queste ultime figure si può rilevare che l'incremento evidenziabile nel primo grafico è attribuibile prevalentemente alle età più avanzate.

Nella prima figura, al fine del corretto confronto tra i valori annuali, si riportano anche i valori standardizzati annuali riferiti alla popolazione regionale media del periodo.

Figura 1. Distribuzione annuale per sesso dei ricoveri per infarto del miocardio (ICD IX 410) (età > 39 anni).

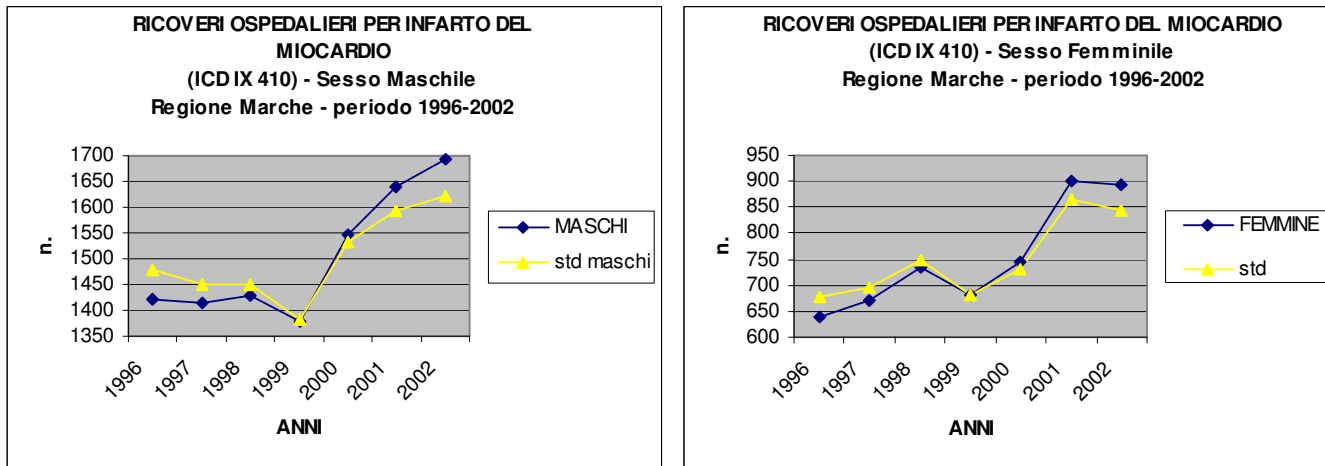


Figura 2. Ricoveri ospedalieri per infarto miocardico nella popolazione “giovane”.

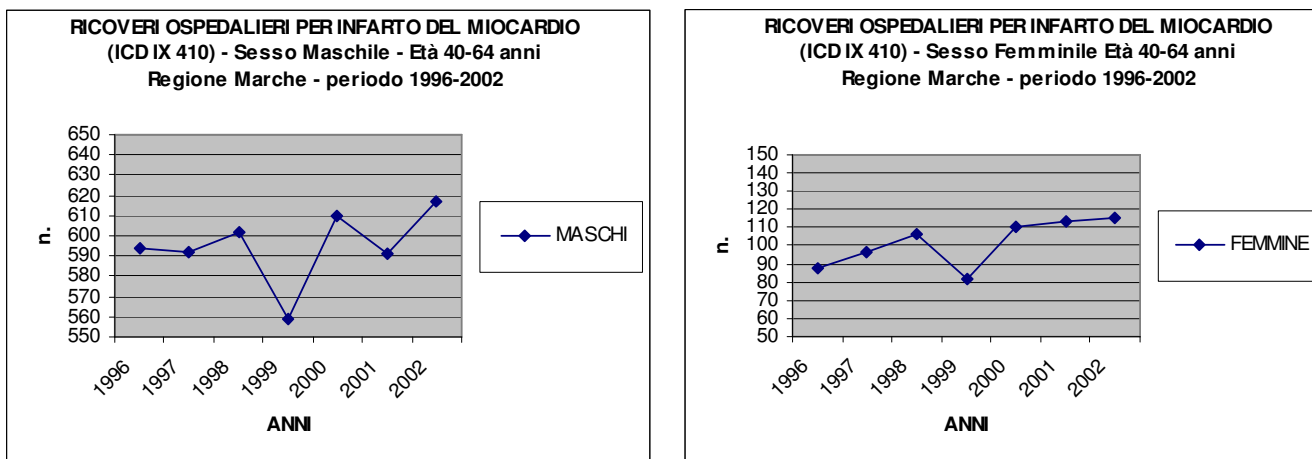
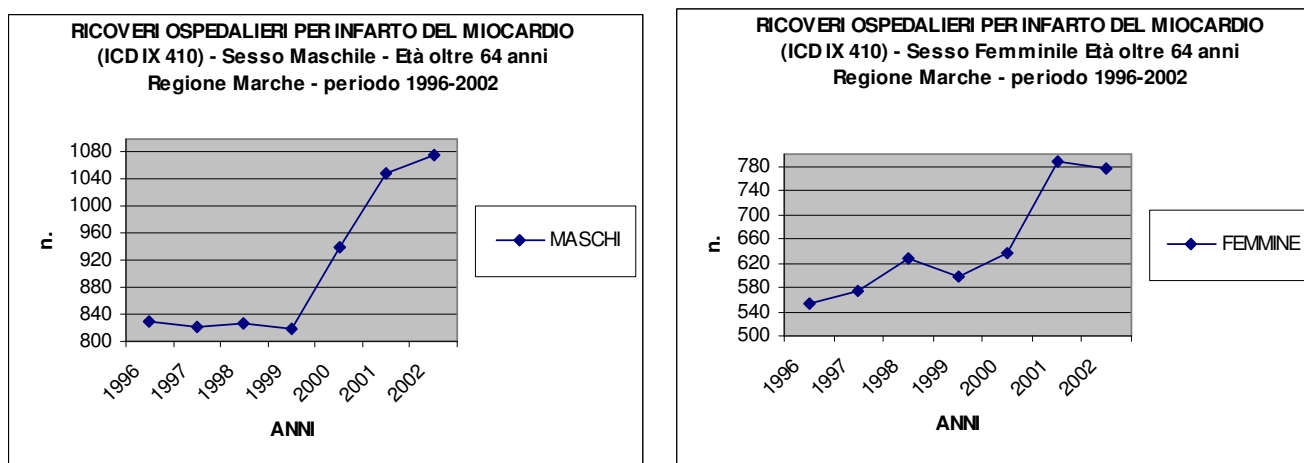
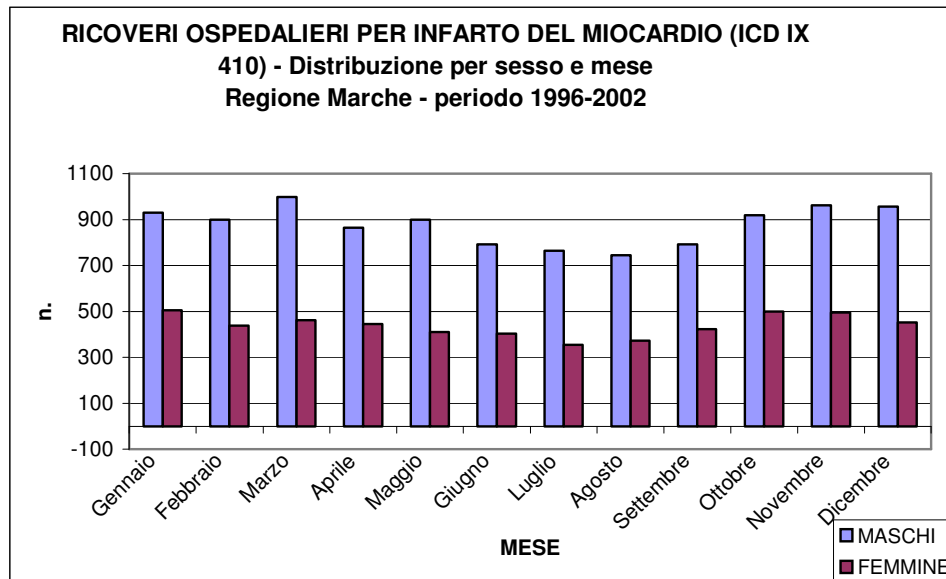


Figura 3. Ricoveri ospedalieri per infarto miocardico nella popolazione “anziana”.



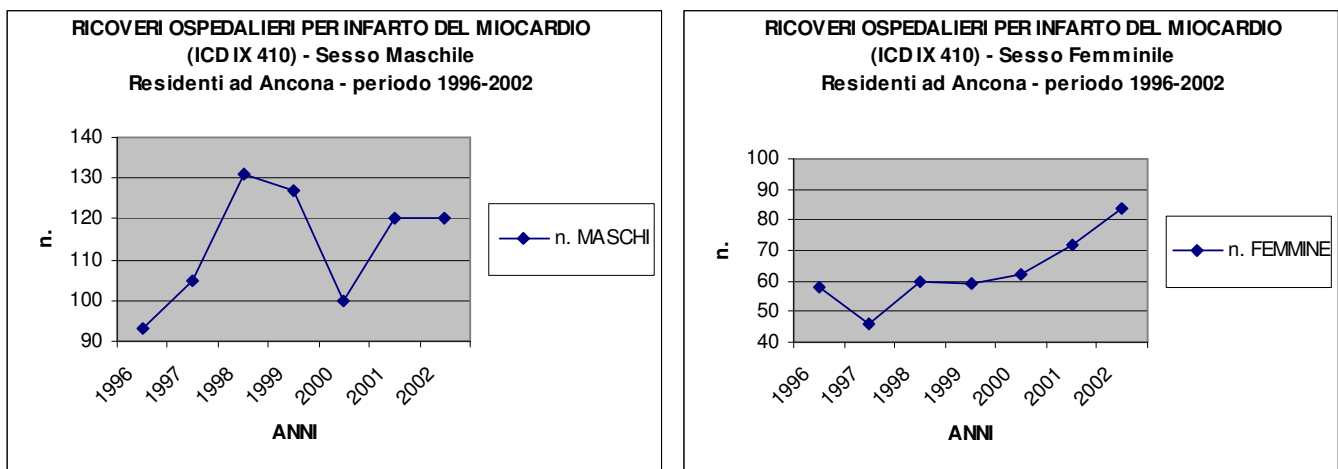
La figura successiva descrive la stagionalità nei ricoveri per infarto miocardico con una evidente riduzione della frequenza degli stessi nella stagione estiva per entrambi i sessi.

