



## 8 AMBIENTE E SALUTE

*(A cura di Ennio Cadum, Anna Armitano, Giovanna Berti, Moreno Demaria - ARPA Piemonte, Area di Epidemiologia Ambientale)*

Le priorità con cui esaminare il rapporto ambiente e salute sono state definite sia da linee guida nazionali (*Piano Sanitario Nazionale 1998-2000*), sia da linee guida internazionali (in particolare *Health 21 - The health for all policy framework for the WHO European Region* e *Il sesto Programma di azione per l'ambiente della Comunità europea*).

1) *Piano Sanitario Nazionale 1998-2000. Obiettivo 3. "Qualsiasi contaminante presente nell'ecosistema interagisce con gli organismi viventi. L'attivazione del processo finalizzato al mantenimento e al miglioramento della salute non può pertanto prescindere dalla valutazione dei determinanti ambientali. In particolare la qualità dell'aria, dell'acqua, degli alimenti e dell'ambiente in toto riveste un ruolo determinante..."*

2) *OMS, Health for All in the 21st century.*  
Il progetto "Health 21 - The health for all policy framework for the WHO European Region", programma di politica sanitaria formulato dalla 51a Assemblea

Mondiale della Sanità dell'OMS, individua 21 obiettivi finalizzati all'incremento e alla protezione dei livelli di salute e alla riduzione dei rischi.

L'obiettivo 10 è relativo agli effetti ambientali sulla salute: "Un ambiente salubre e sicuro": "Entro l'anno 2015 la popolazione deve vivere in un ambiente più sicuro, con esposizione a sostanze pericolose per la salute contenuta entro gli standard accettati a livello internazionale".

L'obiettivo 10 è articolato in 2 sub-obiettivi:

10.1) *L'esposizione della popolazione a fattori di rischio di tipo fisico, microbiologico e chimico presenti nell'acqua, nell'aria, nei rifiuti e nel suolo deve essere ridotta significativamente, nell'ambito di piani d'azione che definiscano tempi e obiettivi a livello di ogni paese.*

10.2) *La popolazione deve poter disporre di sufficienti quantità di acqua potabile con caratteristiche qualitative soddisfacenti.*

Pur non avendo un valore prescrittivo, l'OMS si aspetta che i Paesi Membri facciano propri gli obiettivi stabiliti, sviluppando coerentemente le proprie strategie di politica sanitaria. Nella risoluzione che accompagna il progetto si riconosce infine che per promuovere e realizzare i diritti ed i principi enunciati nel Programma occorrono una serie di azioni concertate, con la completa partecipazione di tutti i partner.



### 3) Sesto programma di azione per l'ambiente della Comunità Europea.

Nel mese di gennaio dell'anno 2001 è stata effettuata una comunicazione della commissione delle comunità europee al consiglio, al parlamento europeo, al comitato economico e sociale e al comitato delle regioni, inerente un programma d'azione per l'ambiente dell'Europa.

In esito alle conclusioni della valutazione globale e alle relazioni sullo stato e sulle tendenze dell'ambiente, il programma è stato imperniato sulle seguenti tematiche prioritarie, suddivise in quattro voci principali:

- (i) cambiamento climatico;
- (ii) natura e biodiversità: salvaguardare una risorsa unica;
- (iii) ambiente e salute;
- (iv) garantire la gestione sostenibile delle risorse naturali e dei rifiuti.

In particolare, per quanto riguarda l'interazione ambiente - salute, l'obiettivo è quello di *"ottenere una qualità dell'ambiente in virtù della quale il livello dei contaminanti di origine antropica, compresi i diversi tipi di radiazioni, non dia adito ad impatti o a rischi significativi per la salute umana"*.

Si sottolinea così la crescente consapevolezza ed evidenza che la salute umana è colpita da problemi ambientali correlati all'inquinamento atmosferico ed idrico, alle sostanze chimiche pericolose ed al rumore. È quindi necessario un approccio olistico ed esaustivo all'ambiente e alla salute, incentrato sulla precauzione e sulla prevenzione dei rischi e attento alle esigenze dei gruppi di popolazione particolarmente sensibili, come bambini e anziani. Nelle singole aree di intervento sarà indispensabile garantire l'applicazione della legislazione esistente e intraprendere ulteriori azioni. Il programma mira ad un ambiente in cui i livelli dei contaminanti di origine antropica non provochino impatti significativi o rischi inaccettabili per la salute umana.

Nei paragrafi seguenti si affronta una parte dell'ampio insieme di fenomeni dovuti alla presenza di agenti inquinanti o a situazioni di degrado ambientale che possono rappresentare un rischio per la salute umana con particolare riguardo alla situazione piemontese.

## 8.1 IL CLIMA

Esiste una relazione stretta tra alcune condizioni climatiche e stato di salute. La statistica è ampiamente utilizzata al fine di estrarre dall'insieme dei dati meteorologici le informazioni medie climatiche.

I parametri misurati che possono influire sulla salute sono: temperatura dell'aria, radiazione solare, pressione barometrica, umidità dell'aria, vento (velocità e direzione), oltre alle precipitazioni.

Questi parametri misurano effetti continui già a basse dosi, a cui occorre sommare gli effetti di perturbazioni climatiche improvvise: in Piemonte sono rilevanti gli eventi alluvionali, con conseguenze dirette note per gli episodi degli ultimi anni ed indirette quali la diffusione nell'ambiente di sostanze tossiche, mentre sono meno probabili eventi epidemici.

Occorre infine considerare la particolarità dell'ambiente urbano torinese, per il numero di abitanti interessati (1/4 della popolazione piemontese vive nell'area metropolitana di Torino). In una grande città molti parametri climatici sono alterati. La temperatura risente dell'isola urbana di calore, che determina un aumento medio annuo rispetto alle zone circostanti di circa 2-3°C. Modificazioni si hanno anche nelle precipitazioni e nei venti, a causa dell'effetto dei "canyon" urbani. Occorre poi ricordare l'effetto degli aerosol presenti sempre in grandi quantità nell'aria delle città. Infine, per l'alta concentrazione della popolazione, è facilitato il contagio ed il diffondersi di epidemie (tra cui le epidemie di influenza invernali).

### Temperatura dell'aria

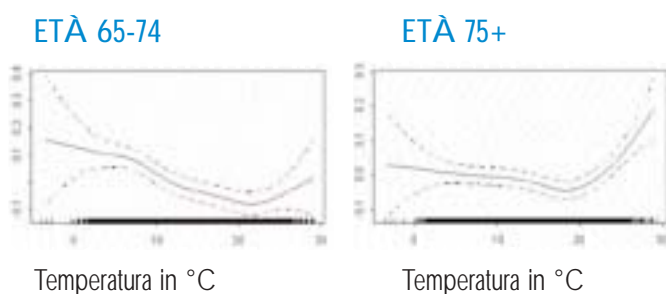
La temperatura dell'aria è il parametro che esercita la maggiore influenza sullo stato di salute degli individui. È documentata la correlazione tra ondate di calore estivo e mortalità a Torino. Inoltre la temperatura si combina con l'umidità dell'aria determinando disagi climatici ben noti quali l'afa estiva. La relazione tra temperatura e mortalità non è lineare, presentando eccessi di rischio sia a temperature basse sia a temperature elevate, con un optimum intorno ai 20°C. A Torino il rischio è stato stimato nel corso di studi nella correlazione tra inquinamento e mortalità e la temperatura ottimale è risultata diversa nelle età considerate, essendo il caldo meglio tollerato nelle fasce meno anziane (65-74 anni) in cui il rischio raggiunge un minimo a 22-23°C rispetto a quelle più anziane (75+), in cui il rischio raggiunge un minimo a 18-19°C. Sulla fascia più anziana le alte temperature estive hanno mostrato inoltre un effetto più intenso (**figura 8.1**).

Non è stato possibile stimare l'effetto per fasce di popolazione più giovani a causa della bassa numerosità degli eventi su cui si fondano le stime.

Correlato alla temperatura, c'è un altro problema che attira fortemente l'attenzione dei climatologi: la

previsione del cambiamento climatico che potrebbe prodursi a causa del potenziamento antropico dell'effetto serra. Lo scenario attuale predice, con l'attuale ritmo di emissione di gas serra, un aumento della temperatura media planetaria compreso tra 1,5° e 3,5°C per la metà del secolo entrante.

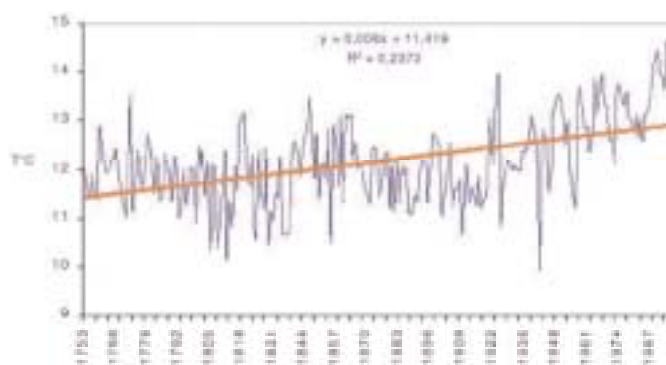
**Figura 8.1 - Andamento del rischio di mortalità per tutte le cause a Torino, 1995-1998 (e relativo intervallo di confidenza), in funzione della temperatura per due fasce di età**



Fonte: ARPA Piemonte, Area di Epidemiologia Ambientale. Modello di regressione di Poisson, aggiustato per stagione, inquinamento, giorno della settimana, umidità ed epidemie di influenza. Rischio espresso come incremento su scala decimale.

Anche nella Regione Piemonte vi sono indizi consistenti di un innalzamento progressivo della temperatura media annuale. Si riporta a titolo esemplificativo l'andamento rilevato nell'area di Torino.

**Figura 8.2 - Andamento delle temperature medie a Torino nel periodo 1753-1995**



Fonte: Regione Piemonte - Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione. Settore Meteorologico e Reti di Monitoraggio. Università Degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze della Terra. Serie Climatiche Ultracentenarie. VOL 3.

### Radiazione solare

La radiazione solare è responsabile, nella componente U.V. (la più energetica), principalmente di affezioni cutanee. I quadri clinici corrispondenti vanno dall'eritema al cancro della pelle e sono diret-

tamente proporzionali alla dose assorbita. Anche la cataratta è risultata favorita dalla esposizione alla radiazione solare.

### Pressione Barometrica

Le variazioni di pressione determinano una variazione della concentrazione di ossigeno nell'aria: alla diminuzione della pressione corrisponde, quindi, un abbassamento della concentrazione dell'ossigeno le cui conseguenze si possono far sentire però solo su persone già affette da insufficienza respiratoria (bronchitici, cardiopatici), in quanto le variazioni di pressione al suolo sono entro valori tali da non dare luogo ad impatti significativi, tranne in alta montagna.

### Umidità

Il più grave effetto dell'umidità sulla salute è relativo alla possibile contemporanea escursione della temperatura nei mesi estivi (afa); l'effetto combinato determina un ostacolo agli scambi termici corporei, particolarmente grave nelle fasce estreme di età (neonati e molto anziani), in cui i processi di termoregolazione corporea sono meno efficienti. Il fenomeno è poi più marcato nelle grandi città, dove, a causa della presenza dell'isola di calore urbana e degli effetti schermanti degli edifici nei confronti del vento, gli eventi di disagio climatico sono più frequenti.

### Vento

Oltre a determinare la sensazione di freddo, per sottrazione di calore dal corpo, può dare anche luogo a situazioni di disagio climatico nel caso del föhn. Il föhn è un vento che in Piemonte soffia dalle Alpi verso la pianura e che per compressione (è un vento catabatico: si riscalda scendendo dalle Alpi prima nelle vallate, poi in pianura) determina un riscaldamento dell'aria (mediamente di 10-15°C). Altro effetto del vento è quello legato al trasporto di tutto ciò che è presente nell'atmosfera: pollini (correlati eziologicamente a patologie di tipo allergico come l'asma bronchiale, la febbre da fieno ed alcune forme di irritazione della pelle), inquinanti di varia natura, batteri e virus con le epidemie ad essi associate.

### Precipitazioni

Le precipitazioni, tranne quando assumono le caratteristiche di eventi alluvionali, hanno in genere un'a-



zione positiva, determinando il deposito al suolo ed il trasporto anche a lunga distanza di tutti gli inquinanti sospesi, sia di tipo chimico che biologico.

## 8.2 L'ARIA

(A cura di Ennio Cadum, Giovanna Berti - ARPA Piemonte, Area di Epidemiologia Ambientale)

### 8.2.1 INQUINAMENTO DELL'ARIA NEGLI AMBIENTI CONFINATI

L'inquinamento negli ambienti confinati rappresenta un problema importante per la sanità pubblica, con grandi implicazioni sociali ed economiche, per molteplici motivi: primo tra tutti, la prolungata permanenza della popolazione negli ambienti interni di varia natura (casa, lavoro, svago, mezzo di trasporto) e inoltre le peculiarità dell'esposizione. Il rischio non è limitato a categorie ben definite (per esempio professionali), ma, oltre ad interessare una parte estesa della popolazione, risulta di particolare gravità per alcuni gruppi più suscettibili, quali bambini, donne gravide, anziani e persone con situazioni patologiche preesistenti (malattie cardiache, respiratorie, asma bronchiale, sensibilizzazione allergica) che trascorrono negli ambienti chiusi una percentuale di tempo particolarmente elevata.

