

## PRINCIPI E MOTIVAZIONI DELLA PREVENZIONE AMBIENTALE E SANITARIA

### 1.1 – A chi e perché conviene la prevenzione ambientale sanitaria

#### Premesse

“Negli ultimi decenni si è accresciuta la consapevolezza del fatto che la qualità dell’aria, dell’acqua, del suolo e del cibo influenza la nostra salute e della nostra vita. Si va da un aumento delle allergie, delle malattie respiratorie e dei casi di cancro all’alterazione del sistema ormonale e riproduttivo, fino alla morte prematura. Le cause delle svariate malattie ambientali sono numerose e comprendono gli inquinamenti generati dai trasporti, dall’attività agricola, dai processi industriali, dagli effluenti domestici e dalla gestione dei rifiuti. Affrontare i problemi sanitari legati all’ambiente significa pertanto combattere su diversi fronti.”<sup>1</sup>

Di fronte ai rischi ambientali per la salute abitualmente vengono proposti due atteggiamenti contrapposti. Il primo consiste in una fiducia – talora effettivamente irrazionale – nella capacità della tecnologia di risolvere i problemi che essa stessa genera. Il secondo invece insiste sul carattere politico o addirittura epistemologico dei problemi, contrapponendo all’approccio analitico e quantitativo dominante (riduttivo) quello olistico. Entrambi gli atteggiamenti nelle loro espressioni più diffuse sono insoddisfacenti per affrontare il problema<sup>2</sup>. Tale insoddisfazione deriva anche e soprattutto dalla difficoltà di integrare gli aspetti politici generali con quelli di valutazione tecnico-scientifica. Pertanto *lo sviluppo* è certamente una grande opportunità per il miglioramento delle condizioni economiche e sociali delle popolazioni, ma se non si concretizzano parallelamente azioni che ne favoriscano la sostenibilità ambientale e sanitaria si corre il rischio di generare situazioni di danno non solo ambientale e sanitario ma anche economico, sociale e culturale.

In altre parole sull’importanza del rapporto “ambiente e salute” esiste da tempo un chiaro consenso testimoniato dall’esito dei lavori della Commissione OMS su ambiente e salute presieduta da S. Weil (*WHO, Our planet, our health, report of the WHO Commission on health and environment, 1992*) che afferma:

*“La salute umana, in ultima analisi, è funzione della capacità delle società di gestire la interazione tra le attività umane e il l’ambiente fisico e biologico in modo tale da garantire e promuovere la salute senza incidere sulla integrità dei sistemi naturali dai quali dipendono l’ambiente fisico e biologico medesimo”*

Più recentemente in Italia sono emerse altrettanto chiare prese di posizioni istituzionali che hanno portato in evidenza tale rapporto, ma soprattutto le conseguenze organizzative di tale asserzione.

#### La prevenzione ambientale sanitaria tra approccio di “popolazione” e approccio “gruppi a rischio”

La ricerca epidemiologica ha dimostrato che malattia e rischio sono concetti che si rifanno ad un *continuum* quantitativo piuttosto che ad una suddivisione categoriale o qualitativa (si pensi ad esempio al caso della pressione arteriosa).

In termini pratici, una conseguenza di tale assunto è il cosiddetto “effetto paradosso della prevenzione”<sup>3</sup>, cioè che una misura preventiva, che apporta grandi benefici alla comunità perché orientata alla lotta a fattori di rischio molto diffusi, offre poco a ciascun individuo che vi partecipa. Viceversa, una politica preventiva che si concentra sui soggetti ad alto rischio, quindi meno numerosi perché esposti a fattori agenti in contesti meno ampi, può

<sup>1</sup> UE, VI Programma per l’Ambiente 2001-2010

<sup>2</sup> P. Vineis *Nel crepuscolo della probabilità* 1999, Einaudi, Torino

<sup>3</sup> Rose G Strategy of prevention: lessons from cardiovascular disease. *Br Med. J.*, 1981; 282:1847-51

offrire parecchi benefici a tali soggetti, ma il suo impatto sulla popolazione è spesso insignificante, perché la maggior parte dei casi insorgerà tra i molti a basso rischio. A fronte di queste considerazioni che fanno riferimento a quanto proposto da Rose, sono state sollevate alcune obiezioni <sup>4</sup>:

- l'efficacia dell'intervento generalizzato può essere in realtà selettiva per classe sociale (ad es. un intervento di prevenzione del cancro della cervice dell'utero su base volontaria risulterà meno efficace perché i soggetti più a rischio sono proprio quelli a cui normalmente il messaggio non arriva: le classi più disagiate);
- agire su bassi rischi individuali diffusi può essere poco efficace (scarso potere di convinzione, specie per rischi dilazionati nel tempo) ed anche più costoso;
- può indurre un atteggiamento "moralistico" di stigmatizzazione di comportamenti diffusi e di controllo sociale ed una eccessiva e forse ingiustificata intrusione del Servizio pubblico nella libertà del singolo;
- per alcuni fattori di rischio la relazione con la malattia non è lineare, ma addirittura ad "U", cioè a ai livelli medio-bassi di esposizione può esservi un vantaggio anziché un danno;

Si tratta di posizioni alternative, in realtà affatto esclusive.