**Figura 4. Ricoveri ospedalieri per infarto miocardico distribuzione per sesso e mese.**



Nella figura seguente si riportano le distribuzioni dei ricoveri per infarto di residenti nel comune di Ancona che, almeno per il sesso femminile, risulta abbastanza allineata con quanto riscontrato nell'intera regione.

**Figura 5. Distribuzione annuale per sesso dei ricoveri di residenti nel comune di Ancona per infarto del miocardio (ICD IX 410) (età > 39 anni).**



Le figure successive mostrano le strutture per età e sesso dei ricoverati residenti nelle Marche e ad Ancona. Si rileva che nel sesso femminile la frequenza aumenta con l'età mentre nel sesso

maschile questo è meno evidente anche per il fatto che la vita media dei maschi è minore e quindi questo sesso è meno rappresentato nelle classi di età più elevata.

Figura 6. Distribuzione per sesso e classe d'età dei ricoveri per infarto del miocardio nella regione Marche periodo 1996-2002

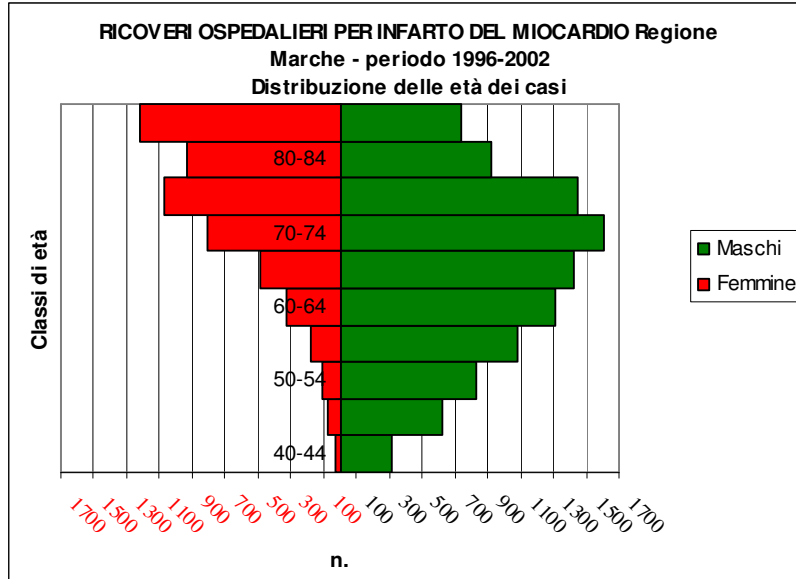
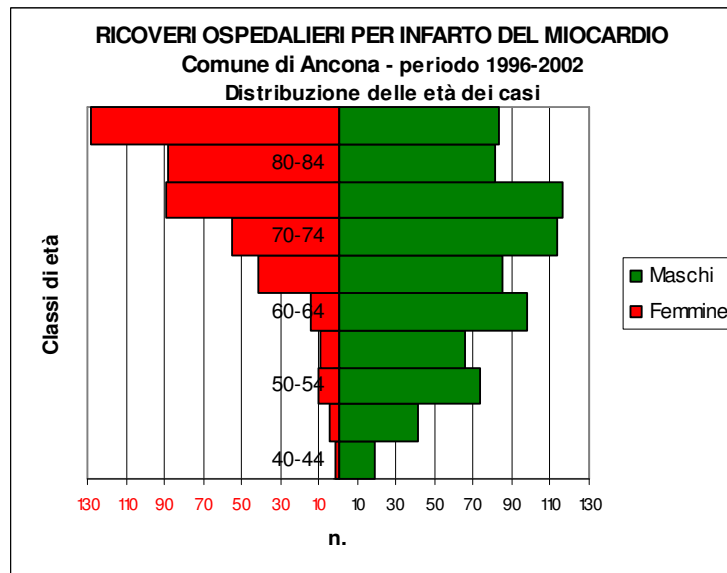
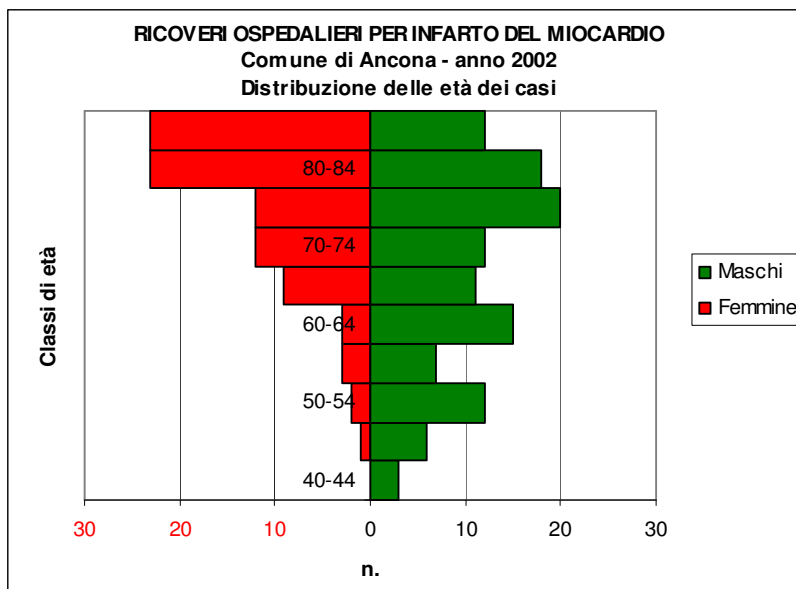


Figura 7. Distribuzione per sesso e classe d'età dei ricoveri per infarto del miocardio di residenti ad Ancona periodo 1996-2002



**Figura 8. Distribuzione per sesso e classe d'età dei ricoveri per infarto del miocardio di residenti ad Ancona nell'anno 2002**



Di seguito si riportano i comuni che hanno presentato eccessi di ricoveri per infarto statisticamente significativi con l'eventuale conferma dell'indicatore Bayesiano di lisciamento (BR SMR in rosso se significativo).

**Tabella 7. Eccessi di ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio. SMR e/o BR statisticamente significativi (in rosso)**

cod. comune	comune	sesto	Osservati medi	Attesi medi	SMR (ic)	BR SMR (ic)	n. cluster
41013	FANO	F	32,9	27,8	<b>118</b> (103-134)	<b>115</b> (102-130)	
41013	FANO	M+F	91,9	84,6	<b>109</b> (100-117)	107 (100-116)	
41014	FERMIGNANO	F	4,6	2,9	<b>160</b> (109-226)	123 (95-157)	
41014	FERMIGNANO	M+F	12,0	9,2	<b>130</b> (104-162)	115 (97-136)	
41024	MAIOLO	F	1,1	0,4	<b>255</b> (110-503)	119 (86-165)	
41049	PIOBBICO	F	2,9	1,2	<b>244</b> (149-377)	131 (96-180)	
41049	PIOBBICO	M+F	5,1	3,4	<b>153</b> (107-212)	115 (92-143)	
41066	URBANIA	M	9,4	6,5	<b>145</b> (112-184)	117 (97-142)	
41066	URBANIA	M+F	12,7	9,8	<b>130</b> (104-160)	115 (98-136)	
41067	URBINO	F	10,7	8,2	<b>131</b> (103-164)	119 (98-143)	
42002	ANCONA	M	113,7	101,6	<b>112</b> (104-120)	<b>110</b> (103-118)	
42002	ANCONA	F	63,0	55,4	<b>114</b> (103-125)	<b>112</b> (102-122)	
42002	ANCONA	M+F	176,7	160,1	<b>110</b> (104-117)	<b>109</b> (104-115)	
42003	ARCEVIA	F	5,6	3,8	<b>146</b>	115	

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

### Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

					(104-200)	(90-146)	
42045	SENIGALLIA	M	52,3	44,1	<b>119</b> (107-131)	<b>115</b> (104-126)	
42045	SENIGALLIA	M+F	77,3	68,0	<b>114</b> (104-124)	<b>112</b> (103-121)	
43004	BELFORTE DEL CHIANTI	F	1,9	0,8	<b>229</b> (122-391)	112 (83-152)	
43004	BELFORTE DEL CHIANTI	M+F	4,0	2,4	<b>165</b> (109-238)	111 (89-139)	
43053	TOLENTINO	F	13,1	10,1	<b>130</b> (104-159)	115 (95-139)	
43053	TOLENTINO	M+F	35,6	30,2	<b>118</b> (104-134)	<b>113</b> (100-126)	
44007	ASCOLI PICENO	M	67,7	53,1	<b>128</b> (116-140)	<b>123</b> (113-134)	1
44007	ASCOLI PICENO	F	35,1	26,4	<b>133</b> (117-151)	<b>127</b> (112-142)	1
44007	ASCOLI PICENO	M+F	102,9	80,1	<b>128</b> (119-138)	<b>125</b> (117-135)	1
44019	FERMO	M	45,3	38,3	<b>118</b> (106-132)	<b>114</b> (102-126)	2
44051	MONTE VIDON CORRADO	M	2,0	0,9	<b>225</b> (123-377)	109 (85-138)	
44051	MONTE VIDON CORRADO	M+F	2,6	1,4	<b>182</b> (108-288)	108 (85-137)	
44056	PALMIANO	F	0,7	0,1	<b>584</b> (190-1363)	108 (76-154)	
44056	PALMIANO	M+F	1,3	0,4	<b>337</b> (154-641)	108 (83-141)	
44060	PORTO SAN GIORGIO	M	20,4	16,3	<b>125</b> (105-147)	<b>116</b> (100-134)	2
44060	PORTO SAN GIORGIO	M+F	29,6	25,3	<b>117</b> (101-134)	112 (99-126)	2
44061	PORTO SANT'ELPIDIO	M	28,3	21,4	<b>132</b> (115-152)	<b>122</b> (107-139)	2
44061	PORTO SANT'ELPIDIO	M+F	38,1	30,4	<b>126</b> (111-142)	<b>119</b> (106-133)	2