#### 8.2.1.1 Le conoscenze disponibili sugli effetti per gli ambienti confinati

La letteratura scientifica ha evidenziato un chiaro legame tra esposizione ad inquinanti dell'aria indoor ed effetti sulla salute. Molti inquinanti, infatti, contribuiscono a promuovere, causare, o aggravare patologie di tipo allergico o infettivo, con prevalente interessamento dell'apparato respiratorio. In particolare, la presenza di numerosi inquinanti, in primo luogo il fumo passivo e il clima caldo-umido delle abitazioni (favorente la crescita degli acari e di funghi nella polvere domestica), hanno favorito l'aumento dell'incidenza e della prevalenza di patologie respiratorie croniche, come l'asma, e l'incremento della loro evoluzione verso forme persistenti, gravi ed invalidanti. Inoltre, gli studi scientifici di questi ultimi decenni hanno messo in luce che alcuni inquinanti sono in grado di contribuire all'aumento di incidenza di tumori maligni. Un maggior rischio di cancro al polmone è stato associato all'esposizione

al fumo di tabacco ambientale (*environmental tobacco smoke*, ETS) ed ai prodotti di decadimento del radon. Per quanto riguarda l'esposizione al fumo di tabacco (ETS), si stima che i non fumatori, che vivono a contatto con fumatori, sviluppano un rischio di cancro al polmone aumentato del 20%, se confrontati con la popolazione non esposta. Molti composti chimici presenti nell'aria indoor sono noti o sospettati di causare irritazione o stimolazione dell'apparato sensoriale e possono dare vita a un senso di disagio sensoriale e ad altri sintomi comunemente presenti nella cosiddetta "Sindrome da Edificio Malato". Studi condotti in uffici e in altri edifici ad uso pubblico in diversi paesi hanno rivelato una frequenza di disturbi tra gli occupanti compresa tra il 15 e il 50%. Questa sindrome è causa di frequenti assenze dal lavoro e calo della produttività. Gli effetti sulla riproduzione, sulle malattie cardiovascolari e su altri sistemi e organi non risultano ad oggi essere ben documentati. Tuttavia, alcuni dati mostrano che l'inquinamento indoor può rappresentare un importante cofattore nella genesi delle malattie cardiovascolari e di altre malattie sistemiche. In particolare, l'esposizione a fumo passivo è stata associata ad un aumento di rischio di malattia ischemica cardiaca. In considerazione del fatto che tali malattie hanno una frequenza elevata, anche un piccolo aumento percentuale del rischio può determinare l'insorgenza di migliaia di nuovi casi a livello di popolazione.

#### 8.2.1.2 Valutazione dell'impatto sulla popolazione piemontese

I dati di monitoraggio nella regione Piemonte sono scarsissimi e non permettono una valutazione sufficiente dei valori medi di esposizione né l'elaborazione di stime di impatto, con l'eccezione del radon (per il quale si rimanda al paragrafo Agenti fisici). Nella maggior parte dei casi, le conseguenze sulla salute dell'inquinamento indoor possono essere evitate e nella maggior parte dei casi sono i cittadini stessi a dover prendere delle misure responsabili per il miglioramento della qualità dell'aria nei luoghi dove vivono.

### 8.2.2 INQUINAMENTO DELL'ARIA ATMOSFERICA

Gli effetti sulla salute dell'inquinamento atmosferico sono tradizionalmente distinti in effetti a breve ed a lungo termine. Nel primo insieme rientrano





soprattutto quelli sulla morbosità respiratoria, cardiovascolare e sulla mortalità, generale e per cause specifiche, legati a picchi di inquinamento, caratteristici soprattutto delle aree urbane. Nel secondo quelli a lungo termine, in particolare sui tumori delle vie respiratorie.

### 8.2.2.1 Le conoscenze disponibili sugli effetti per l'aria atmosferica

#### Effetti a breve termine

I composti inquinanti monitorati da più lungo tempo in Italia comprendono:

le polveri totali (PTS), il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), il biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ), il monossido di carbonio (CO), l'ozono ( $\text{O}_3$ ). Negli ultimi anni sono disponibili i dati per le frazioni delle polveri totali, inferiori o uguali a 10 micron ( $\text{PM}_{10}$ ) e inferiori o uguali a 2,5 micron ( $\text{PM}_{2,5}$ ). Utilizzando le concentrazioni di questi inquinanti come indicatori di esposizione, sono stati condotti, negli ultimi venti anni, numerose analisi di correlazione tra concentrazioni degli inquinanti ed effetti sulla salute (mortalità, morbosità); i primi studi sono stati eseguiti negli USA. Nel 1992 ebbe inizio il progetto APHEA, teso a fornire stime europee, su un campione iniziale di 15 città, esteso successivamente (APHEA 2) a 39 città, tra le quali Torino.

I risultati di rischio della prima fase di APHEA (Katsouyanni *et al.*, 1997), pubblicati nel 1995-'96, confermarono i risultati americani. Lo studio in dettaglio è stato presentato nel Rapporto Stato Ambiente 1999, i principali risultati possono essere riassunti così: sia il particolato che l'anidride solforosa, ossia le principali componenti dello smog di tipo "invernale", sono associate ad un aumento della mortalità generale, quantificabile nel 3% (per  $\text{SO}_2$  e BS) o nel 2% (per il  $\text{PM}_{10}$ ) per ogni incremento di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  della concentrazione media giornaliera di inquinante. Per quanto riguarda lo smog di tipo "estivo", fotochimico, l' $\text{O}_3$  è associato ad un incremento di mortalità del 3% per ogni incremento di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  della concentrazione oraria massima giornaliera; i risultati per il biossido di azoto sono meno spiccati, indicando un incremento di mortalità di 1,3% per ogni incremento di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  della concentrazione oraria massima giornaliera, ma soprattutto questo effetto è evidente nelle città caratterizzate da elevati livelli di particolato fine, e pertanto è incerto se l' $\text{NO}_2$  abbia un proprio effetto, indipendente da quello degli altri inquinanti. Per quanto riguarda la morbosità, è stato osservato un marcato

effetto dell' $\text{O}_3$ , dell' $\text{SO}_2$  e del particolato fine (BS) sui ricoveri per malattie respiratorie in generale nella stagione calda e a danno degli anziani. Si è anche notato un analogo effetto sui ricoveri d'emergenza per broncopneumopatia cronica ostruttiva, anche se in questo caso l'effetto dell' $\text{SO}_2$  è osservabile in inverno; gli effetti inoltre sono presenti in tutte le età, anche se gli anziani sembrano essere affetti più intensamente degli altri, nelle città che hanno potuto eseguire un'analisi dei dati per fasce d'età.

Torino, come si è detto, ha aderito alla seconda fase del progetto APHEA (Cadum *et al.*, 1999) e ha partecipato anche ad uno studio multicentrico italiano, nato per definire stime combinate nazionali, appena conclusosi e di prossima pubblicazione. Nell'ambito di questa ultima ricerca gli effetti a breve termine degli inquinanti urbani sono stati analizzati in due distinti periodi: 1991-1994 e 1995-1998. I dati di mortalità erano disponibili per entrambi i periodi, mentre per i ricoveri la disponibilità copriva solo il secondo. Va detto che la mortalità cardiovascolare a Torino è in lieve diminuzione nel decennio considerato, con effetti sulla mortalità generale, che sono risultati appena visibili nei dati descrittivi elaborati. Per i ricoveri registrati nella città di Torino (in tutta l'analisi sono stati considerati sempre solo i residenti nell'area urbana) bisogna considerare un numero più basso dell'atteso per le cause cardiache, da imputare anche, probabilmente, ad abitudini di codifica locali leggermente diverse da quelle di altre realtà. Le concentrazioni degli inquinanti, come noto, appaiono in discesa, con l'eccezione dell'ozono (di cui va valutata solo la media estiva), il cui aumento potrebbe essere imputato all'aumento dell'irraggiamento solare e della temperatura degli ultimi anni. L'effetto della temperatura sulla mortalità totale è presente sia a basse sia ad alte temperature, con un valore minimo a  $19,5^\circ\text{C}$ , come già riportato nel paragrafo sul clima. Tutti gli inquinanti considerati, con l'eccezione dell'ozono, mostrano un effetto sulla mortalità e morbosità. Le cause respiratorie sono quelle maggiormente interessate. Le stime di effetto sulla mortalità risentono della brevità dei periodi in studio, evidenziando discrete variazioni tra i due periodi per la mortalità respiratoria e cardiovascolare. Tra gli inquinanti spiccano per intensità degli effetti  $\text{SO}_2$  e CO (tipico inquinante da traffico); i valori del  $\text{PM}_{10}$  e dell' $\text{NO}_2$  si collocano invece intorno ai valori attesi da letteratura. I risultati più recenti, seconda metà degli anni '90, sono riportati nella **tabella 8.1**.



Tabella 8.1 – RR (Rischio Relativo) stimato (IC 95%) per incremento della concentrazione degli inquinanti (10 µg per NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e PTS, 2 mg per CO). Torino, 1995-1998

Cause: mortalità	NO <sub>2</sub> (lag 1-2)	SO <sub>2</sub> (lag 1-2)	CO (lag 1-2)	PTS (lag 0-1)
Totale naturale	1,012	1,018	1,038	1,005
	1,006-1,018	1,004-1,032	1,020-1,056	1,003-1,008
Cardiovascolare	1,013	1,006	1,043	1,005
	1,004-1,022	0,985-1,028	1,015-1,071	1,000-1,009
Respiratoria	1,015	1,054	1,037	1,009
	0,992-1,038	1,002-1,108	0,973-1,106	0,999-1,020
Cause: ricoveri	NO <sub>2</sub> (lag 0-3)	SO <sub>2</sub> (lag 0-3)	CO (lag 0-3)	PTS (lag 0-3)
Cardiovascolari	1,007	1,010	1,022	1,001
	1,000-1,014	0,994-1,026	1,001-1,043	0,998-1,005
Respiratori	1,034	1,027	1,098	1,013
	1,026-1,043	1,008-1,046	1,072-1,124	1,009-1,016

Fonte: ARPA Piemonte, Area di Epidemiologia Ambientale.

Ulteriori approfondimenti sono in corso, in relazione ad analisi stagionali per l'ozono e all'individuazione di sottogruppi di popolazione più sensibili agli effetti dell'inquinamento atmosferico.

### Effetti a medio e lungo termine dell'inquinamento atmosferico

Le problematiche sugli effetti a medio e lungo termine sono già state trattate nella relazione relativa all'anno 1999; non sono state pubblicate su questo tema nuove stime di rischio. Sugli effetti a lungo termine esistono solo due studi disponibili, (Dockery *et al.*, 1993, Pope *et al.*, 1995) in cui coorti di adulti sono tenute in osservazione per diversi anni; le coorti sono formate da persone provenienti da città con differenti livelli di inquinamento e le caratteristiche personali dei loro membri sono note, incluse professione, abitudini alimentari e voluttuarie ecc. Nell'analisi dei dati di questo tipo di studio è possibile tenere conto dell'abitudine al fumo e di altre variabili individuali, come l'educazione (indicatore di stato sociale). Confrontando le situazioni di maggior e minor inquinamento sono stati evidenziati rischi relativi per la mortalità generale di 1,27, 1,26 e 1,26 per, rispettivamente PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> e particelle di solfati. Il Rischio Relativo risulta di 1,37 per i tumori polmonari, nel confronto tra città più e meno

inquinata, e suggerisce un incremento del 14 – 20% della mortalità per ogni incremento di 10 µg/m<sup>3</sup> di PM<sub>2,5</sub> o di PM<sub>10</sub>.

La ricerca procede sia in ambito europeo (in cui si attendono i risultati di uno studio condotto in Olanda), sia in ambito italiano, in cui è stata finanziata una seconda edizione degli Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e nell'Ambiente (SIDRIA), i cui risultati precedenti erano già stati commentati nella relazione relativa all'anno 1999.

### 8.2.2.2 Impatto sulla salute

Nel corso del 2000 il Centro Ambiente e Salute dell'OMS, sede di Roma, ha pubblicato le stime di impatto (OMS, ANPA, 2000) sulla salute in otto città italiane di uno degli inquinanti più studiato, il particolato fine (PM<sub>10</sub>). Sono stati utilizzati, per la stima dei casi attribuibili, i valori di Rischio Relativo estrapolati dagli studi disponibili, calcolando decessi, ricoveri e casi di malattia potenzialmente prevenibili abbattendo le concentrazioni a 30 µg/m<sup>3</sup> (standard USA). Torino è risultata, tra le otto città, quella con la proporzione attribuibile più elevata, a causa dei valori superiori delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> osservate. I risultati dello studio OMS per Torino sono riassunti nella **tabella 8.2**.