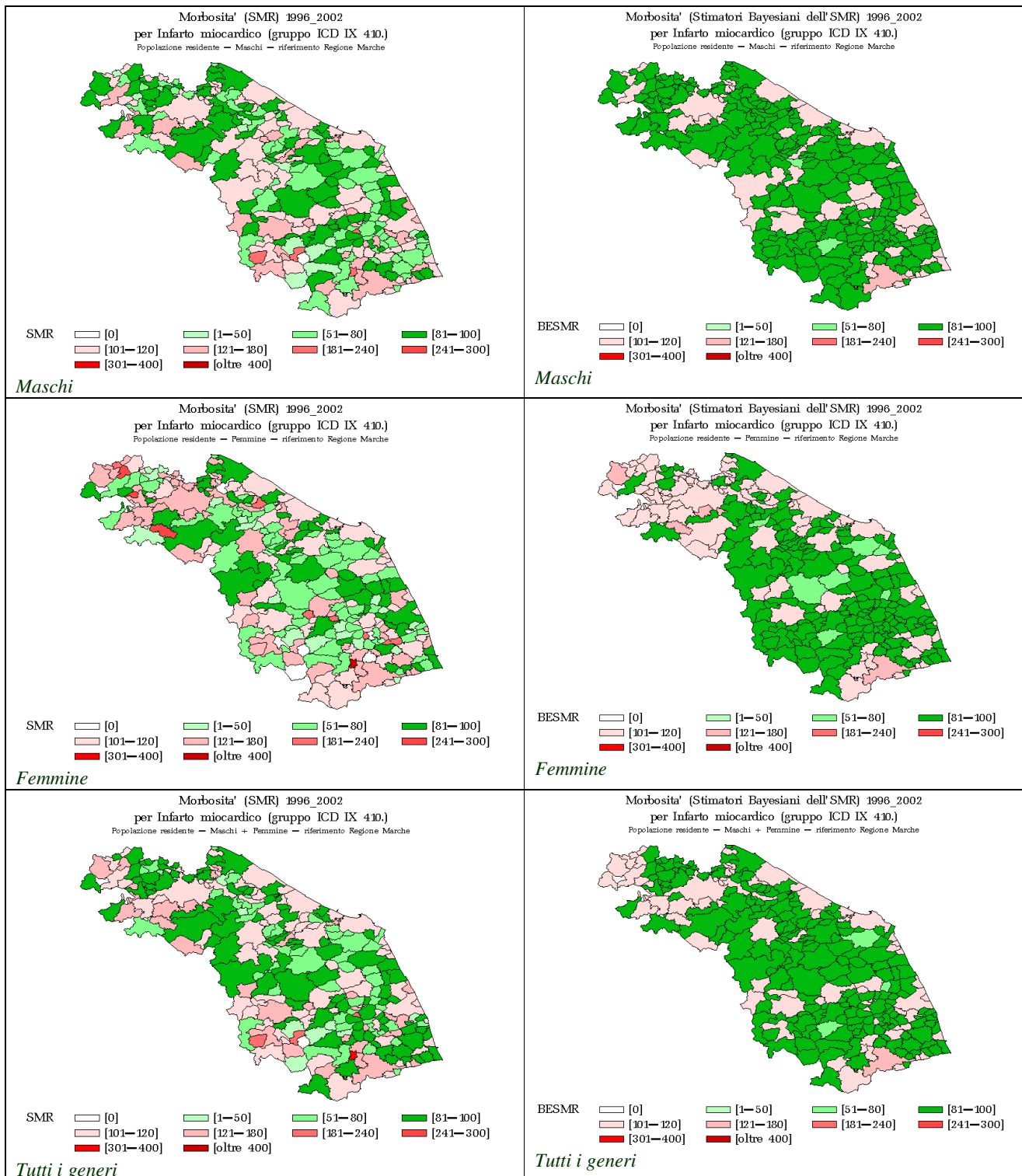
Le immagini seguenti rappresentano graficamente i risultati ottenuti dalle analisi epidemiologiche geografiche di morbosità.

# MORBOSITA' (SDO) NELLA REGIONE MARCHE ANNI 1996 – 2002

Figura 9. Morbosità per infarto miocardico (ICD IX 410.) - SMR e BR SMR

#### RAPPORTO STANDARDIZZATO DI MORTALITA' (SMR)

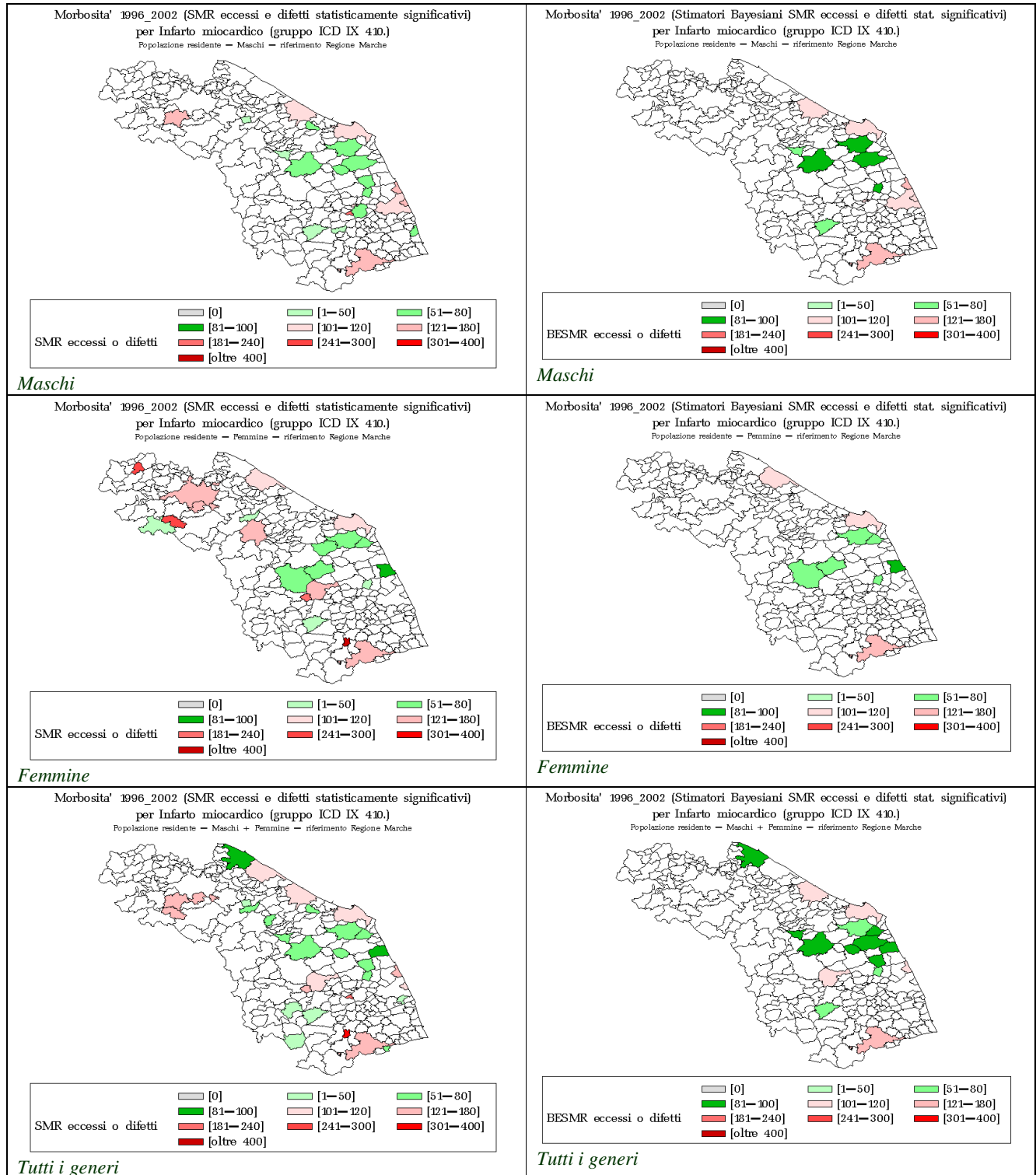
#### STIMATORI BAYESIANI DELL'SMR (BR)



**Figura 10. Morbosità per infarto miocardico - Eccessi e difetti significativi**

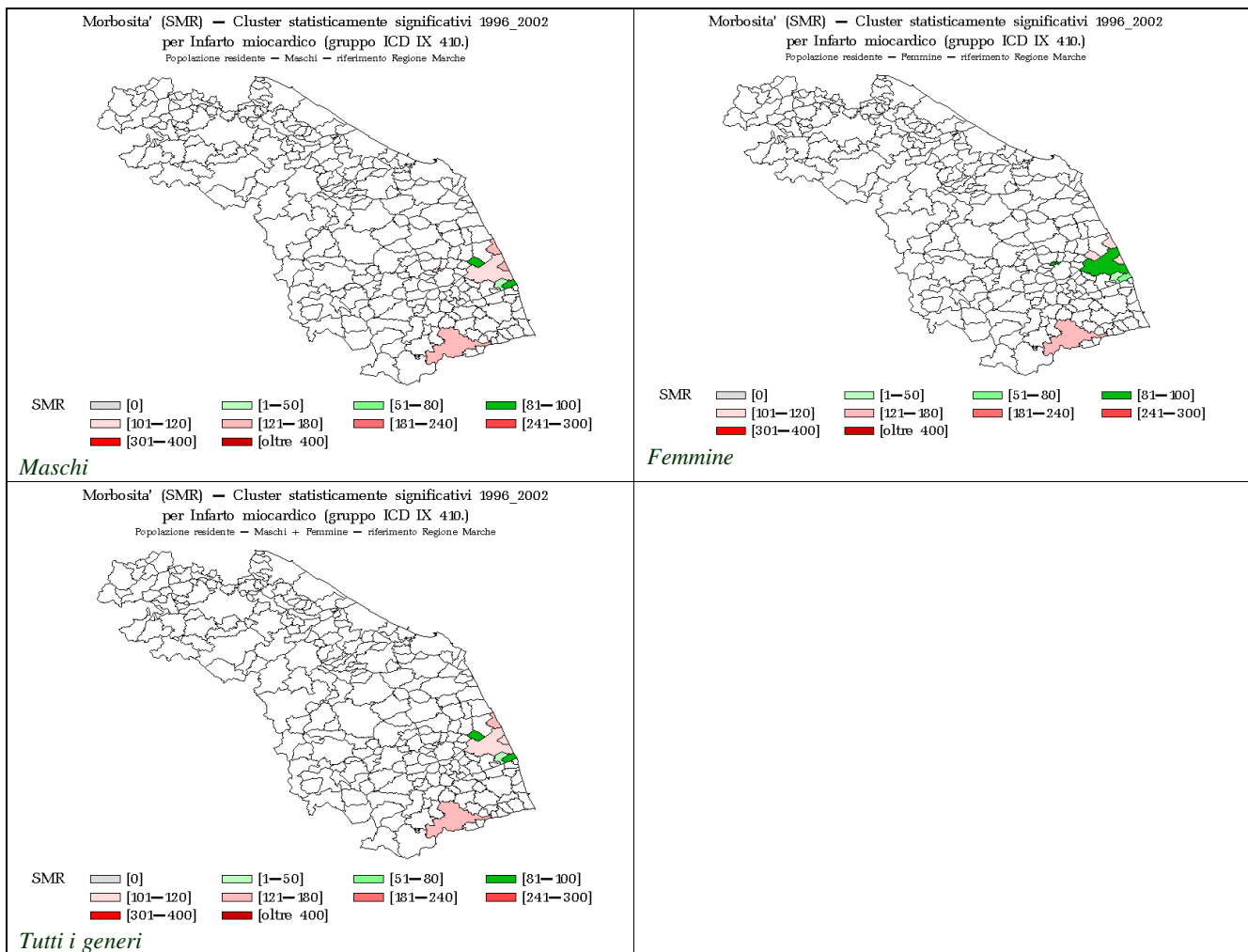
**ECCESSI – DIFETTI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEGLI SMR**

**ECCESSI – DIFETTI STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVI DEI BR**



**Figura 11. Morbosità per infarto miocardico - Cluster spaziali statisticamente significativi**

#### CLUSTER STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVI



Si rilevano eccessi confermati dagli indicatori bayesiani in alcuni comuni costieri (Fano, Senigallia, Ancona, Porto S. Giorgio e Porto S. Elpidio) e in modo particolarmente costante ad Ascoli Piceno. Si rilevano due cluster spaziali per entrambi i sessi nell'area dei comuni di Porto S. Giorgio, Porto S. Elpidio e Fermo e nell'area del comune di Ascoli Piceno.

Nella tabella seguente sono riportati i comuni appartenenti ai cluster con i rispettivi SMR (in rosso gli eccessi ed in verde i difetti statisticamente significativi).

**Tabella 8. Comuni appartenenti ai cluster di ricoveri per ICD IX 410. Periodo 1996-2002.**

<b>cod. comune</b>	<b>comune</b>	<b>sess</b>	<b>attesi medi</b>	<b>osservati medi</b>	<b>SMR</b>	<b>n. Cluster</b>
44003	ALTIDONA	M	1,9	2,1	90,4	2
44003	ALTIDONA	F	0,7	0,9	76,9	2
44003	ALTIDONA	M+F	2,6	2,9	87,8	2
44007	ASCOLI PICENO	M	67,7	53,1	<b>127,5</b>	1
44007	ASCOLI PICENO	F	35,1	26,4	<b>133,1</b>	1
44007	ASCOLI PICENO	M+F	102,9	80,1	<b>128,4</b>	1
44019	FERMO	M	45,3	38,3	<b>118,2</b>	2
44019	FERMO	F	17,0	18,5	91,7	2
44019	FERMO	M+F	62,3	56,6	110,1	2
44025	LAPEDONA	M	0,6	1,3	43,9	2
44025	LAPEDONA	F	0,3	0,6	47,0	2
44025	LAPEDONA	M+F	0,9	1,9	<b>45,6</b>	2
44049	MONTE URANO	M	7,1	7,7	93,2	2
44049	MONTE URANO	F	3,9	3,5	111,4	2
44049	MONTE URANO	M+F	11,0	11,0	100,1	2
44060	PORTO SAN GIORGIO	M	20,4	16,3	<b>125,0</b>	2
44060	PORTO SAN GIORGIO	F	9,1	8,6	106,2	2
44060	PORTO SAN GIORGIO	M+F	29,6	25,3	<b>116,7</b>	2
44061	PORTO SANT'ELPIDIO	M	28,3	21,4	<b>132,5</b>	2
44061	PORTO SANT'ELPIDIO	F	9,9	9,2	107,3	2
44061	PORTO SANT'ELPIDIO	M+F	38,1	30,4	<b>125,6</b>	2



### Parametri ambientali

La qualità dell'aria rilevata nel corso del 2002 ad Ancona si è dimostrata non particolarmente preoccupante. Valutazione questa da verificare sulla base dei dati più affidabili sul PM<sub>10</sub> che saranno disponibili nel 2003. Si deve tenere inoltre in considerazione che le stazioni di rilevamento sono poste in zone ad alto traffico e le misure non sono mediate con rilevazioni di zone "pulite" (fondo). Il traffico urbano è oggi la principale sorgente di inquinamento atmosferico ad Ancona, tuttavia gran parte della popolazione risiede in zone dove il traffico è in genere meno intenso. Nella tabella seguente si riportano i dati aggregati ed i principali indicatori statistici dei parametri ambientali rilevati nell'anno.

**Tabella 9. Parametri meteo-climatici ed inquinanti atmosferici rilevati ad Ancona nell'anno 2002. Medie giornaliere.**

Variabile	N	Media	Std Dev	Min.	Max.	n. super.	1° quartile	2° quartile	3° quartile
Temp. Media °C.	359	15.61866	6.93557	0.7	30.6		9,8	15.7	21.3
Temp. Min. °C.	355	11.49577	6.29547	-3.5	24.1				
Temp. Max. °C.	355	20.70141	7.83453	2.5	37.0				
Umidità relativa %	359	72.86992	14.01840	42.4	99.5		62.2	72.3	84.4
HUMIDEX	359	17.60550	9.60699	2.4	37.58		9.46	17.23	25.54
CO mg/m <sup>3</sup> **	328	1.30336	0.66842	0.2	6.5		0.90	1.20	1.52
NO <sub>2</sub> P.zza Roma µg/m <sup>3</sup>	269	60.10781	18.48839	17.0	116.0		47	58	73
O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup> *	276	51.00362	23.31917	7.0	111.0	1	34	52.25	66.25
PM <sub>10</sub> P.zza Roma µg/m <sup>3</sup>	240	34.22917	12.55388	12.0	97.0	6	25.0 (37,5)**	32.0 (48,0)**	41.0 (61,5)**

\* Media dei valori riscontrati nelle due stazioni di Piazza Roma e Torrette.

\*\* Con fattore di correzione (1,5) per la non affidabilità del metodo di misura.

Con i limiti descritti nella sezione materiali e metodi per l'incertezza sulle misure del particolato sono stati riscontrati nell'anno solo pochi superamenti dei limiti previsti dalla normativa nazionale: 6 superamenti per i parametri PM<sub>10</sub> (o 43 applicando alle misure la correzione proposta dal Ministero dell'Ambiente) e 1 superamento per l'O<sub>3</sub>.

I requisiti di qualità dell'aria e la normativa di riferimento per le esposizioni a breve termine sono riportati nella tabella seguente.

**Tabella 10. Qualità dell'aria. Valori limite con i rispettivi margini di tolleranza e soglie di allarme**

([www.sbiagogicalta.it/aria/Monitoraggio%20aria.pdf](http://www.sbiagogicalta.it/aria/Monitoraggio%20aria.pdf) modif.).