Tabella 8.2 - Esiti sanitari attribuibili a PM<sub>10</sub> (concentrazioni superiori a 30 µg/m<sup>3</sup>), Città di Torino, anno 1998

Esito	Numero casi attribuibili		Proporzione attribuibile	
	N°	95% IC	%	95% IC
Mortalità (≥ 30 anni)	420	154 - 658	5,7	2,1 - 8,9
Ricoveri cardiovascolari	275	115 - 244	1,4	1,0 - 3,0
Ricoveri respiratori	243	200 - 300	3,6	3,0 - 4,5
Bronchite cronica (≥ 25 anni)	84	11 - 129	16,6	2,1 - 25,4
Bronchite acuta (≥ 15 anni)	3.360	2.229 - 3.776	32,3	21,4 - 36,3
Attacchi d'asma (≥ 15 anni)	3.341	3.117 - 3.559	10,3	9,6 - 11,0
Attacchi d'asma (> 15 anni)	1.601	0 - 3.160	0,9	0 - 1,9
Giorni di restrizione dell'attività	377.30	331.621 - 419.506	16,7	14,7 - 18,6
Casi di sintomatologia resp.	1.391.577	464.487 - 1.948.848	13,4	4,5 - 18,7

Fonte: OMS, ANPA, 2000

Le stime sono da intendersi prudentemente per difetto, essendo state utilizzate per la valutazione le proporzioni attribuibili stimate più basse tra quelle disponibili. I limiti di confidenza riflettono l'incertezza delle stime espressa come intervallo all'interno del quale vi è il 95% di probabilità che ricada il valore vero. Il contenimento dell'inquinamento atmosferico (i dati si riferiscono all'effetto del solo particolato), come si vede, in termini di salute e di costi, sociali ed economici potrebbe avere ricadute importanti. Sulla base dei due studi USA esse sarebbero quantitativamente prevedibili, come suggerisce la **tabella 8.2**, ma è bene precisare che tale previsione è valida solo a condizione che: (i) le stime quantitative del rischio dovuto al particolato fine siano estrapolabili direttamente dagli USA a noi<sup>1, 2</sup>, (ii) la mortalità età specifica dovuta alle cause di morte associate all'inquinamento sia comparabile tra gli USA e noi, e lo stesso valga per quella dovuta alle cause di morte competitive, (iii) i fattori che sono eventualmente capaci di interagire con l'inquinamento atmosferico esterno si presentino nella nostra popolazione con la stessa prevalenza ed intensità che hanno avuto negli USA, (iv) il processo causale sia reversibile, il che probabilmente non è vero se non parzialmente.

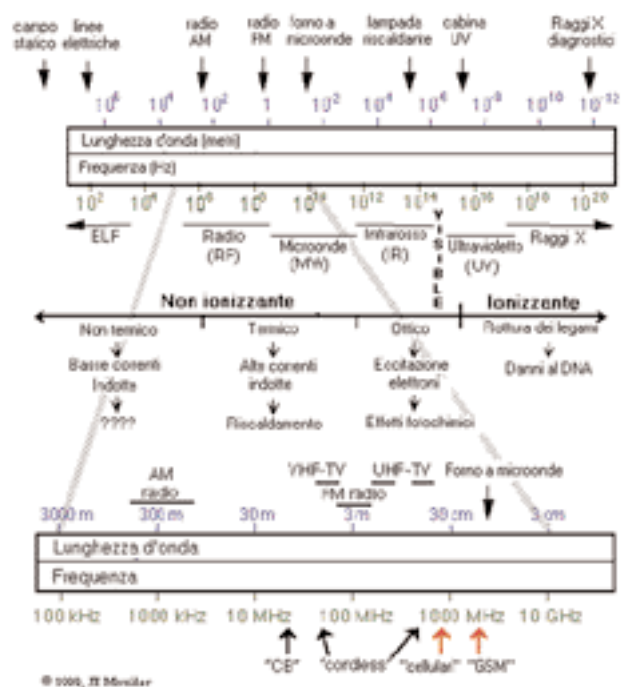
## 8.3 GLI AGENTI FISICI

(A cura di Dario Mirabelli - CPO Piemonte)

### 8.3.1 RADIAZIONI NON IONIZZANTI

#### 8.3.1.1 Campi elettromagnetici a frequenza di rete

Figura 8.3 – Lo spettro elettromagnetico



<sup>1</sup>Se l'agente che noi misuriamo (ad esempio: il particolato fine) non è il vero killer ma soltanto un indicatore correlato al vero killer (ad esempio: la quota di particolato ultrafine che deriva da processi di combustione) la relazione quantitativa derivata dagli studi USA è valida da noi solo se da noi esiste lo stesso rapporto tra la concentrazione di particolato fine e di particolato ultrafine che esisteva negli USA. Ciò è possibile, ma non è necessariamente vero.

<sup>2</sup>Se la relazione quantitativa dose-risposta può essere modificata da fattori come l'età all'inizio dell'esposizione o il rateo di dose, il che è plausibile, occorre che questi fattori si comportino allo stesso modo negli USA e da noi.



Sono state pubblicate numerose ricerche sulla cancerogenicità dei campi elettromagnetici a frequenza di rete, o frequenza estremamente bassa (ELF). Due aspetti rendono difficile l'interpretazione delle ricerche. Il primo è che, data la diffusione della corrente elettrica, in ogni studio il gruppo di riferimento (quello che dovrebbe essere idealmente non esposto) in realtà è esposto, ad un livello medio pari o (poco) inferiore a  $0,1 \mu T$ , mentre il gruppo esposto in genere ha un livello medio pari o (poco) superiore a  $0,2 \mu T^1$ . Sono livelli molto vicini, e la loro variabilità fa sì che si creino sovrapposizioni tra le distribuzioni statistiche dei valori nei due gruppi. In ogni caso appare evidente la maggiore importanza delle esposizioni dovute a sorgenti interne all'abitazione, come elettrodomestici e impianti elettrici, rispetto alle linee elettriche di distribuzione. Si rimanda per maggiori dettagli alla relazione curata dal Dott. Dario Mirabelli per l'anno 1999, non essendoci significative variazioni delle stime di rischio ampiamente illustrate.

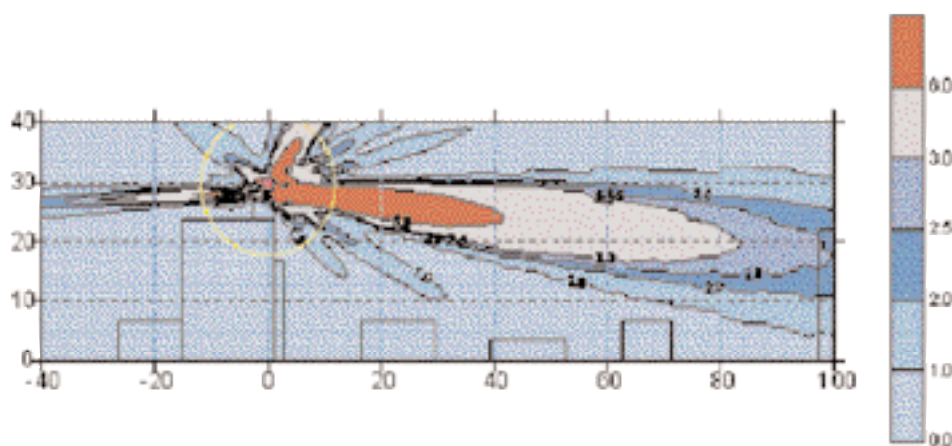
### 8.3.1.2 Campi elettromagnetici a radiofrequenza

#### La telefonia cellulare: la rete di stazioni radio base e i telefoni palmari

La telefonia cellulare si basa su trasmissioni a radiofrequenze ed oggi i GSM a 1.800 MHz entrano nella gamma delle microonde. Le caratteristiche dei sistemi GSM vanno tenute distinte da quelle delle tradizionali trasmissioni radio FM per la discontinuità della loro emissione, per la loro composizione spettrale, e infine per la potenza: le stazioni radio base infatti hanno potenze molto più basse, con circa 50 W per canale, e anche disponendo di più canali non raggiungono che una frazione della potenza di emissione delle stazioni radio FM (Rothman *et al.*, 1996).

Per composizione spettrale e potenza differiscono anche dalla precedente rete TACS. L'esposizione a radiofrequenze era dominata in passato dalle stazioni radio e TV; a distanza dai grandi ripetitori TV era dominata dai ripetitori delle radio FM, che irradiavano con potenze di svariati kW e avevano (in parte hanno tuttora) le emittenti collocate in città.

Figura 8.4 - Valutazione dell'emissione prodotta da una antenna per la telefonia cellulare lungo la sezione verticale di massimo irraggiamento, sovrapposta alla sezione degli edifici interessati



Fonte: "Il controllo dell'inquinamento elettromagnetico. Prima indagine sulle attività del sistema delle Agenzie Ambientali", ANPA, Roma, Maggio 2000.

Deve ancora essere valutato quanto questa situazione sia stata modificata dalla realizzazione di una rete di stazioni radio base per la telefonia cellulare, fitta, benché costituita da emittenti che singolarmente prese hanno bassa potenza. Un altro fattore che differenzia la telefonia cellulare è l'esposizione

dell'utente finale: il telefono cellulare è una trasmittente, che, sebbene di bassissima potenza, viene tenuta in stretta prossimità del capo durante l'utilizzo. È stato calcolato che, durante il suo impiego, il telefono cellulare palmare comporta un'esposizione del capo più elevata rispetto al livello tradi-

<sup>1</sup> Nel S.I. il tesla [T] = [Kg x s<sup>2</sup> x A<sup>-1</sup>] è l'induzione magnetica ovvero il rapporto tra il flusso concatenato con la linea di contorno di una superficie chiusa e l'area della proiezione di tale superficie su un piano ortogonale alla direzione del campo, quando il rapporto stesso è unitario.



zionalmente esistente in città e fino a tre ordini di grandezza superiore (la potenza impiegata dal telefono varia in funzione della qualità del segnale). Occorre dunque distinguere la popolazione esposta a causa delle emissioni globali delle stazioni radio base dagli utenti dei telefoni cellulari, che hanno un profilo di esposizione specifico.

### Lo stato delle conoscenze

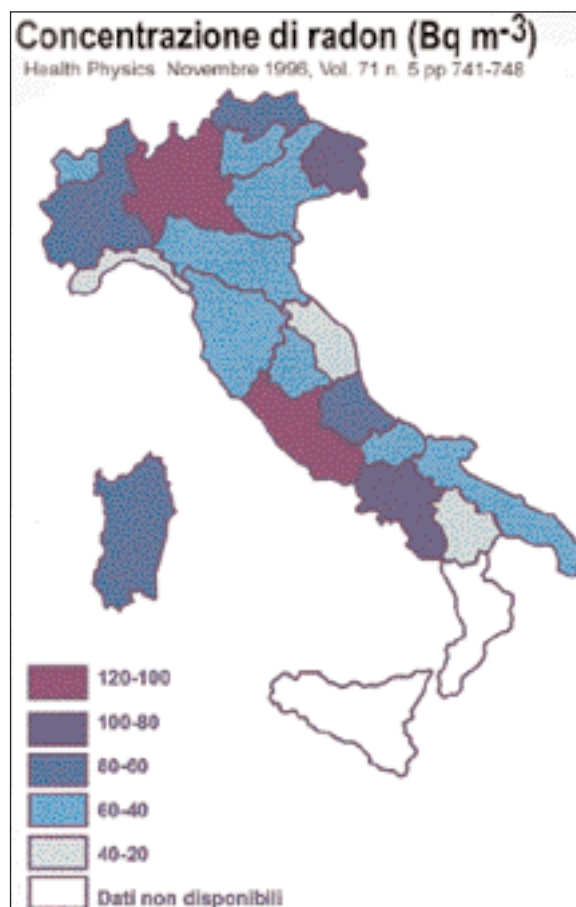
Non sono disponibili dati sulla popolazione generale. È stato pubblicato invece uno studio (Rothman *et al.*, 1996) sulla mortalità di un gruppo di utenti di telefoni mobili e palmari. Non erano presenti eccessi di mortalità generale, né nel gruppo nel suo complesso, né in particolare tra gli utenti di telefoni palmari; tra questi era aumentata la mortalità per incidenti stradali. Questo studio si riferiva a utenti di cellulari TACS e non ha potuto analizzare la mortalità a lungo termine: infatti è stato interrotto in seguito ad una causa legale contro i ricercatori.

In Svezia è stato condotto uno studio caso-controllo (Hardell *et al.*, 1999) su tumori cerebrali e uso di telefoni cellulari senza evidenziare associazione. Tuttavia, quando l'analisi è stata limitata ai tumori del lobo temporale od occipitale (un decimo circa di tutti i tumori cerebrali), occorsi dallo stesso lato di uso preferenziale del telefono palmare, è emersa un'associazione che però non ha raggiunto la soglia convenzionale di significatività statistica. I rischi sono risultati elevati soltanto per gli utilizzatori di sistemi TACS, che possiedono potenze di emissione più elevate rispetto ai GSM ed operano in ambienti di frequenza e con caratteristiche di trasmissione differenti. La mancanza di associazione con i GSM, ammesso che quella con i TACS sia una vera associazione, potrebbe essere dovuta semplicemente al fatto che i GSM sono in uso da troppo poco tempo perché effetti abbiano potuto manifestarsi. I limiti di questo studio risiedono (i) nel fatto che il risultato per i tumori cerebrali lateralizzati era basato su un numero estremamente piccolo di casi, (ii) nell'esecuzione di molteplici raffronti statistici, (iii) nel periodo troppo breve di introduzione dei GSM rispetto al momento di reclutamento dei casi e dei controlli.

I risultati di questi studi non sono al momento interpretabili. Allo stato attuale non è possibile la quantificazione dell'impatto sulla popolazione.

## 8.3.2 RADIAZIONI IONIZZANTI

Figura 8.5



Negli anni '70 e '80 l'attenzione degli esperti di radioprotezione si è focalizzata anche sulla radioattività naturale che costituisce la maggior fonte di esposizione della popolazione alle sorgenti di radiazioni. Com'è noto infatti, ogni persona che vive sulla terra è esposta ad un irraggiamento esterno da radiazioni che vengono dallo spazio (radiazione cosmica) e altre emesse da sostanze radioattive presenti nella crosta terrestre, nell'aria e nelle acque, fin dalle origini della terra; fra queste, di particolare rilevanza sono i radionuclidi prodotti a seguito del decadimento dell'uranio e del torio ed il potassio 40.

Il livello di radioattività naturale varia sensibilmente da un punto all'altro della superficie terrestre, dipende dalla quota a cui si vive - a Città del Messico la radiazione cosmica è doppia di quella che si ha a livello del mare - e dalla natura geologica del suolo (in una parte dell'India, il Kerala, la radiazione emessa dalla crosta terrestre è circa venti volte superiore a quella della pianura padana).