TIPO DI ESPOSIZIONE:		ESPOSIZIONE ACUTA		
Parametro	Tipo di limite	Periodo di mediazione	Valore limite per il 2003	Tempi di raggiungimento del valore limite (margine toll.)
Biossido di Zolfo (SO <sub>2</sub> )	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	410 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte per anno civile	1/1/2002:440 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2003:410 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2004:380 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005:350 µg/m <sup>3</sup>

	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	<b>Non applicabile</b>	125 µg/m <sup>3</sup> dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme (DM 60/02)	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km <sup>2</sup> oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite orario per la protezione della salute umana (DM 60/02)	1 ora	<b>270 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di <b>18 volte</b> per anno civile	1/1/2002:280 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2003:270 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2004:260 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005:250 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2006:240 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2007:230 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2008:220 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2009:210 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2010:200 µg/m <sup>3</sup>
	Soglia di allarme (DM 60/02)	<b>400 µg/m<sup>3</sup></b> misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 Km <sup>2</sup> oppure in una intera zona o agglomerato, nel caso siano meno estesi		
<b>Materiale particolato (PM<sub>10</sub>)</b>	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02)	24 ore	<b>60 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di <b>35 volte</b> per anno civile	1/1/2002: 65 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2003: 60 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2004: 55 µg/m <sup>3</sup> 1/1/2005: 50 µg/m <sup>3</sup>
<b>Monossido di Carbonio (CO)</b>	Valore limite per la protezione della salute umana (DM 60/02)	Media massima giornaliera su 8 ore (medie mobili calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora)	<b>14 mg/m<sup>3</sup></b>	1/1/2002: 16 mg/m <sup>3</sup> 1/1/2003: 14 mg/m <sup>3</sup> 1/1/2004: 12 mg/m <sup>3</sup> 1/1/2005: 10 mg/m <sup>3</sup>
	<b>Periodo di validità dei limiti attualmente previsti</b>			
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 8 ore	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>	fino al 31/12/2004
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 1 ora	<b>40 mg/m<sup>3</sup></b>	fino al 31/12/2004
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	Livello di attenzione (DM 25/11/94)	Concentrazione media di 1 ora	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Livello di allarme (DM 25/11/94)	Concentrazione media di 1 ora	<b>360 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Livello. Prot. Salute (DM 16/05/96)	Concentrazione media di 8 ore	<b>110 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Valore limite (DPCM 28/03/83)	Concentrazione media di 1 ora da non raggiungere più di una volta al mese	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Soglia d'informazione	Media di 1 ora	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>	Dopo il recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
	Soglia d'allarme	Media di 1 ora	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b>	Dopo il recepimento della direttiva 2002/3/CE previsto per il 09/09/2003
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Valore Limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	Mediana delle concentrazioni di 24 ore nell'arco di 1 anno	<b>80 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al 31/12/2004
	Valore Limite(DPR 203/88 e succ. mod.)	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore rilevate nell'arco di un anno	<b>250 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al 31/12/2004
	Valore Limite (DPR 203/88 e succ. mod.)	Mediana delle medie delle 24 ore in inverno (1/10 – 31/03)	<b>130 µg/m<sup>3</sup></b>	Fino al 31/12/2004

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

Nella tabella seguente sono riportati i coefficienti di correlazione rilevati tra i parametri ambientali nel periodo di misurazione e la significatività statistica (p) degli stessi. I valori statisticamente significativi ( $p < 0,05$ ) sono nelle celle con sfondo colorato.

In particolare si può rilevare la correlazione diretta del  $PM_{10}$  con il CO e  $NO_2$  ed inversa dello stesso parametro con la temperatura media e l' $O_3$  come già ben noto ed attribuibile alle condizioni meteo-climatiche di Ancona.

**Tabella 11. Correlazione di Pearson tra i vari parametri ambientali** (in giallo/verde le correlazioni significative al 95%).

	Temp. media	Umidità %	Humidex	CO media	NO2	O3 media	PM <sub>10</sub>	Temp. min.	Temp. max.
<b>Temp. media</b>	1.00000	-0.37651	0.99092	-0.42947	0.15484	0.77541	-0.13611	0.96486	0.97005
<b>p</b>	-	<.0001	<.0001	<.0001	0.0119	<.0001	0.0375	<.0001	<.0001
<b>Umidità %</b>	-0.37651	1.00000	-0.26396	0.12079	-0.11181	-0.40823	0.13833	-0.26180	-0.45599
<b>p</b>	<.0001	-	<.0001	0.0297	0.0703	<.0001	0.0344	<.0001	<.0001
<b>CO media</b>	-0.42947	0.12079	-0.42869	1.00000	0.19874	-0.57532	0.30223	-0.48154	-0.31996
<b>p</b>	<.0001	0.0297	<.0001	-	0.0016	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
<b>NO2</b>	0.15484	-0.11181	0.13119	0.19874	1.00000	0.12045	0.29613	0.10241	0.18122
<b>p</b>	0.0119	0.0703	0.0335	0.0016	-	0.0831	<.0001	0.0981	0.0032
<b>O3 media</b>	0.77541	-0.40823	0.75755	-0.57532	0.12045	1.00000	-0.24380	0.74343	0.72671
<b>p</b>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0831	-	0.0007	<.0001	<.0001
<b>PM<sub>10</sub></b>	-0.13611	0.13833	-0.11627	0.30223	0.29613	-0.24380	1.00000	-0.10036	0.14219
<b>p</b>	0.0375	0.0344	0.0759	<.0001	<.0001	0.0007	-	0.1266	0.0300
<b>Temp. min</b>	0.96486	-0.26180	0.97288	-0.48154	0.10241	0.74343	-0.10036	1.00000	0.89853
<b>p</b>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0981	<.0001	0.1266	-	<.0001
<b>Temp. max</b>	0.97005	-0.45599	0.95213	-0.31996	0.18122	0.72671	-0.14219	0.89853	1.00000
<b>p</b>	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0032	<.0001	0.0300	<.0001	-



**Valutazione del rischio associato all'esposizione al PM<sub>10</sub>**

Considerati i bassi livelli di PM<sub>10</sub> a cui è sarebbe stata esposta la popolazione di Ancona nel corso del 2002 con solo 6 superamenti del limite di legge di 65 µg/m<sup>3</sup> ci si può attendere un basso impatto sanitario almeno per gli effetti acuti. La valutazione degli eventi sanitari parte dalla considerazione che non sono stati rilevati valori soglia di PM<sub>10</sub> al di sotto dei quali non si manifestano effetti avversi (NOAEL).

Nella tabella seguente si riportano i dati riferiti agli ipotetici ricoveri per infarto miocardico di residenti ad Ancona che sarebbe stato possibile evitare nel 2002 qualora la qualità dell'aria fosse stata compatibile con i diversi standard proposti.

**Tabella 12. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio attribuibili agli eccessi di PM<sub>10</sub> sui valori standard di qualità dell'aria. Ancona 2002.**

STANDARD PM <sub>10</sub>	N. RICOVERI EVITABILI (intervallo di confidenza)	NOTE
60 µg/m <sup>3</sup>	0,1 (0,0 – 0,1)	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02). Valore limite da raggiungere entro il 1/1/03
50 µg/m <sup>3</sup>	0,2 (0,1 – 0,3)	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02). Valore limite da raggiungere entro il 1/1/05
40 µg/m <sup>3</sup>	0,5 (0,2 – 0,8)	Obiettivo programmato dall'Unione Europea per il 2005
20 µg/m <sup>3</sup>	2,5 (1,0 – 3,9)	Obiettivo programmato dall'Unione Europea per il 2010
10 µg/m <sup>3</sup>	4,0 (1,6 – 6,4)	

Per i limiti della metodologia di misurazione del PM<sub>10</sub> con il TEOM si è provato a stimare l'impatto sanitario utilizzando la correzione delle misure di un fattore 1,5 come proposto dal Ministero dell'Ambiente. In questo caso i superamenti dei limiti di legge di 65 µg/m<sup>3</sup> sono stati 43, superiori quindi alla soglia dei 35 eccessi annuali ammessi dalla normativa nazionale.

Anche i ricoveri evitabili sono stati rivisti alla luce dei questi valori corretti.

**Tabella 13. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio attribuibili agli eccessi di PM<sub>10</sub> sui valori standard di qualità dell'aria. Valori delle misure fino al 3/12/02 corrette per un fattore 1,5. Ancona 2002.**

STANDARD PM <sub>10</sub>	N. RICOVERI EVITABILI (intervallo di confidenza)	NOTE
60 µg/m <sup>3</sup>	0,7 (0,3 – 1,1)	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02). Valore limite da raggiungere entro il 1/1/03
50 µg/m <sup>3</sup>	1,2 (0,5 – 2,0)	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (DM 60/02). Valore limite da raggiungere entro il 1/1/05
40 µg/m <sup>3</sup>	2,2 (0,8 – 3,5)	Obiettivo programmato dall'Unione Europea per il 2005
20 µg/m <sup>3</sup>	5,0 (2,0 – 7,9)	Obiettivo programmato dall'Unione Europea per il 2010
10 µg/m <sup>3</sup>	6,6 (2,6 – 10,4)	

**Analisi caso-controllo**

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

### Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

Con l'analisi caso controllo si è cercato di evidenziare il rischio dei residenti ad Ancona di essere colpiti da infarto con conseguente ricovero ospedaliero piuttosto che ricoverarsi per altre cause in relazione al peggioramento della qualità dell'aria. Nelle tabelle seguenti si riportano i risultati delle analisi di regressione logistica (odds ratio) con i rispettivi intervalli di confidenza (Wald).

Gli intervalli di confidenza particolarmente ampi sono indicativi della scarsa numerosità dello strato e quindi della scarsa affidabilità del risultato.

Gli odd ratio statisticamente significativi sono evidenziati con la colorazione della cella.

L'odd può essere interpretato come il rischio di presentare infarto del miocardio (con ricovero ospedaliero) ad Ancona nel 2002 per l'incremento, ad ogni passaggio al quartile superiore, dell'esposizione al fattore ambientale in esame.

In pratica si potrebbe dire che all'aumentare di un inquinante al quartile superiore il rischio si modifica di un fattore pari all'odd ratio.

Nel caso che l'odd ratio sia = 1 non si rileva un incremento del rischio di ricovero per infarto al modificarsi dei parametri ambientali nei confronti dei ricoveri per le altre cause considerate e ritenute indipendenti dai fattori ambientali.

Le esposizioni eventualmente responsabili dell'infarto non sono necessariamente quelle rilevate il giorno del ricovero per cui nelle colonne Lag sono riportati gli odd calcolati sulle misurazioni del parametro effettuate nei giorni anche precedenti il ricovero (es. Lag 0 = giorno del ricovero, Lag 1 = giorno precedente, ecc.).

Nella seconda tabella di ciascun parametro si valuta l'eccesso di rischio riferito ad ogni singolo quartile nei confronti del primo quartile che rappresenta generalmente l'esposizione più bassa.

Nel caso della temperatura media si è ritenuto fare il confronto con il terzo quartile (nello studio il 3° quartile era compreso tra i 15,7 e 21,3°C.) in quanto l'esposizione a rischio è rappresentata dalle basse temperature più che dalle alte.

Per questo parametro possono quindi esistere difficoltà interpretative anche nella tabella principale che media il rischio tra tutti i quartili.