Se guardiamo al nostro paese, misure effettuate nel passato hanno dimostrato che esistono differenze tra le varie regioni anche di dieci volte.



Oltre all'irraggiamento esterno, è possibile attraverso l'inalazione e l'ingestione di sostanze radioattive, essere sottoposti ad irraggiamento interno. Anche in questo caso, la radioattività naturale, ed in particolare il gas radon che deriva dal decadimento di radio-nuclidi naturali della famiglia dell'uranio, costituisce una fonte importante di esposizione alle radiazioni. Nell'ambito di un'Indagine Nazionale condotta dall'ANPA e dall'Istituto Superiore di Sanità in collaborazione con le Regioni è stata valutata l'esposizione media annuale della popolazione italiana al gas radon nei luoghi chiusi, (in un campione rappresentativo di 4.500 abitazioni) che è risultata essere pari a 1,5 mSv<sup>4</sup>.

I risultati ottenuti sottolineano la necessità di promuovere ricerche sulle azioni più idonee per abbassare la concentrazione di radon nelle case, tenendo conto delle tecniche costruttive italiane e di fissare i livelli di riferimento per le azioni di rimedio.

Il rischio di tumore polmonare da radon nelle abitazioni italiane può essere calcolato sulla base dei dati di esposizione stimati durante l'indagine nazionale sulla radioattività ambientale, che indica una esposizione media di popolazione<sup>5</sup> pari a 75 Bq/m<sup>3</sup>.

### 8.3.2.1 Impatto sulla salute

Allo stato attuale delle conoscenze, il rischio di tumore polmonare per l'intera vita, per una esposizione cronica ad una concentrazione di radon di 100 Bq/m<sup>3</sup>, è stimabile in circa l'1%, con un'incertezza complessiva probabilmente inferiore ad un fattore tre. La stima accreditata della proporzione attribuibile al radon sul totale dei decessi per tumore al polmone è compresa tra il 5 e il 20%. Tenendo conto che ogni anno in Italia ci sono circa 30.000 decessi per tumore polmonare, si può stimare che da 1.500 a 6.000 casi possano essere attribuibili all'esposizione domestica al radon. Per il Piemonte le stime corrispettive indicano un numero annuo di eventi compreso, con il 95% di confidenza, tra 133 e 534 (calcolati su una media di 2.671 decessi /anno, rilevati nel periodo 1992-1994).

## 8.4 L'ACQUA

*(A cura di Anna Armitano - ARPA Piemonte, Area di Epidemiologia Ambientale)*

### 8.4.1 L'ACQUA POTABILE

Nel territorio piemontese si contano 1.207 Comuni con una popolazione complessiva di 4.291.441 abitanti (al 1999), su una superficie totale di 25.388 Km<sup>2</sup>.

L'OMS indica come indicatori prioritari da valutare la percentuale di popolazione servita da acquedotti, la percentuale di abitazioni servite da strutture fognarie, la percentuale di strutture fognarie trattate in impianti di depurazione e i parametri di qualità analitici. La situazione piemontese risulta buona per quanto riguarda l'approvvigionamento, mentre deve essere migliorata la percentuale di acque reflue depurate.

La richiesta idropotabile per i diversi consumi stimata in circa 420 milioni di m<sup>3</sup> annui, risulta inferiore ai volumi attualmente disponibili alla fonte, ammontanti a circa 580 milioni di m<sup>3</sup>. Nonostante questi dati in apparenza tranquillizzanti, all'utenza finale risultano mancare circa 26 milioni di m<sup>3</sup> annui, in quanto una parte dei volumi d'acqua disponibili vengono dispersi, sia nel sistema di adduzione sia nella rete di distribuzione interna ai centri abitati, e mancano i serbatoi di regolazione che consentirebbero un'utilizzazione differita della risorsa. Nel bilancio idrico globale la distribuzione della risorsa mostra squilibri che si traducono in disponibilità al di sopra del necessario in alcune zone e in carenze anche gravi in altre. Alla carenza di tipo quantitativo va sommata quella conseguente alla necessità di sostituire parte delle fonti di approvvigionamento attualmente in funzione a causa dell'inquinamento che in esse si è prodotto, in particolare per quelle ricadenti in area di pianura. Per quanto concerne fonti di approvvigionamento si evidenzia il ruolo strategico e insostituibile delle acque sotterranee in quanto il 60% circa dei Comuni piemontesi attingono dal sottosuolo e il 44% di questi dispone di quest'unica fonte per il proprio approvvigionamento potabile (Fonte dei dati: Regione Piemonte Direzione Pianificazione Risorse Idriche "Infrastrutture del servizio idrico in Piemonte" 2000). Per maggiori dettagli si rimanda

<sup>4</sup> Il valore della dose di radioattività assorbita è dato dal prodotto della dose di radioattività per l'efficacia biologica Q. L'unità di misura nel S.I. è il Sievert (Sv), vale a dire Gy x Q.

<sup>5</sup> Con il termine Attività di una sostanza radioattiva si intende il numero di nuclei di questa sostanza che si disintegrano nell'unità di tempo; nel S.I. l'unità di misura è il Becquerel (Bq) = 1 dis./sec.



al capitolo 4. Acqua.

Per quanto riguarda la qualità microbiologica dell'acqua erogata, l'attività di verifica e vigilanza, effettuata dagli organi di controllo, ha messo in evidenza che dal punto di vista microbiologico, nel triennio 1996-'98 la percentuale di conformità è oscillata tra il 94 e il 96% sul totale degli esami effettuati.

La clorazione, metodo più usato in Italia per la disinfezione delle acque potabili, non è sufficiente ad assicurare un'acqua a rischio biologico zero. È possibile tuttavia sostenere la definitiva scomparsa delle patologie legate alla presenza di patogeni "classici", quali *Salmonella*, *Shigella* e *Vibrio* da approvvigionamento idrico da acquedotti. Nuovi patogeni emergenti, agenti eziologici di gastroenteriti, quali *Aeromonas*, vengono segnalati in gran parte degli acquedotti, ma dal punto di vista epidemiologico non sono state evidenziate a tutt'oggi correlazioni tra la sua presenza nelle acque e diffusioni di patologie enteriche. Nel processo di clorazione delle acque potabili con ipoclorito e di trattamento con ozono, si formano sostanze organoalogenate; questi sottoprodotti della disinfezione chiamati D-DBP (*Disinfection-Disinfection By Products*), originati dal trattamento con ipoclorito, sono rappresentati da THM (trialometani), e da altri composti, tra cui acetonitrili, acidi aloacetici, chetoni e aldeidi. Alcuni di questi hanno effetti potenzialmente tossici o mutageni o cancerogeni (Volterra, De Nava, 1995). La valutazione attuale dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC, 1991) circa l'acqua potabile clorata è quella del Gruppo 3, non cancerogena per l'uomo in quanto c'è una inadeguata evidenza di cancerogenicità per l'uomo e gli animali da esperimento.

## 8.4.2 ACQUE DI SCARICO E LORO TRATTAMENTO

Circa l'80% del carico inquinante di origine urbana viene raccolto nei sistemi fognari; di questo il 62% viene avviato agli impianti di depurazione, il 18% viene rilasciato nei corpi idrici senza alcun trattamento. Il rimanente 20% deriva da insediamenti civili senza fognatura (piccoli centri, nuclei isolati). La popolazione regionale servita, per il servizio di fognatura e depurazione, da aziende speciali comunali o consortili corrisponde a oltre il 70% della popolazione residente; a questa vanno sommate la popolazione servita dai piccoli impianti comunali e le quote di popolazione fluttuante, molto significative nelle zone a vocazione turistica, nonché le quote di popolazione "equivalente" industriale collegata alle reti fognarie. Complessivamente risulta servita dalle infrastrutture consortili un'utenza valutata a circa 3.800.000 abitanti residenti e concentrata in circa un'ottantina di impianti di depurazione, cui fa capo una rete di collettamento intercomunale della lunghezza complessiva di oltre 1.200 km che convoglia al trattamento un volume giornaliero medio di reflui stimato in oltre 1.660.000 m<sup>3</sup>, di cui circa il 41% costituito da reflui industriali pretrattati. Dall'esame dei dati disponibili emerge che gli ambienti soggetti a fenomeni di inquinamento puntuali o diffusi, risultano essere localizzati su corpi d'acqua con modesti deflussi (e con regime delle portate a carattere torrentizio) o su quei corpi idrici ove la portata viene ridotta in conseguenza di cospicui prelievi o in presenza di scarichi industriali o civili diretti o convogliati attraverso il reticolo dei canali irrigui.

## 8.4.3 ACQUE DI BALNEAZIONE

Gli studi epidemiologici svolti per verificare l'accertamento del rischio correlato alla balneazione sono numerosi, ma anche contraddittori e non univoci. Possono essere correlate alla balneazione in acque inquinate la comparsa di sindromi minori che interessano prevalentemente l'apparato gastroenterico, genito-urinario e respiratorio, la cute, le mucose dell'orecchio e dell'occhio.



Tabella 8.3 – Acque di balneazione: risultati dei prelievi effettuati nel 1998 e 1999

Località	n° punti prelievo 1998 e 1999	Giudizio			
		1998		1999	
		agibili	non a.	agibili	non a.
Lago Maggiore	49	46	3	48	1
Lago Mergozzo	5	5	-	5	-
Lago d'Orta	15	13	2	13	2
Fiume Cannobino	2	-	2	2	-
Torrente San Bernardino	1	-	1	-	1
Fiume Sesia*	5	-	5	-	5
Fiume Ticino	12	5	7	7	5
Lago Viverone	7	7 <sup>(iii)</sup>	-	7 <sup>(i)</sup>	-
Laghi Avigliana (Grande e Piccolo)	4	-	4	-	4
Lago Sirio	5	5 <sup>(ii)</sup>	-	5 <sup>(i)</sup>	-
Lago Candia	3	-	3	-	3
Totale	108	81	27	87	21

Fonte: Regione Piemonte, Assessorato Sanità.

La normativa italiana considera "acque di balneazione", le acque o parti di esse, dolci, correnti o stagnanti e l'acqua di mare nelle quali la balneazione è espressamente autorizzata dall'autorità e non vietata contrariamente alla direttiva europea che considera acque di balneazione solo quelle in cui la balneazione è praticata da un "congruo" numero di bagnanti. Questo comporta che in Italia tutte le acque siano da considerare acque di balneazione e che il numero di punti di controllo sia superiore a qualsiasi altro Paese europeo. Dalla **tabella** emerge che nel 1999 vi è stato un lieve miglioramento della qualità igienico-sanitaria delle acque di balneazione rispetto alla campagna di monitoraggio effettuata nel 1998 (da un 25% di non agibili si è scesi a 19,4%) e che le cause di non agibilità registrate nel corso dell'anno 1999 sono ancora da imputarsi nella quasi totalità dei casi ad inquinamento batteriologico per la presenza sul territorio di scarichi civili isolati non ancora collettati e/o non depurati.

## 8.5 LE AREE AD ALTO RISCHIO AMBIENTALE

Quattro aree classificate "ad alto rischio di crisi ambientale" dal Ministero dell'Ambiente ed inserite nell'elenco di primi interventi di bonifica di interesse nazionale si trovano in Piemonte: Cengio e Saliceto (CN-SV; ACNA), Casale Monferrato (AL; Amianto), Balangero (TO; ex Cava Amianto), Pieve Vergonte (V.C.O.; Enichem). La Regione Piemonte ha proposto al Ministero per l'Ambiente l'inserimento di altri cinque siti: Serravalle Scrivia - ex stabilimento Ecolibarna, Cirié - ex stabilimento IPCA, Castellazzo Bormida - ex Barco loc. Pulcianetta, Galliate - Villa Fortuna, Torino - Basse di Stura. Le aree sono accomunate dalla presenza di una o più potenziali fonti di inquinamento ambientale dovute alla presenza di importanti attività industriali attive o dismesse e di una ex cava di amianto ma sono assai eterogenee rispetto a molte caratteristiche, quali dimensioni geografiche e di popolazione, numero di comuni compresi, geografia e tipo di territorio, tipo di inquinanti emessi dalle industrie, struttura sociale, economica e produttiva e profilo di mortalità della zona di apparte-

<sup>(i)</sup> giudizio espresso con riferimento ai disposti della Legge 9 luglio 1999, n° 220, che consente, in presenza di un programma di monitoraggio algale, di esprimere il giudizio di idoneità per un valore di ossigeno disciolto fra 50 e 170.

<sup>(ii)</sup> giudizio espresso con riferimento ai disposti della legge 12 giugno 1993, n° 185, che consente, in presenza di un programma di monitoraggio, di esprimere il giudizio di idoneità per un valore di ossigeno disciolto fra 50 e 170, alla concessione della deroga per il parametro pH avvenuta sia con Decreto del Ministro della Sanità sia del Ministro dell'Ambiente del 18 giugno 1996.

<sup>(iii)</sup> giudizio espresso con riferimento ai disposti della legge 12 giugno 1993, n° 185, che consente, in presenza di un programma di monitoraggio, di esprimere il giudizio di idoneità per un valore di ossigeno disciolto fra 50 e 170.