La correzione delle misure del PM<sub>10</sub> per il fattore legato all'incertezza eccessiva del metodo di misura non dovrebbe comportare evidenti variazioni dei risultati finali dell'analisi in quanto:

- tale correzione, in mancanza di dati certi sulla sua linearità, è da applicare in modo omogeneo a tutta la serie di misure;
- i dati utilizzati nell'analisi non sono valutati come tali ma sono rappresentati dal quartile di appartenenza della misura e pertanto rimangono pressoché invariati anche a seguito della correzione.

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

Tabella 14. Odd ratio relativi alle possibili associazioni delle temperature medie con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.

<b>T media</b>	<b>Lag 0</b>		<b>Lag 1</b>		<b>Lag 2</b>		<b>Lag 3</b>		<b>Media 4 gg</b>	
(1 quartile)	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>
<b>Maschi</b>	1.106 0.827 - 1.481	0.875 0.686 - 1.117	1.041 0.776 - 1.397	0.900 0.705 - 1.151	1.000 0.742 - 1.348	0.852 0.666 - 1.090	0.991 0.733 - 1.338	0.892 0.697 - 1.142	1.064 0.785 - 1.442	0.907 0.709 - 1.160
<b>Femmine</b>	1.092 0.577 - 2.069	1.080 0.870 - 1.342	0.860 0.459 - 1.611	1.172 0.942 - 1.459	1.051 0.567 - 1.950	1.126 0.909 - 1.394	0.972 0.521 - 1.814	1.019 0.823 - 1.262	0.983 0.523 - 1.847	1.117 0.898 - 1.390

Tabella 15. Odd ratio relativi alle possibili associazioni delle temperature medie con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di temperatura con il terzo quartile come riferimento.

<b>T media</b>	<b>Lag 0</b>		<b>Lag 1</b>		<b>Lag 2</b>		<b>Lag 3</b>		<b>Media 4 gg.</b>	
Quartile n vs. quart. 3	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>
<b>Maschi 1 vs. 3</b>	0.740 0.294 - 1.862	0.926 0.467 - 1.835	1.024 0.400 - 2.622	0.909 0.459 - 1.800	0.926 0.357 - 2.400	1.023 0.512 - 2.044	1.064 0.386 - 2.929	0.789 0.389 - 1.598	0.691 0.267 - 1.785	0.989 0.503 - 1.944
<b>2 vs. 3</b>	0.323 0.112 - 0.932	0.798 0.385 - 1.655	0.747 0.282 - 1.981	0.765 0.370 - 1.584	0.667 0.261 - 1.701	0.826 0.401 - 1.702	0.900 0.353 - 2.295	0.681 0.336 - 1.382	0.375 0.145 - 0.974	0.763 0.366 - 1.589
<b>4 vs. 3</b>	0.739 0.310 - 1.762	0.484 0.209 - 1.125	1.056 0.427 - 2.609	0.521 0.223 - 1.215	0.800 0.325 - 1.971	0.506 0.217 - 1.179	0.975 0.387 - 2.454	0.409 0.176 - 0.948	0.596 0.250 - 1.419	0.603 0.268 - 1.359
<b>Femmine 1 vs. 3</b>	0.438 0.038 - 5.087	0.530 0.271 - 1.036	0.362 0.062 - 2.114	0.362 0.180 - 0.729	0.775 0.103 - 5.815	0.397 0.202 - 0.779	1.714 0.149 - 19.690	0.388 0.201 - 0.747	0.971 0.129 - 7.299	0.444 0.222 - 0.887
<b>2 vs. 3</b>	1.077 0.169 - 6.876	0.728 0.386 - 1.376	0.468 0.080 - 2.750	0.560 0.298 - 1.052	1.000 0.132 - 7.555	0.653 0.347 - 1.229	4.000 0.394 - 40.593	0.505 0.271 - 0.942	1.000 0.133 - 7.527	0.558 0.296 - 1.055
<b>4 vs. 3</b>	0.757 0.100 - 5.708	0.601 0.306 - 1.178		0.505 0.261 - 0.979	0.912 0.121 - 6.870	0.490 0.248 - 0.967	2.322 0.201 - 26.854	0.277 0.131 - 0.584	0.917 0.122 - 6.883	0.529 0.274 - 1.019

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

Tabella 16. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del monossido di carbonio con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.

CO (1 quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg	
	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani
Maschi	1.115 0.844 - 1.472	1.151 0.924 - 1.434	0.942 0.707 - 1.256	1.230 0.988 - 1.531	1.000 0.755 - 1.325	1.142 0.915 - 1.426	0.761 0.565 - 1.025	0.948 0.758 - 1.185	0.932 0.695 - 1.248	1.047 0.834 - 1.315
Femmine	1.605 0.828 - 3.112	1.069 0.877 - 1.303	0.653 0.325 - 1.312	1.014 0.831 - 1.236	1.446 0.777 - 2.689	1.012 0.826 - 1.239	1.403 0.759 - 2.595	1.152 0.942 - 1.408	1.473 0.721 - 3.006	0.992 0.802 - 1.227

Tabella 17. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del monossido di carbonio con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di CO.

CO (1 quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg.	
	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani
Maschi 2 vs. 1	1.302 0.516 - 3.285	1.700 0.809 - 3.573	1.486 0.634 - 3.483	1.459 0.699 - 3.046	0.699 0.279 - 1.750	0.824 0.381 - 1.782	0.646 0.280 - 1.48	0.952 0.483 - 1.876	0.768 0.307 - 1.921	1.228 0.578 - 2.610
3 vs. 1	1.580 0.588 - 4.245	0.984 0.427 - 2.271	1.676 0.681 - 4.127	0.837 0.352 - 1.990	0.978 0.383 - 2.498	1.694 0.806 - 3.561	0.435 0.149 - 1.276	0.698 0.285 - 1.706	1.152 0.432 - 3.072	0.560 0.195 - 1.610
4 vs. 1	1.379 0.566 - 3.359	1.768 0.889 - 3.517	0.653 0.233 - 1.834	2.152 1.100 - 4.211	0.965 0.404 - 2.303	1.303 0.652 - 2.605	0.480 0.193 - 1.193	0.902 0.454 - 1.792	0.704 0.277 - 1.789	1.292 0.622 - 2.685
Femmine 2 vs. 1	1.026 0.062 - 17.006	1.059 0.528 - 2.124	0.541 0.093 - 3.127	1.248 0.664 - 2.347		1.294 0.692 - 2.419	3.462 0.346 - 34.645	1.110 0.587 - 2.097	0.458 0.027 - 7.669	1.241 0.639 - 2.413
3 vs. 1	4.680 0.461 - 47.537	1.231 0.627 - 2.417	0.400 0.042 - 3.786	0.776 0.357 - 1.685	1.387 0.218 - 8.834	1.117 0.553 - 2.260	2.250 0.134 - 37.801	1.257 0.598 - 2.642	2.200 0.214 - 22.591	0.791 0.357 - 1.754
4 vs. 1	3.441 0.342 - 34.648	1.196 0.644 - 2.220	0.294 0.031 - 2.759	1.148 0.623 - 2.117	2.261 0.424 - 12.057	1.052 0.550 - 2.011	4.219 0.420 - 42.421	1.536 0.826 - 2.856	1.833 0.179 - 18.739	1.113 0.565 - 2.192

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

Tabella 18. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del biossido di azoto con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.

NO2 (1quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg	
	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>
<b>Maschi</b>	0.927 0.703 - 1.224	1.078 0.857 - 1.354	0.895 0.674 - 1.189	1.073 0.855 - 1.346	0.967 0.727 - 1.286	1.114 0.878 - 1.413	0.980 0.740 - 1.297	0.915 0.718 - 1.166	1.055 0.788 - 1.412	0.965 0.754 - 1.234
<b>Femmine</b>	1.225 0.673 - 2.230	1.022 0.835 - 1.251	0.900 0.470 - 1.724	1.038 0.844 - 1.276	0.877 0.467 - 1.649	1.036 0.845 - 1.270	0.874 0.461 - 1.657	1.027 0.837 - 1.261	0.845 0.437 - 1.632	1.052 0.849 - 1.304

Tabella 19. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del biossido di azoto con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di NO2.

NO2 (1quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg.	
	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>	<i>Giovani</i>	<i>Anziani</i>
<b>Maschi 2 vs. 1</b>	0.657 0.254 - 1.698	1.334 0.661 - 2.692	0.281 0.079 - 1.002	1.112 0.525 - 2.359	1.006 0.380 - 2.660	1.645 0.811 - 3.338	0.885 0.365 - 2.146	1.429 0.717 - 2.849	0.915 0.351 - 2.384	1.107 0.566 - 2.166
<b>3 vs. 1</b>	0.355 0.113 - 1.112	1.270 0.605 - 2.66	0.649 0.266 - 1.584	1.412 0.690 - 2.890	1.577 0.707 - 3.515	1.026 0.490 - 2.151	0.747 0.272 - 2.057	0.492 0.211 - 1.147	1.136 0.463 - 2.786	1.008 0.478 - 2.125
<b>4 vs. 1</b>	0.982 0.436 - 2.211	1.235 0.590 - 2.586	0.771 0.324 - 1.834	1.112 0.525 - 2.359	0.595 0.204 - 1.734	1.565 0.704 - 3.479	1.010 0.426 - 2.393	1.003 0.453 - 2.218	1.118 0.447 - 2.795	0.886 0.395 - 1.986
<b>Femmine 2 vs. 1</b>	1.247 0.198 - 7.866	1.336 0.700 - 2.549		1.004 0.512 - 1.968	0.574 0.064 - 5.174	0.601 0.278 - 1.296	1.500 0.257 - 8.759	0.964 0.495 - 1.878	0.976 0.186 - 5.123	1.330 0.710 - 2.492
<b>3 vs. 1</b>		0.526 0.242 - 1.145	1.300 0.234 - 7.222	1.007 0.522 - 1.943		0.623 0.298 - 1.305	0.717 0.076 - 6.753	0.595 0.275 - 1.288		0.713 0.345 - 1.477
<b>4 vs. 1</b>	2.417 0.455 - 12.831	1.367 0.740 - 2.526	0.565 0.063 - 5.096	1.153 0.595 - 2.237	1.015 0.185 - 5.566	1.344 0.731 - 2.469	0.660 0.070 - 6.194	1.330 0.714 - 2.480	0.889 0.140 - 5.657	1.449 0.748 - 2.809