\* con nota prot. n°1846/27.002 dell'8.02.2000, (Ass.Sanità) è stata comunicata al Ministero della Sanità la sospensione del fiume Sesia dal controllo per l'anno 2000, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 del D.P.R. 470/82 per il superamento dell'80% dei campioni con coliformi fecali >1.000 U.F.C./100 ml. Probabili cause: inquinamento batteriologico da scarichi civili.





enza. Per queste ragioni, lo studio dello stato di salute della popolazione che vive e lavora nelle aree a rischio presenta alcune difficoltà, soprattutto quando si vuole tentare di caratterizzare lo stato di salute della popolazione. Al tempo stesso i dati presentati nella letteratura, soprattutto di tipo epidemiologico, indicano che lo stato di compromissione ambientale osservabile, (in misura molto variabile) può avere conseguenze avverse. Un primo rapporto pubblicato nel '97, ad esempio, identificava numerosi eccessi di mortalità per varie cause, alcune delle quali riconducibili ad esposizioni ambientali e professionali associate all'abitare nelle aree a rischio (OMS, Centro Europeo Ambiente e Salute, 1997).

lavoratori esposti e quello ambientale per la popolazione generale, verosimilmente esposta ad inquinanti aerodispersi. Non è possibile elaborare quantitativamente una stima diretta dell'impatto sulla salute. Considerando infatti come esposti tutti i residenti in queste aree, tutti gli eccessi di eventi sfavorevoli per la salute (mortalità, morbosità, ricoveri ospedalieri, esiti riproduttivi) osservati sarebbero da considerare "attribuibili". Data la grande carenza di informazioni sugli altri fattori di rischio, non sarebbe possibile valutare, pur approssimativamente, il reale contributo della residenza nell'area al determinismo di questi effetti sfavorevoli sulla salute. Inoltre i risultati si riferiscono a dati di popolazione e non individuali. Un'analisi non convenzionale è stata comunque svolta per la Valle Bormida, di seguito riportata.

### 8.5.1 AGENTI NOCIVI ED ESITI SANITARI

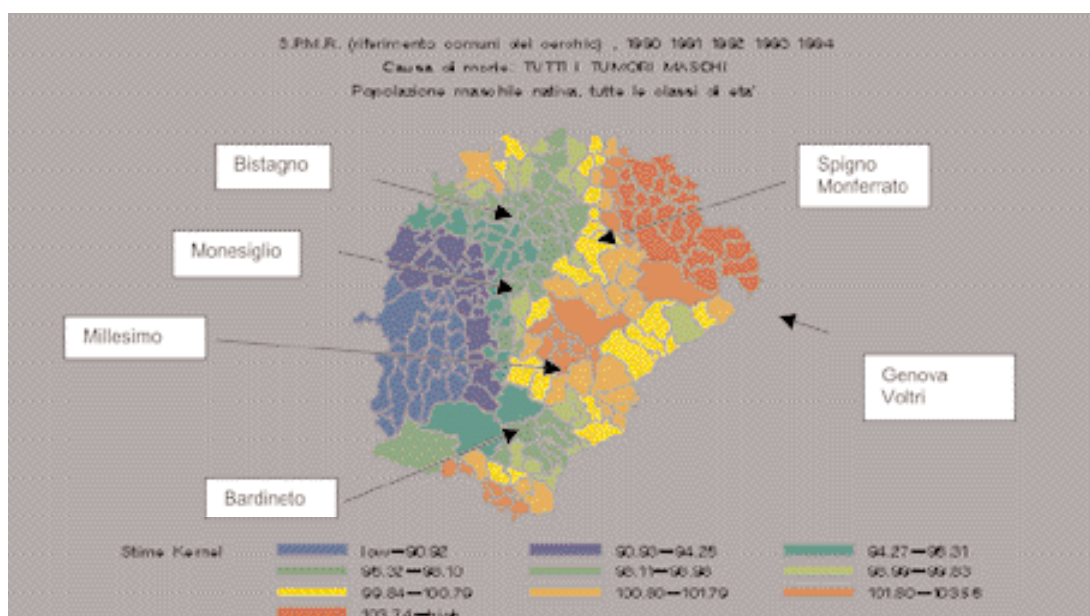
Escludendo i casi di Balangero e Casale (amianto, paragrafo 8.6) non è attualmente possibile identificare specifici agenti comuni per l'insieme delle aree a rischio. Ciò è dovuto alla grande eterogeneità delle aree, caratterizzate da disparate attività industriali. Per di più, anche nello studio di singole aree, i dati disponibili di emissione, concentrazione ed esposizione umana a specifici agenti sono assai carenti. Vale tuttavia la pena di segnalare come nella maggioranza dei casi gli agenti rilevanti facciano essenzialmente capo a due principali gruppi: quello professionale per i

### 8.5.2 LA VALLE BORMIDA

*(A cura di Moreno Demaria - ARPA Piemonte, Area di Epidemiologia Ambientale)*

L'area di Epidemiologia Ambientale ha aggiornato le analisi spaziali nella Valle Bormida (**figura 8.6**), estendendole ai dati di mortalità 1990-'94 e analizzando un insieme di cause di morte secondo la loro distribuzione nell'ambito della Valle (**figura 8.7**). In particolare i rischi di mortalità sono stati calcolati ripartendoli lungo il percorso linearizzato del

Figura 8.6 - Centroide utilizzato per l'analisi.





fiume (indici SMRMM, KSMRMM). I risultati di questa analisi evidenziano, nel tratto compreso tra Millesimo e Monesiglio, un lieve eccesso di mortalità per tutte le cause, per le cause tumorali e in particolare per il tumore dello stomaco e del fegato (tabelle 8.4 - 8.5).

Studi epidemiologici precedenti, che non hanno utilizzato tecniche di analisi così mirate, sono risultati negativi. L'Istituto nazionale per la ricerca sul cancro di Genova, in parallelo con la cattedra di epidemiologia dei tumori dell'Università di Torino, nel 1990 avevano rilevato un eccesso di mortalità, ma non significativo, per tumori dello stomaco, dell'intestino, della pleura e del Sistema Nervoso Centrale, non correlabile ad una situazione di degrado ambientale.

Figura 8.7. Comuni lungo il Bormida di Millesimo.



Tabella 8.4 - Mortalità tumore stomaco – comuni lungo il Bormida di Millesimo (centroide con raggio di 40 Km da Cairo Montenotte). Anni 1990-1994

Comune	Oss.	UOMINI				Oss.	DONNE			
		spr	kspmr	sprmm	kspmrmm		spr	kspmr	sprmm	kspmrmm
Bardinetto	0	0,0	81,1	150,1	111,9	0	0,0	105,3	93,8	127,0
Calizzano	3	160,4	101,5	145,1	118,6	1	84,0	123,7	75,1	129,9
Massimino	1	344,8	129,0	150,0	122,7	0	0,0	141,8	77,3	131,5
Murialdo	1	95,2	136,2	166,3	132,2	3	291,3	137,1	140,2	136,3
Roccvignale	1	125,0	145,2	164,7	139,9	0	0,0	141,4	162,2	139,6
Millesimo	5	174,2	143,4	166,4	143,8	2	88,5	139,5	176,5	140,7
Cosseria	1	98,0	138,2	184,9	146,3	2	377,4	134,5	218,0	142,5
Cengio	5	151,1	147,4	164,1	146,8	4	216,2	143,2	218,0	143,2
Saliceto	6	355,0	152,4	173,8	146,7	1	85,5	148,5	269,9	143,2
Camerana	2	206,2	151,2	157,5	146,3	4	540,5	147,6	318,1	142,6
Gottasecca	0	0,0	148,5	155,8	145,2	0	0,0	146,0	282,1	141,7
Monesiglio	2	232,6	142,6	127,5	142,1	2	400,0	139,1	267,9	138,8
Mombarcaro	0	0,0	136,0	93,1	138,7	2	666,7	131,3	177,8	135,3
Pruneto	1	140,8	140,5	208,0	135,1	0	0,0	137,8	177,8	131,1
Gorzegno	1	185,2	134,0	169,3	133,2	0	0,0	130,9	111,1	129,0
Levice	0	0,0	130,8	189,1	131,6	0	0,0	126,9	32,5	127,0
Torre Bormida	2	689,7	126,5	204,4	128,9	0	0,0	120,8	32,5	123,3
Bergolo	0	0,0	131,1	196,7	126,6	0	0,0	126,3	32,5	120,1
Cortemilia	3	119,0	126,4	223,6	124,6	4	195,1	119,3	84,6	117,4
Perletto	1	232,6	124,4	108,6	123,5	0	0,0	115,8	84,6	115,3
Vesime	1	138,9	120,5	124,2	120,6	0	0,0	111,7	104,0	112,3
Cessole	1	161,3	118,5	130,0	118,3	1	312,5	110,6	71,5	110,3
Coazzolo	0	0,0	120,2	91,2	115,8	0	0,0	107,8	71,5	108,8
Bubbio	1	93,5	113,6	76,8	113,7	1	116,3	108,4	71,5	107,8
Monastero B.	2	153,8	112,4	59,9	112,8	0	0,0	107,3	23,3	107,2
Sessame	0	0,0	109,6	74,8	110,9	0	0,0	106,8	29,1	107,0
Bistagno	1	52,1	108,8	68,6	110,0	0	0,0	105,8	0,0	106,6



Tabella 8.5 - Mortalità tumore fegato – comuni lungo il Bormida di Millesimo (centroide con raggio di 40 Km da Cairo Montenotte). Anni 1990-1994

Comune	Oss.	UOMINI				DONNE				
		spmr	kspmr	spmm	kspmm	Oss.	spmr	kspmr	spmm	kspmm
Bardinetto	0	0,0	106,1	0,0	105,6	0	0,0	66,5	227,3	84,9
Calizzano	0	0,0	100,2	60,6	108,8	0	0,0	74,8	181,8	93,9
Massimino	0	0,0	100,2	90,8	110,9	1	909,1	84,7	151,5	100,3
Muraldo	0	0,0	115,8	90,8	113,5	0	0,0	113,7	197,8	111,7
Roccaignale	1	303,0	121,5	90,8	117,0	0	0,0	129,8	212,7	121,9
Millesimo	3	241,9	121,7	90,8	120,4	0	0,0	132,2	86,8	129,9
Cosseria	0	0,0	121,7	90,8	121,2	1	277,8	135,2	164,3	132,1
Cengio	0	0,0	121,3	40,3	120,0	1	89,3	136,1	164,3	132,9
Saliceto	0	0,0	120,6	52,1	119,0	1	153,8	132,5	233,8	131,4
Camerana	0	0,0	120,5	52,1	117,7	2	465,1	126,7	285,5	127,7
Gottasecca	0	0,0	114,0	52,1	115,6	0	0,0	135,0	270,6	126,4
Monesiglio	1	312,5	115,5	52,1	112,8	1	416,7	122,7	245,0	125,3
Mombarcaro	0	0,0	114,0	52,1	108,5	1	588,2	113,0	271,7	125,2
Pruneto	0	0,0	109,0	52,1	104,3	0	0,0	128,9	271,7	123,2
Gorzegno	0	0,0	103,6	0,0	99,7	0	0,0	125,4	202,2	124,1
Levice	0	0,0	94,8	17,5	93,8	1	625,0	126,3	131,5	125,7
Torre Bormida	0	0,0	88,9	17,5	87,7	0	0,0	122,9	131,5	124,0
Bergolo	0	0,0	87,8	17,5	81,5	0	0,0	128,0	131,5	121,9
Cortemilia	1	105,3	79,0	17,5	76,2	2	163,9	122,5	27,3	119,3
Perletto	0	0,0	71,9	17,5	75,2	0	0,0	118,7	27,3	117,7
Vesime	0	0,0	66,5	17,5	70,2	0	0,0	112,9	27,3	114,2
Cessole	0	0,0	63,3	0,0	66,5	0	0,0	110,5	55,6	111,8
Coazzolo	0	0,0	82,4	0,0	64,1	0	0,0	113,5	55,6	109,7
Bubbio	0	0,0	57,8	0,0	62,7	0	0,0	106,8	55,6	108,9
Monastero Bormida	0	0,0	57,1	0,0	62,5	1	33,3	108,1	66,7	108,5
Sessame	0	0,0	57,2	0,0	57,6	0	0,0	106,2	83,3	107,3
Bistagno	0	0,0	58,2	0,0	57,5	0	0,0	108,1	111,1	107,5

Studi successivi (studio di coorte retrospettiva di ex-dipendenti ACNA ed uno studio retrospettivo sulla mortalità dei residenti della Valle Bormida) non hanno evidenziato significativi incrementi della mortalità per cause neoplastiche (ed altre cause) per i soggetti in servizio nel 1972 (o successivamente) per quanto riguarda l'esposizione occupazionale, o superamenti dei valori attesi nell'analisi della mortalità per causa tra i residenti (ritenuti esposti). Il Centro Europeo Ambiente e Salute dell'OMS di Roma non ha rilevato eccessi di mortalità statisticamente significativi nella zona interessata dall'ACNA, né per tumore né per altre cause. Questo studio ha però evidenziato locali eccessi di mortalità specifica per tumori gastrici nella zona piemontese, imputabili ad abitudini alimentari, eccesso di tumori pleurici nella parte ligure, non coinvolgente l'ACNA ed un eccesso di tumori encefalici, giustificati dall'utilizzo di antiparassitari. Un rischio a carico del tumore della vescica, localizzato

negli anni '50 e cessato prima del '70, viene rilevato nei lavoratori dell'ACNA, in relazione ad esposizione ad ammine aromatiche.

## 8.6 L'AMIANTO

Nelle sue varie forme l'amianto è stato da tempo riconosciuto causa di mesoteliomi maligni delle sierose e di cancro del polmone. È misurabile una contaminazione ambientale intorno a siti industriali, responsabile di sensibili eccessi di rischio per la popolazione residente intorno a tali fonti.

### 8.6.1 LA SITUAZIONE PIEMONTESE

La mortalità per tumore maligno della pleura nel periodo più recente disponibile, 1988-'94 (Di Paola



*et al.*, 2000), vede il Piemonte al secondo posto sia negli uomini, con un tasso standardizzato annuo medio di 3,4 per 100.000, sia nelle donne, con 2,1 per 100.000. Su base provinciale, quella di Alessandria è al quarto ordine, dopo Gorizia, La Spezia e Genova, per la mortalità maschile, ma è largamente al primo posto per quella femminile. Una prima segnalazione dell'importanza di esposizioni ambientali (cioè non professionali) ad amianto è venuta dalle analisi sull'incidenza di mesote-

lioma maligno della pleura istologicamente confermato (Magnani *et al.*, 1991, 1995) nella popolazione di Casale Monferrato e dei comuni circostanti, a paragone dei restanti comuni dell'allora Unità Socio Sanitaria Locale. Esclusi i casi professionalmente esposti e le loro mogli, emerse (tabella 8.6) un gradiente di incidenza, che corrisponde a quello di inquinamento ambientale legato verosimilmente all'attività dello stabilimento di cemento amianto.

Tabella 8.6 - Incidenza di mesotelioma maligno della pleura 1980-1991 nella USSL di Casale Monferrato, popolazione generale (esclusi lavoratori Eternit e loro mogli)

	Tasso di incidenza standardizzato x 100.000/anno			
	Casale	Comuni circostanti	Altri comuni USSL	Varese
Uomini	8,2	3,4	0,6	1,0
Donne	5,1	-	0,7	0,3

Sono stati inoltre conclusi due studi caso-controllo sul mesotelioma maligno della pleura finalizzati a separare l'effetto delle esposizioni professionali da quelle domestiche e ambientali: il primo sui casi incidenti nella ex USSL di Casale Monferrato nel 1987-1993, il secondo sui casi incidenti nel 1995-1997 in diverse aree dell'Unione Europea, tra cui la ex USSL di Casale Monferrato e Torino e comuni della sua prima cintura. Lo studio 1987-1993 (Magnani *et al.*, 1997) ha evidenziato che il rischio tra i residenti in Casale che non avevano mai lavorato all'Eternit né convissuto con addetti allo stabilimento era correlato alla distanza della residenza dalla fabbrica.

È stata studiata anche la mortalità per cancro polmonare nella città di Casale Monferrato, per i lavoratori dello stabilimento e per la popolazione generale sulla base dei decessi del periodo 1989-1995. La mortalità specifica dei lavoratori della fabbrica è risultata sensibilmente più elevata (234,0 x 100.000/anno negli uomini, 35,5 x 100.000/anno nelle donne), mentre quella della popolazione generale non è stata diversa dal valore di riferimento (popolazione regionale: 80,6 x 100.000/anno negli

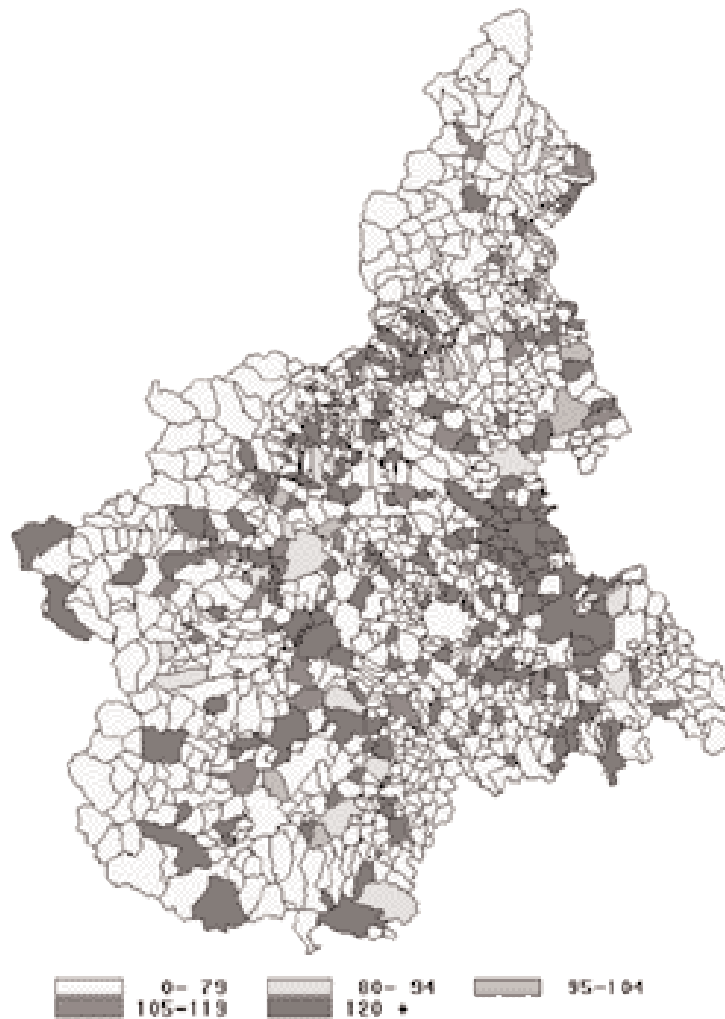
uomini, 18,7 x 100.000/anno nelle donne). Per studiare su scala regionale la relazione tra mortalità per cancro al polmone ed esposizione ad asbesto, Martuzzi (Martuzzi *et al.*, 1998) ha usato come indicatore di esposizione ad amianto nella popolazione la mortalità per tumore maligno della pleura (corrispondente con buona approssimazione a quella per mesotelioma maligno della pleura) e ne ha studiato la correlazione con quella per cancro del polmone tra gli uomini nei comuni piemontesi, sulla base dei dati di mortalità ISTAT 1980-1992.

Il Piemonte nel suo insieme è stato caratterizzato da una mortalità per tumore maligno della pleura più elevata della media nazionale (2,6 x 100.000/anno contro 1,7), ma da una mortalità non aumentata per cancro del polmone (87,9 x 100.000/anno contro 88,0). Lo studio di correlazione ha dato risultato positivo e la proporzione di cancro del polmone attribuibile a risiedere in comuni con alta mortalità per tumore pleurico era del 3,9% su scala regionale. Il significato di "risiedere" in questo caso non è interpretabile in termini di esposizione residenziale, in quanto include i professionalmente esposti.





Figura 8.8 - Mortalità per tumore della pleura in Piemonte; Empirical Bayes SMR, 1992-97. Donne e uomini



La stessa metodologia è stata applicata allo studio della mortalità per cancro del polmone e per tumori ovarici nello stesso periodo nelle donne; è stata trovata una correlazione positiva statisticamente significativa per il cancro del polmone, con un rischio attribuibile del 5,2%, ed una correlazione positiva, ma non statisticamente significativa, per i tumori ovarici.

Non vi sono invece evidenze di eccessi di mortalità per tumore pleurico maligno nella zona circostante la cava d'amianto di Balangero, attiva fino alla metà degli anni '80. La distribuzione spaziale della mortalità negli anni '90 (1992-1997) nella nostra Regione (figura 8.8) mostra per il tumore della pleura una zona di eccesso centrata su Casale Monferrato e gran parte della provincia di Alessandria, e due zone di minori eccessi localizzate nella provincia di Biella e nell'area compresa tra Torino e Savigliano.

## 8.7 LA MORTALITÀ IN PIEMONTE PER AZIENDA SANITARIA LOCALE / UNITÀ SOCIO SANITARIA LOCALE

È stato svolto un aggiornamento delle analisi di mortalità svolte sull'intera regione, riportate nella relazione relativa all'anno 1999, con riferimento alle ASL/USSL come unità territoriale. I dati più recenti coprono il periodo 1992-1994 (dall'Atlante di mortalità in Piemonte 1992-1994) e sono riportati nelle figure 8.9 e 8.10.

Non emergono sostanziali differenze nei trend osservati precedentemente. Si evidenziano in particolare il gradiente di mortalità pianura – montagna e il Piemonte orientale.



### *Il gradiente di mortalità pianura - montagna*

L'Atlante di mortalità evidenzia che i distretti montani hanno una mortalità generale sistematicamente superiore all'atteso (SMR maggiore di 100) in entrambi i sessi. A livello di grande gruppo di cause di morte, sono le malattie dell'apparato circolatorio, respiratorio, digerente e per le cause accidentali. In effetti sono in particolare le cosiddette cause di morte alcool-correlate a presentare il più forte differenziale tra pianura e montagna, a sfavore della seconda; il consumo di alcool è anche un ben noto fattore di rischio per la mortalità cardiovascolare e per determinati tumori. Una possibile spiegazione per la più elevata mortalità cardiovascolare è anche la difficoltà di accesso a trattamenti adeguati, specie in seguito a crisi cardiache acute.

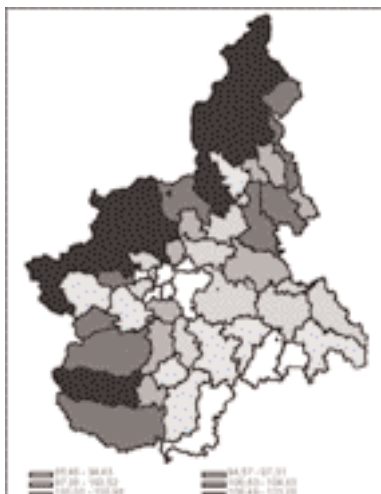
Nel complesso non sembrano individuabili indizi che suggeriscano l'effetto di cause ambientali in senso stretto, ma piuttosto quello di un ambiente sociale per alcuni aspetti sfavorito.

### *Il Piemonte orientale*

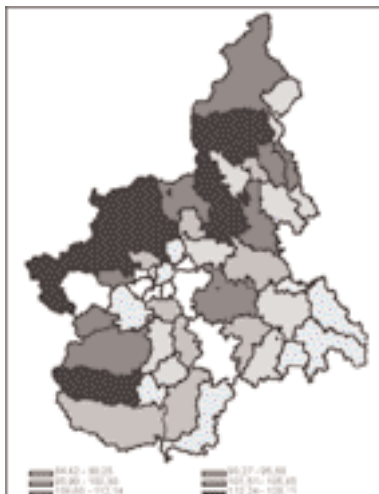
Il Piemonte orientale si conferma come zona di eccesso di mortalità per molte cause, soprattutto per tutti i tumori, per il tumore polmonare e cardiovascolari. Questa tendenza richiama il profilo di mortalità tumorale delle vicine zone della Lombardia, ed in particolare nella provincia di Varese e in minor misura in quella di Milano. In effetti vi sono caratteristiche demografiche e socioeconomiche che rendono la popolazione del Piemonte orientale in parte somigliante a quella lombarda. Resta però da esaminare, per esempio alla luce di un'osservazione più prolungata, la possibilità che siano all'opera anche cause ambientali, o magari professionali.



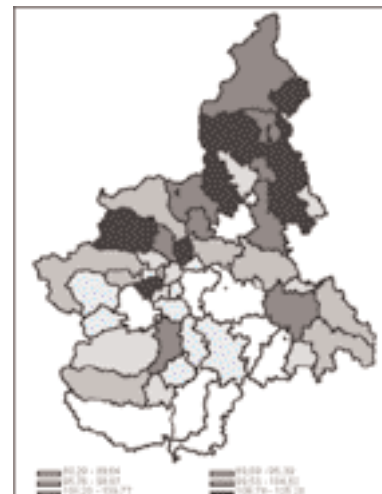
Figura 8.9 - Distribuzione degli SMR in Piemonte negli anni 1992-'94 secondo la residenza e alcune cause di morte  
**Uomini**