# ARPAM

Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

**Tabella 20. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del PM<sub>10</sub> con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.**

PM <sub>10</sub> (1quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg	
	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani
<b>Maschi</b>	0.982 0.730 - 1.320	1.018 0.810 - 1.280	0.910 0.670 - 1.236	1.228 0.973 - 1.549	0.827 0.607 - 1.126	1.225 0.980 - 1.531	0.847 0.629 - 1.141	1.115 0.891 - 1.394	0.983 0.736 - 1.313	1.196 0.942 - 1.518
<b>Femmine</b>	1.050 0.571 - 1.932	1.108 0.897 - 1.368	0.876 0.450 - 1.706	1.175 0.960 - 1.439	0.941 0.487 - 1.816	1.192 0.976 - 1.454	1.166 0.645 - 2.107	1.075 0.877 - 1.317	0.842 0.438 - 1.620	1.114 0.901 - 1.378

**Tabella 21. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del PM<sub>10</sub> con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di PM<sub>10</sub>.**

PM <sub>10</sub> (1quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg.	
	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani
<b>Maschi</b> 2 vs. 1	0.636 0.222 - 1.816	1.131 0.553 - 2.315	1.633 0.692 - 3.854	1.722 0.850 - 3.489	1.400 0.597 - 3.286	1.090 0.467 - 2.544	1.165 0.468 - 2.896	1.070 0.488 - 2.344	1.037 0.407 - 2.645	1.137 0.530 - 2.440
<b>3 vs. 1</b>	0.577 0.219 - 1.523	1.357 0.641 - 2.872	0.392 0.111 - 1.390	1.499 0.698 - 3.218	0.485 0.156 - 1.507	1.269 0.602 - 2.678	0.809 0.301 - 2.175	1.293 0.580 - 2.882	0.845 0.359 - 1.994	1.428 0.729 - 2.799
<b>4 vs. 1</b>	1.295 0.514 - 3.258	0.931 0.435 - 1.993	0.980 0.362 - 2.655	1.873 0.872 - 4.021	0.628 0.220 - 1.788	1.980 0.968 - 4.049	0.552 0.195 - 1.560	1.365 0.667 - 2.794	1.037 0.407 - 2.645	1.696 0.780 - 3.690
<b>Femmine</b> 2 vs. 1	2.445 0.379 - 5.759	1.034 0.520 - 2.057	0.705 0.078 - 6.367	1.403 0.711 - 2.767		1.491 0.761 - 2.922		1.662 0.875 - 3.156		1.111 0.540 - 2.286
<b>3 vs. 1</b>	1.467 0.233 - 9.240	1.048 0.553 - 1.985	0.740 0.082 - 6.699	1.005 0.496 - 2.033	1.340 0.241 - 7.440	1.447 0.740 - 2.833		0.838 0.396 - 1.771	0.300 0.034 - 2.682	1.512 0.842 - 2.714
<b>4 vs. 1</b>	1.000 0.099 - 10.115	1.500 0.755 - 2.978	0.705 0.078 - 6.367	1.864 0.988 - 3.517	0.670 0.074 - 6.073	1.712 0.904 - 3.241	2.337 0.512 - 10.658	1.422 0.744 - 2.718	0.887 0.160 - 4.914	1.194 0.579 - 2.463

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

Tabella 22. Odd ratio relativi alle possibili associazioni dell'ozono con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.

O3 (1quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg	
	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani
<b>Maschi</b>	0.984 - 1.297	0.747 0.917 0.714 - 1.179	1.072 0.817 - 1.408	0.962 0.759 - 1.218	1.033 0.782 - 1.364	0.805 0.636 - 1.019	1.056 0.804 - 1.385	0.967 0.765 - 1.221	1.081 0.817 - 1.430	0.839 0.658 - 1.071
<b>Femmine</b>	0.848 - 1.563	0.460 0.944 0.762 - 1.168	1.115 0.623 - 1.997	1.012 0.827 - 1.240	0.707 0.349 - 1.431	0.964 0.782 - 1.188	1.169 0.657 - 2.080	1.013 0.823 - 1.247	0.951 0.526 - 1.720	0.988 0.804 - 1.214

Tabella 23. Odd ratio relativi alle possibili associazioni dell'ozono con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di O3.

O3 (1quartile)	Lag 0		Lag 1		Lag 2		Lag 3		Media 4 gg.	
	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani	Giovani	Anziani
<b>Maschi 2 vs. 1</b>	1.212 - 2.937	0.500 1.264 0.649 - 2.462	0.848 0.321 - 2.238	0.807 0.388 - 1.679	1.109 0.412 - 2.986	0.934 0.457 - 1.907	0.928 0.348 - 2.472	1.008 0.495 - 2.052	1.439 0.561 - 3.694	0.919 0.467 - 1.807
<b>3 vs. 1</b>	0.706 - 1.954	0.255 1.172 0.561 - 2.447	1.029 0.403 - 2.632	0.833 0.390 - 1.775	1.479 0.645 - 3.391	1.017 0.486 - 2.130	1.604 0.666 - 3.863	0.932 0.434 - 2.004	1.018 0.393 - 2.636	0.792 0.376 - 1.672
<b>4 vs. 1</b>	1.073 - 2.515	0.458 0.556 0.213 - 1.452	1.235 0.536 - 2.847	0.944 0.438 - 2.032	0.934 0.367 - 2.381	0.396 0.171 - 0.921	1.017 0.423 - 2.445	0.904 0.422 - 1.939	1.403 0.583 - 3.376	0.549 0.239 - 1.258
<b>Femmine 2 vs. 1</b>	3.471 - 18.786	0.641 1.081 0.590 - 1.979	2.314 0.357 - 14.994	1.049 0.539 - 2.041	2.175 0.448 - 10.569	2.006 1.096 - 3.670	0.939 0.093 - 9.510	0.920 0.481 - 1.758	1.651 0.257 - 10.600	1.326 0.703 - 2.505
<b>3 vs. 1</b>	0.678 - 6.808	0.068 0.806 0.396 - 1.640		1.403 0.742 - 2.653		0.894 0.447 - 1.789	1.797 0.282 - 11.453	0.793 0.397 - 1.583	0.578 0.058 - 5.805	1.322 0.693 - 2.519
<b>4 vs. 1</b>	0.634 - 6.357	0.063 0.885 0.443 - 1.770	2.107 0.400 - 11.108	0.898 0.457 - 1.767	0.690 0.073 - 6.534	0.948 0.463 - 1.939	1.425 0.226 - 8.999	1.149 0.604 - 2.185	1.051 0.167 - 6.625	0.878 0.438 - 1.759

**DISCUSSIONE E CONCLUSIONI**Marche

L'incidenza dei ricoveri per infarto del miocardio nelle Marche, rilevata dalle schede di dimissione ospedaliera, è stata nell'anno 2002 in linea con i dati riportati a livello nazionale per le regioni centrali. Questa incidenza corrisponde ad un tasso grezzo per 100.000 abitanti di 279,74 per i maschi e 135,10 per le femmine (rilevato solo il primo ricovero nell'anno di pazienti con qualsiasi età).

Negli anni considerati nel presente studio (1996-2002) si rileva un incremento del numero dei ricoveri tra gli ultra 40 anni e tale incremento, particolarmente evidente tra i maschi, è prevalentemente a carico delle classi di età più avanzate. Questo fatto è in gran parte attribuibile all'allungamento della vita media e quindi ad una più prolungata esposizione ai fattori di rischio e probabilmente alla maggiore sensibilità degli anziani ai fattori di rischio endogeni ed esogeni.

L'andamento stagionale dei ricoveri mostra, nel periodo considerato, una generale tendenza alla riduzione degli stessi nei mesi estivi.

Il quadro epidemiologico della patologia nei residenti nel comune di Ancona è in buona parte sovrapponibile a quanto descritto per l'intero territorio regionale; in particolare si evidenzia un costante incremento dei ricoveri a carico del sesso femminile.

In riferimento alle incidenze di ricovero calcolate sull'intero territorio regionale si rilevano eccessi, confermati anche dagli indicatori Bayesiani, in alcuni comuni costieri (Fano (femmine), Senigallia, Porto S. Giorgio e Porto S. Elpidio (maschi), Ancona (maschi e femmine)).

Nell'entroterra si riscontrano eccessi a Fermo (maschi) e a Ascoli Piceno (maschi e femmine).

Si rilevano inoltre due cluster spaziali per entrambi i sessi nell'area dei comuni di Porto S. Giorgio, Porto S. Elpidio e Fermo e nell'area del comune di Ascoli Piceno.

Ancona

Con i limiti descritti nella sezione materiali e metodi si può ritenere che i dati sulla qualità dell'aria rilevati ad Ancona nel corso del 2002 siano mediamente preoccupanti non raggiungendo i livelli di superamenti e di concentrazioni di PM<sub>10</sub> registrati negli anni scorsi in alcune grandi città italiane. E' da tenere inoltre in considerazione il fatto che le stazioni di rilevamento sono poste in zone ad alto traffico e le misure non sono mediate con rilevazioni in zone meno inquinate (fondo), necessarie per ricavare maggiori informazioni sull'esposizione generale della popolazione.

Gran parte della popolazione di Ancona, infatti, risiede in zone a minore carico di traffico.

Nella tabella seguente sono elencati in modo molto sintetico i risultati sulla qualità dell'aria in alcune città italiane come riportato nello studio MISA<sup>23</sup>.