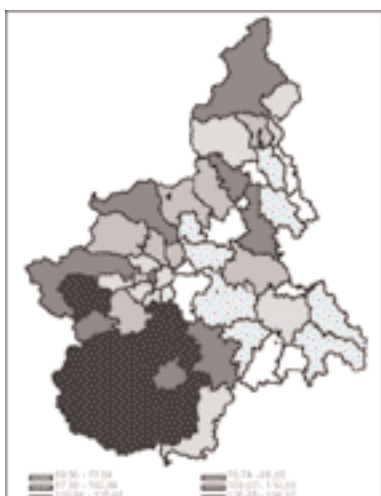
Tutte le cause



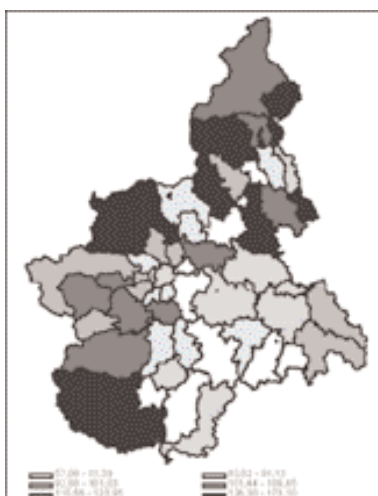
Apparato circolatorio



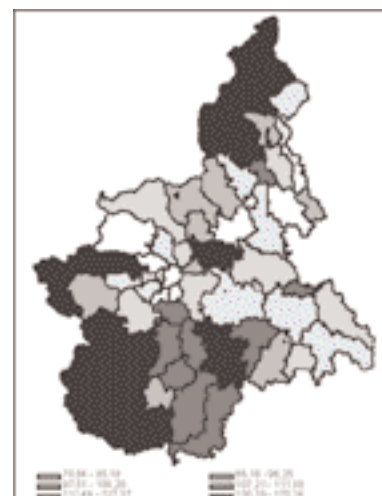
Tumori



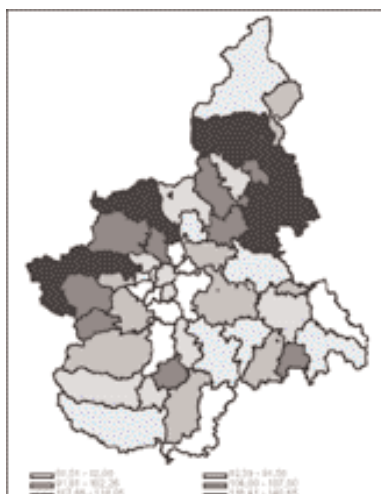
Apparato respiratorio



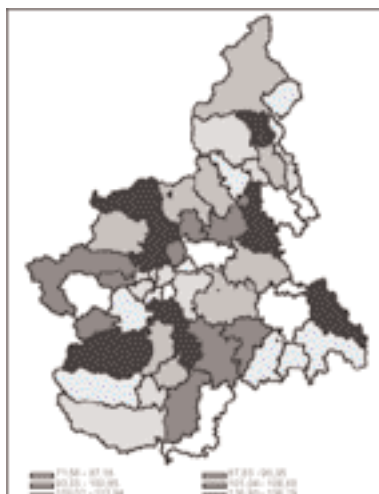
Apparato digerente



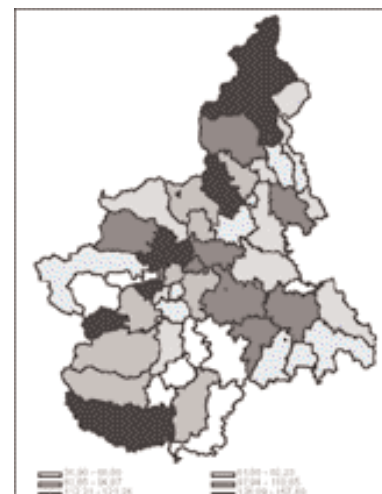
Accidentali



Malattie ischemiche del cuore



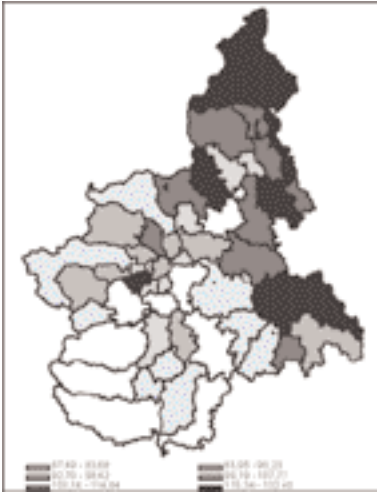
Malattie cerebrovascolari



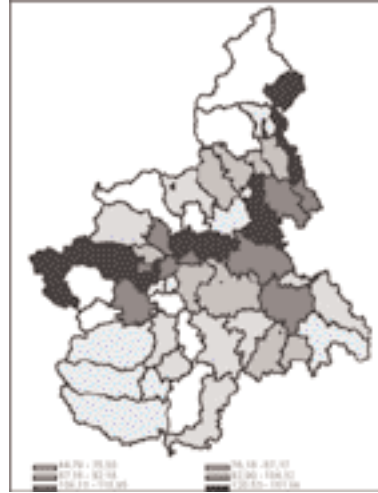
Ipertensione arteriosa



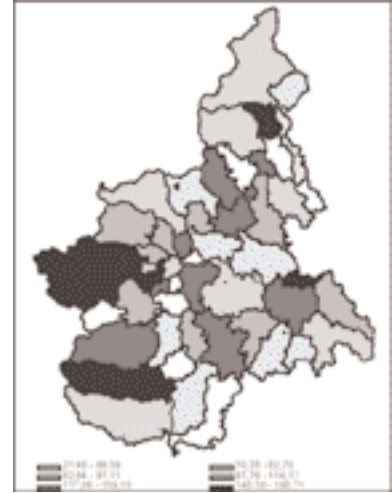
Figura 8.9 (segue)



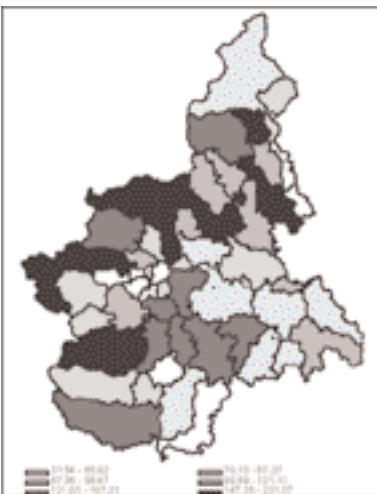
Tumore del polmone



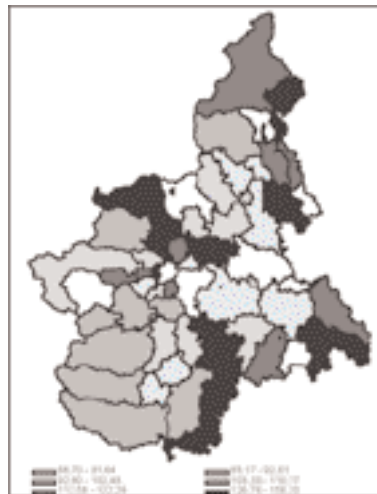
Tumore del colon



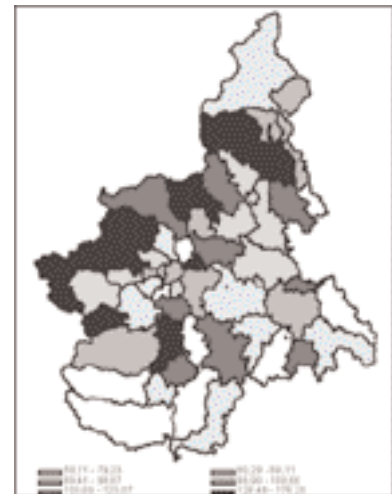
Tumore del retto



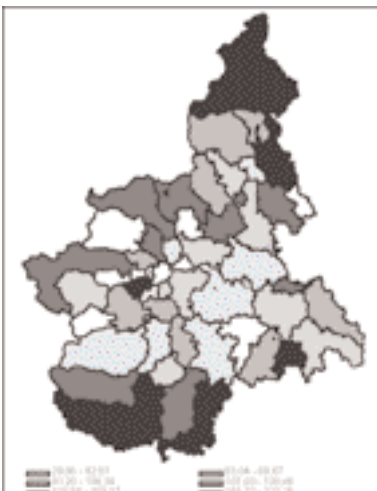
Tumore dell'esofago



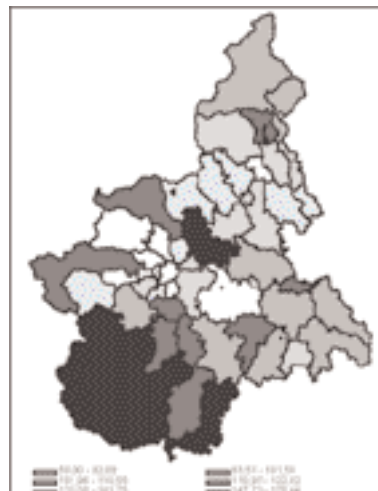
Tumore dello stomaco



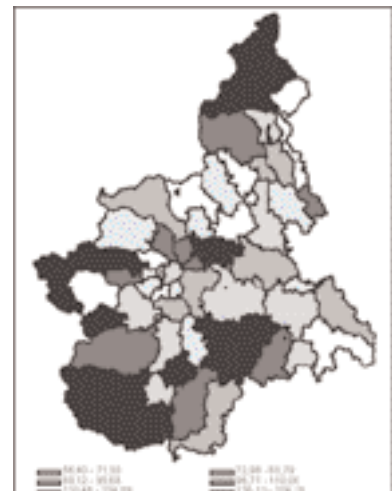
Tumore della prostata



Insufficienza renale cronica



Accidenti da trasporto

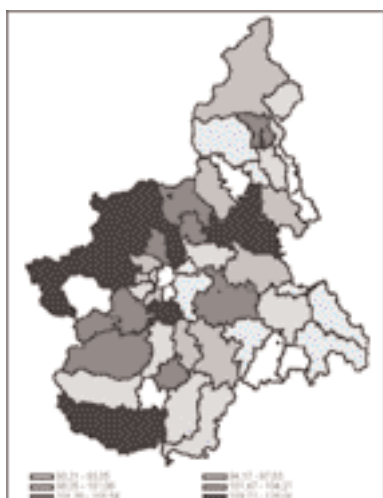


Cadute e altri infortuni

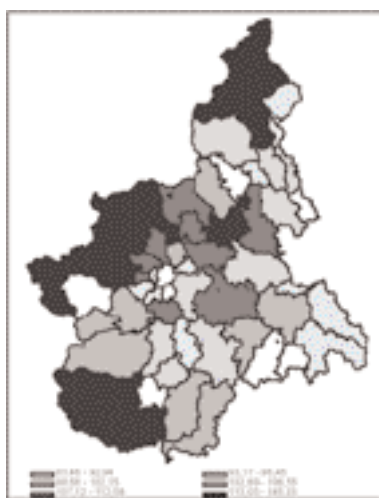




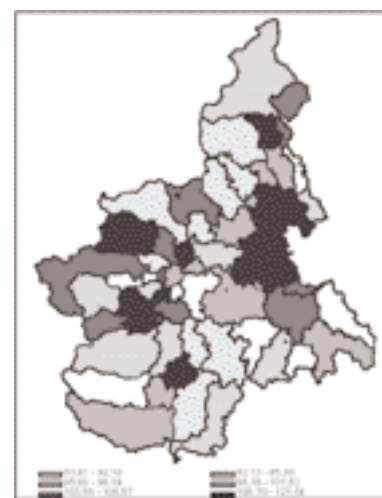
Figura 8.10 - Distribuzione degli SMR in Piemonte negli anni 1992-'94 secondo la residenza e alcune cause di morte  
Donne



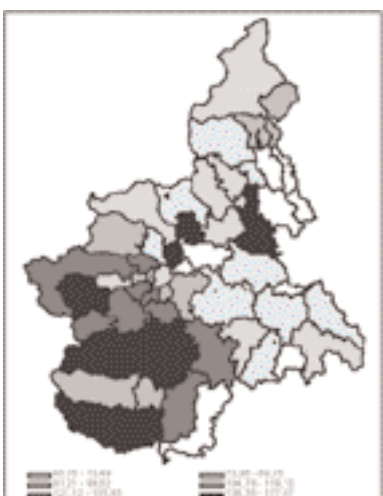
Tutte le cause



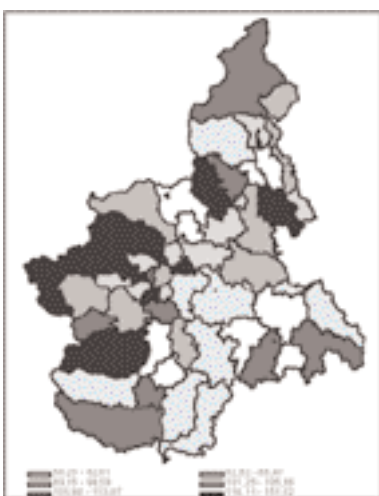
Apparato circolatorio



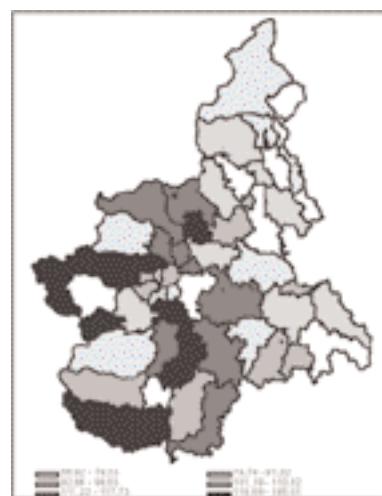
Tumori



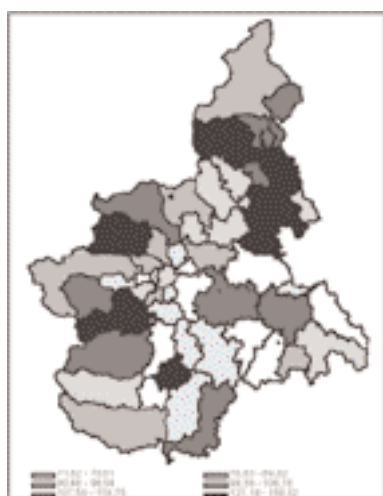
Apparato respiratorio



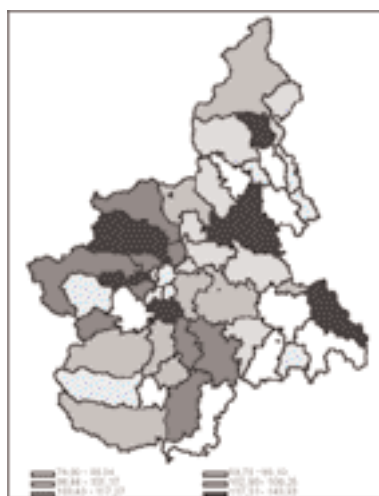
Apparato digerente



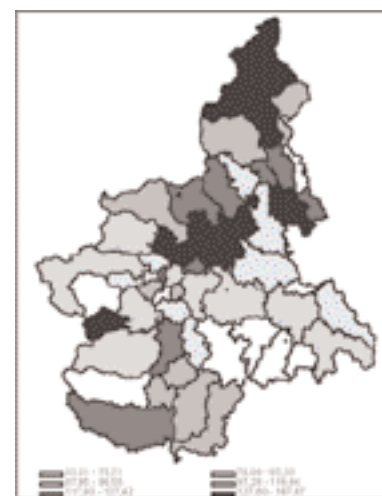
Accidentali



Malattie ischemiche del cuore



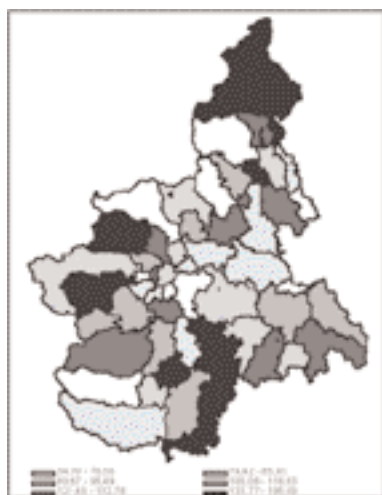
Malattie cerebrovascolari



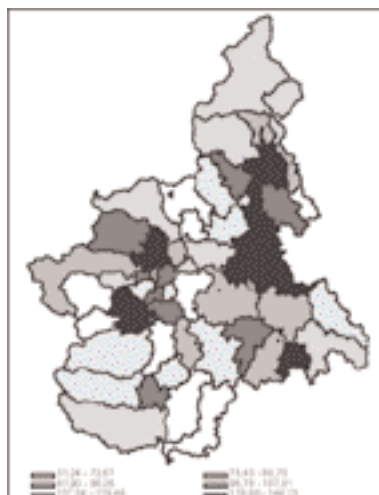
Iperensione arteriosa



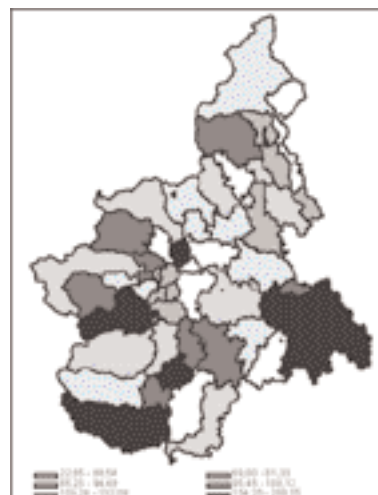
Figura 8.10 (segue)