**Tabella 24. Confronto tra la qualità dell'aria rilevata in alcune città italiane.**

CITTA'	PERIODO	SO <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		CO		O <sub>3</sub>		PM <sub>10</sub>	
		50°	95°	50°	95°	50°	95°	50°	95°	50°	95°
Torino	'95-'98	13,8	43,7	71,9	119,1	3,7	7,9	60,3	153,4	58,1	123,8
Milano	'95-'97	12,6	49,8	83,0	131,0	3,6	8,0			41,6	81,4

23 Biggeri A, Bellini P, Terracini B (Eds). MISA, metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico. Epidemiol Prev 2001; 25 (Suppl 1): 1 – 72.

# ARPAM

## Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche

### Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale

Verona	'95-'99	5,3	15,7	54,6	92,6	2,2	4,9	71,4	161,5	31,4	70,1
Ravenna	'91-'95	15,0	46,0	58,5	92,4	1,6	3,4			52,8	116,0
Bologna	'96-'98	6,7	22,1	58,6	94,2	1,9	5,6	73,6	159,7	36,5	79,4
Firenze	'96-'98	6,4	18,1	68,5	103,8	2,4	5,4	80,3	147,0	37,0	71,2
Roma	'95-'97	7,6	18,6	85,4	112,7	4,9	9,5			51,7	79,06
Palermo	'97-'99	10,8	26,1	60,5	88,1	1,9	3,8			40,0	71,6
Ancona	'00-'01			37,6	118,7	2,5	3,7	34,4	75,0		
Ancona	'02'			58	92	1,2	2,5	52,2	89	32 (48)**	55 (82,5)**

\* Stimato utilizzando valori di conversione dal PTS.

\*\* Con la correzione per l'incertezza della misura (x 1,5).

Nell'anno 2002 sono stati registrati 6 superamenti dei limiti di legge per il particolato respirabile (PM<sub>10</sub>) (43 se si applica la correzione conservativa proposta dal Ministero dell'Ambiente per le misure effettuate con rilevatore TEOM) ed un superamento per l'ozono.

Gli inquinanti PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> e CO mostrano maggiori concentrazioni nei periodi con temperature medie più basse mentre la concentrazione di ozono sale in estate.

A breve saranno disponibili statistiche più attendibili sulla misura del particolato respirabile; inquinante il cui contenimento necessita sicuramente ancora di molti sforzi.

Per queste esposizioni il numero dei ricoveri per infarto attribuibili all'inquinamento atmosferico da particolato nel 2002 è pari a **2,5** ricoveri (intervallo di confidenza 1,0 – 3,9). Questi ricoveri sarebbero stati probabilmente evitati qualora fosse stato rispettato il limite proposto dalla Comunità Europea per il 2010 di 20 µg/m<sup>3</sup>.

Applicando la correzione delle misure rilevate con il TEOM i ricoveri per infarto evitabili salgono a **5** (intervallo di confidenza 2 – 8).

Per questi valori di esposizione non sono stati rilevati nello studio caso controllo incrementi del rischio di ricovero per infarto statisticamente significativi nei periodi di maggiore concentrazione degli inquinanti. Il rischio è stato valutato sia considerando le esposizioni nel giorno del ricovero che nei tre giorni precedenti.

In generale i rischi, anche se non significativi, sono risultati maggiori tra le classi di età più anziane probabilmente per la maggiore sensibilità nei confronti degli inquinanti atmosferici e/o per la maggiore frequenza di patologie cardiovascolari croniche in queste classi.

L'unico valore del rischio statisticamente significativo è stato rilevato nel caso di esposizione nel giorno precedente il ricovero di maschi anziani a livelli di CO compresi nel 4° quartile in confronto ai ricoveri avvenuti in periodi in primo quartile. Questo fatto è difficilmente spiegabile come effetto diretto del CO in quanto anche nel 4° quartile questo inquinante ha mostrato concentrazioni piuttosto basse.

Il fenomeno potrebbe essere legato alla presenza di particolato fine ed ultra fine che è strettamente associato all'emissione di CO nei processi di combustione ma non è facilmente evidenziabile con le metodiche di rilevazione del PM<sub>10</sub>.

Queste frazioni di particolato sono oggi riconosciute come le maggiori responsabili degli effetti sanitari acuti.

In generale si ritiene che indicatori più sensibili per verificare l'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute umana siano il PM<sub>2,5</sub>, il PM<sub>1</sub> ed il PM<sub>0,1</sub> piuttosto che il PM<sub>10</sub>.

I rischi calcolati sulle donne più giovani non risultano attendibili per la frequente ridotta numerosità di questo sottogruppo.

L'anno prossimo il presente studio sarà ripetuto utilizzando i dati sanitari ed ambientali riferiti all'anno 2003 e Oltre all'aggiornamento del presente report sarà possibile verificare le conclusioni

# **ARPAM**

## **Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche**

---

### **Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale**

dell'indagine disponendo di misure più attendibili e rappresentative sul particolato respirabile (PM<sub>10</sub>) e quindi avere informazioni più affidabili sull'esposizione della popolazione.

Per la categorizzazione dei livelli di esposizione si utilizzeranno i sestili al posto dei quartili in modo da evidenziare meglio i dati più estremi.

Già da ora è comunque possibile riprodurre lo studio in altre realtà locali dove sono attivi sistemi di sorveglianza ambientale efficienti. E' estremamente importante tradurre i grandi sforzi messi in atto dalle comunità sul fronte del monitoraggio degli inquinanti cercando di quantificare gli effetti sanitari associati alle esposizioni e di valutare il guadagno che si ottiene in termini di salute con il miglioramento della qualità dell'aria.

**INDICE DELLE TABELLE E DELLE FIGURE**

Tabella 1. Incidenza di eventi coronarici maggiori stimati per macroaree - Anno 2000, popolazione con età 25-84 anni. ....	2
Tabella 2. Incrementi di mortalità generale per l'inquinamento da polveri.....	3
Tabella 3. Gruppi utilizzati nello studio caso controllo. Ancona 2002.....	10
Tabella 4. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio nella regione Marche periodo 1996-2002 (ICD IX 410.) (età > 39 anni).....	11
Tabella 5. Valori standardizzati dei ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio nella regione Marche periodo 1996-2002 (età > 39 anni).....	11
Tabella 6. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio di residenti nel comune di Ancona periodo 1996-2002 (ICD IX 410.) (età > 39 anni).....	11
Tabella 7. Eccessi di ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio. SMR e/o BR statisticamente significativi (in rosso) .....	15
Tabella 8. Comuni appartenenti ai cluster di ricoveri per ICD IX 410. Periodo 1996-2002. ....	20
Tabella 9. Parametri meteo-climatici ed inquinanti atmosferici rilevati ad Ancona nell'anno 2002. Medie giornaliere. ....	21
Tabella 10. Qualità dell'aria. Valori limite con i rispettivi margini di tolleranza e soglie di allarme (www.sbiagiodicallalta.it/aria/Monitoraggio%20aria.pdf modif.).....	21
Tabella 11. Correlazione di Pearson tra i vari parametri ambientali (in giallo/verde le correlazioni significative al 95%). .....	23
Tabella 12. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio attribuibili agli eccessi di PM <sub>10</sub> sui valori standard di qualità dell'aria. Ancona 2002.....	24
Tabella 13. Ricoveri ospedalieri per infarto del miocardio attribuibili agli eccessi di PM <sub>10</sub> sui valori standard di qualità dell'aria. Valori delle misure fino al 3/12/02 corrette per un fattore 1,5. Ancona 2002. ....	24
Tabella 14. Odd ratio relativi alle possibili associazioni delle temperature medie con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.....	26
Tabella 15. Odd ratio relativi alle possibili associazioni delle temperature medie con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di temperatura con il terzo quartile come riferimento. ....	26
Tabella 16. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del monossido di carbonio con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.....	27
Tabella 17. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del monossido di carbonio con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di CO.....	27
Tabella 18. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del biossido di azoto con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età.....	28
Tabella 19. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del biossido di azoto con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di NO <sub>2</sub> . ....	28
Tabella 20. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del PM <sub>10</sub> con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. ....	29
Tabella 21. Odd ratio relativi alle possibili associazioni del PM <sub>10</sub> con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di PM <sub>10</sub> . ....	29
Tabella 22. Odd ratio relativi alle possibili associazioni dell'ozono con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. ....	30
Tabella 23. Odd ratio relativi alle possibili associazioni dell'ozono con i ricoveri per infarto per giorni di esposizione, sesso e gruppo di età. Analisi stratificata per quartile di O <sub>3</sub> .....	30
Tabella 24. Confronto tra la qualità dell'aria rilevata in alcune città italiane.....	31
Figura 1. Distribuzione annuale per sesso dei ricoveri per infarto del miocardio (ICD IX 410) (età > 39 anni). ....	12
Figura 2. Ricoveri ospedalieri per infarto miocardico nella popolazione "giovane". ....	12
Figura 3. Ricoveri ospedalieri per infarto miocardico distribuzione per sesso e mese. ....	13
Figura 4. Distribuzione annuale per sesso dei ricoveri di residenti nel comune di Ancona per infarto del miocardio (ICD IX 410) (età > 39 anni). ....	13
Figura 5. Distribuzione per sesso e classe d'età dei ricoveri per infarto del miocardio nella regione Marche periodo 1996-2002.....	14
Figura 6. Distribuzione per sesso e classe d'età dei ricoveri per infarto del miocardio di residenti ad Ancona periodo 1996-2002.....	14
Figura 7. Distribuzione per sesso e classe d'età dei ricoveri per infarto del miocardio di residenti ad Ancona nell'anno 2002.....	15
Figura 8. Morbosità per infarto miocardico (ICD IX 410.) - SMR e BR SMR .....	17

# **ARPAM**

## **Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale delle Marche**

---

### **Dipartimento di Ancona – Servizio Epidemiologia Ambientale**

Figura 9. Morbosità per infarto miocardico - Eccessi e difetti significativi.....	18
Figura 10. Morbosità per infarto miocardico - Cluster spaziali statisticamente significativi.....	19