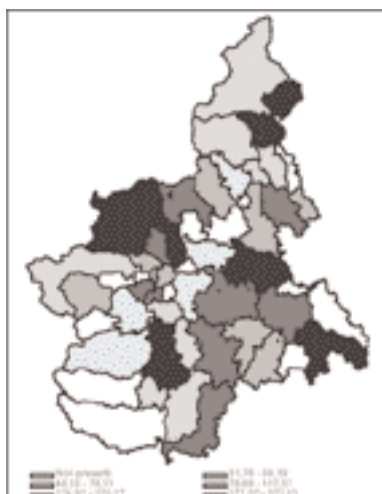
Tumore dello stomaco



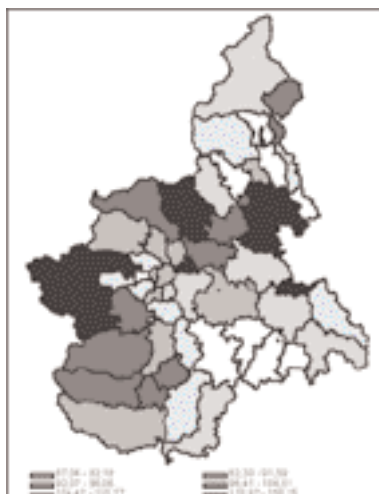
Tumore del colon



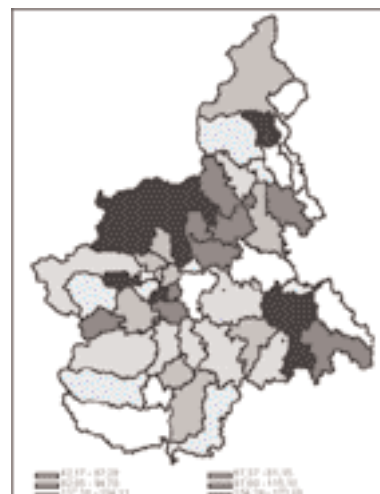
Tumore del retto



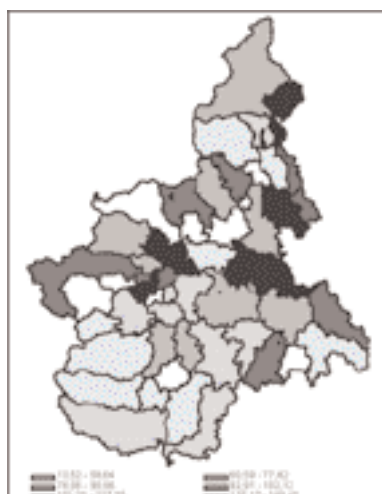
Tumore dell'esofago



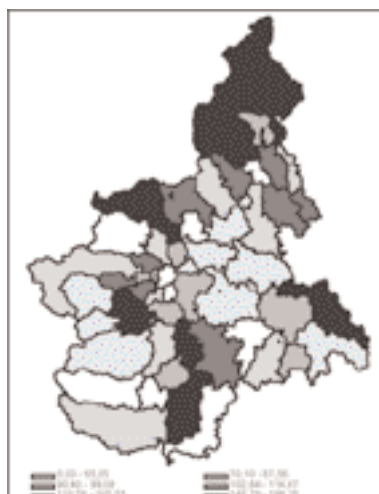
Tumore della mammella



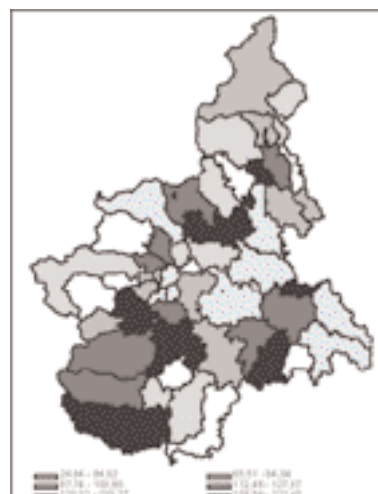
Tumore dell'utero



Tumore del polmone



Insufficienza renale cronica



Accidenti da trasporto

Fonte: Atlante di mortalità in Piemonte - 1992-1994



## BIBLIOGRAFIA

- AHLBOM A., DAY N., FEYCHTING M., ROMAN E., SKINNER J., DOCKERTY J., LINET M., MCBRIDE M., MICHAELIS J., OLSEN J.H., TYNES T., VERSAKALO P.K., 2000. *A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia*. Br. J. Cancer, 83:692-698.
- ANVERSA A., BATTISTI S., CARRERI V., CONTI R., D'AJELLO L., D'AMORE G., FUMI A., GRANDOLFO M., MUNAFÒ E., TOFANI S., VECCHIA P., 1995. *Power frequency fields, buildings and the general public: exposure levels and risk assessment*. In: Maroni M (ed.) Proceedings of the International Conference "Healthy buildings '95", Milan, Italy: 113-126.
- CADUM E., ROSSI G., MIRABELLI D., VIGOTTI M.A., NATALE P., ALBANO L., MARCHI G., DI MEO V., CRISTOFANI R., COSTA G., 1999. *Inquinamento atmosferico e mortalità giornaliera a Torino, 1991-1996*. Epid. Prev., 23:268-276.
- COMBA P., GRANDOLFO M., LAGORIO S., POLICHELLI A., VECCHIA P., 1995. *Rischio cancerogeno associato a campi magnetici a 50/60 Hz*. Rapporti ISTISAN 95/29, Roma.
- DI PAOLA M., MASTRANTONIO M., CARBONI M., BELLI S., DE SANTIS M., GRIGNOLI M., TRINCA S., NESTI M., COMBA P., 2000. *Esposizione ad amianto e mortalità per tumore maligno della pleura in Italia (1988-1994)*. Rapporti ISTISAN 00/9, Roma.
- DOCKERY D.W., POPE C.A., XIPING X., SPENGLER J.D., WARE J.H., FAY M.E., FERRIS B.G. JR, SPEIZER F.E., 1993. *An association between air pollution and mortality in six US cities*. N. Eng. J. Med., 329:1753-1759.
- DOLK H., SHADDICK G., WALLS P., GRUNDY C., THAKRAR B., KLEINSCHMIDT I., ELLIOTT P., 1997. *Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. 1, Sutton Coldfield Transmitter*. Am. J. Epidemiol., 145:1-9.
- DOLK H., ELLIOTT P., SHADDICK G., WALLS P., THAKRAR B., 1997. *Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. 2. All high power transmitters*. Am. J. Epidemiol., 145:10-17.
- FEYCHTING M., AHLBOM A., 1993. *Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high voltage power lines*. Am. J. Epidemiol., 138:467-481.
- GNAVI R., CADUM E., DALMASSO M., DEMARIA M., VESPA G., COSTA G., 1998. *La mortalità in Piemonte negli anni 1992-94*. Regione Piemonte, Direzione Sanità Pubblica, Osservatorio Epidemiologico Regionale, Torino.
- GRANDOLFO M., VECCHIA P., COMBA P., 1989. *Linee ad alta tensione: modalità di esposizione e valutazione del rischio sanitario*. Rapporti ISTISAN 89/20, Roma.
- GREENLAND S., SHEPPARD A.R., KAUNE W.T., POOLE C., KELSH M.A., (in press). *A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia*. Epidemiology.
- Gruppo collaborativo SIDRIA, 1995. *Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e Ambiente*. Epid. Prev., 19:76-78.
- Gruppo collaborativo SIDRIA, 1998. *Inquinamento da traffico e danni respiratori in bambini residenti in aree metropolitane*. Epid. Prev. 22:242-247.
- HARDELL L., NASMAN A., PAHLSON A., HALLQUIST A., HANSSON MILD K., 1999. *Use of cellular telephones and the risk for brain tumours: a case-control study*. Int. J. Oncol., 15: 113-116.
- HOCKING B., GORDON I.R., GRAIN H.L., HATFIELD G.E., 1996. *Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers*. Med. J. Aust., 165:601-605.
- IARC., 1991. *Chlorinated drinking-water*. Monografie, 52:45.
- KATSOUYANNI K., TOULUMI G., SPIX C., SCHWARTZ J., BALDUCCI F., MEDINA S., ROSSI G., WOJTYNAK B., SUNYER J., BACHAROVA L., SCHOUTEN J.P., PONKA A., ANDERSON H.R., 1997. *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*. B.M.J., 314:1658-1663.
- LAGORIO S., COMBA P., 1998. *Sintesi delle evidenze epidemiologiche sulla leucemia infantile in relazione all'esposizione a campi elettrici e magnetici a 50 Hz*. Med. Lav., 89:132-141.
- LINET M.S., HATCH E.E., KLEINERMAN R.A., ROBISON L.L., KAUNE W.T., FRIEDMAN D.R., SEVERSON R.K., HAINES C.M., HARTSOCK C.T., NIWA S., WACHOLDER S., TARONE R.E., 1997. *Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children*. N. Eng. J. Med., 337:1-7.
- LOOMIS D., LAGORIO S., SALVAN A., COMBA P., 1999. *Update of evidence on the association of childhood leukemia and 50/60 Hz magnetic field exposure*. J. Exp. Anal. Environ. Epidemiol., 2:99-105.
- MAGNANI C., BORGIO G., BETTA G.P., MOTTA M., IVALDI C., MOLLO F., SCELZI M., TERRACINI B., 1991. *Mesothelioma and non occupational environmental exposure to asbestos*. Lancet, ii: 50.
- MAGNANI C., TERRACINI B., IVALDI C., BOTTA M., MANCINI A., ANDRION A., 1995. *Pleural malignant mesothelioma and non occupational exposure to asbestos in Casale Monferrato*. Occ. Env. Med., 52:362-367.
- MAGNANI C., IVALDI C., BOTTA M., TERRACINI B., 1997. *Pleural malignant mesothelioma and environmental asbestos exposure in Casale Monferrato, Piedmont. Preliminary analysis of a case-control study*. Med. Lav., 88:302-309.
- MARTUZZI M., COMBA P., DE SANTIS M., IAVARONE I., DI PAOLA M., MASTRANTONIO M., PIRASTU R., 1998. *Asbestos related lung cancer mortality in Piedmont, Italy*. Am. J. Ind. Med., 33:565-570.
- MASKARINEC G., COOPER J., SWYGERT L., 1994. *Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observations*. Journal of Environ. Pathol. Toxicol. Oncol., 13:33-37.



OLSEN J.H., NIELSEN A., SCHULGEN G., 1993. *Residence near high voltage facilities and risk of cancer in children.* Br. Med. J., 307:891-895.

OMS, ANPA., 2000. *L'inquinamento atmosferico in 8 città italiane: la misura della qualità dell'aria e la valutazione del rischio per la salute.* V seminario, Incontri di Sanità Pubblica, Roma, 20 Giugno 2000.

POPE C.A., THUN M.J., NAMBOODIRI M.M., DOCKERY D.W., EVANS J.S., SPEIZER F.E., CLARK W.H., 1995. *Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults.* Am. J. Resp. Crit. Care Med., 151:669-74.

ROTHMAN K.J., CHOU C.K., MORGAN R., BALZANO Q., GUY A.W., FUNCH D.P., PRESTON-MARTIN S., MANDEL J., STEFFENS R., CARLO G., 1996. *Assessment of cellular telephone and other radio frequency exposure for epidemiological research.* Epidemiology, 7:291-298.

ROTHMAN K.J., LOUGHLIN J.E., FUNCH D.P., DREYER N.A., 1996. *Overall mortality of cellular telephone customers.* Epidemiology, 7:303-305.

VIGOTTI M.A., 1999. *Effetti a breve termine prodotti dalla esposizione ad inquinamento atmosferico urbano sulla salute umana in Europa. I progetti APHEA (Air Pollution Health: a European Approach).* Epid. Prev., 23:408-415.

VOLTERRA L, DE NAVA V., 1996. *Disinfezione dell'acqua potabile: rischio biologico e rischio tossicologico.* ISS.