Certamente l'approccio di "popolazione" è molto più impegnativo costoso e più equo in generale, esso però rimanda a scelte non sempre semplici e lineari.

Se però si tende ad un approccio che ponga l'obiettivo di rafforzare l'integrazione delle politiche ambientali e sanitarie e di avviare processi trasversali e sussidiari, si possono conseguire notevoli risultati, non solo in ambito preventivo (come mostrano le scelte presenti nel Piano Sanitario Nazionale o Patto per la salute).

In particolare questa affermazione è vera se si fa riferimento non a rischi dovuti a comportamenti individuali, più o meno liberamente scelti, ma a quelli legati alla collettività, su cui più difficilmente si può intervenire.

D'altro canto però l'approccio dei "gruppi di rischio" risponde alla esigenza di raggiungere in maniera più incisiva chi è in qualche modo svantaggiato (lavoratori di industrie insalubri, popolazione in condizioni socioeconomiche disagiate, ecc..) allo scopo di realizzare condizioni di maggiore equità.

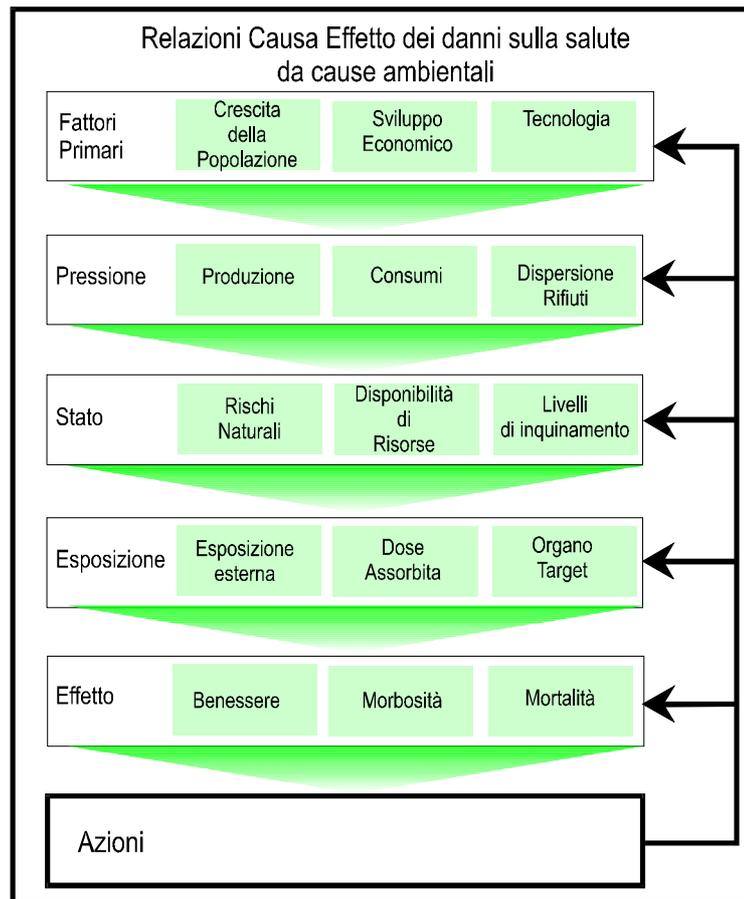
Occorre quindi che i due approcci vengano opportunamente integrati con chiarezza di obiettivi ma soprattutto di ruoli per cui se nell'approccio di popolazione la componente sanitaria, sempre comunque fondamentale per la valutazione del risultato, è integrativa, nel secondo caso essa è prevalente.

Coerente con questa posizione è il cosiddetto modello "*Health and Environment cause-effect framework*", che si ispira al lavoro sugli indicatori di sviluppo sostenibile condotto dall'OCSE<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> P. Vineis Prima della malattia, Ed Marsilio , 1997

<sup>5</sup> WHO *Health and Environment in Sustainable Development, Five years after the Earth Summit*, WHO 1997



Tale approccio pur riconoscendo che la esposizione agli inquinanti o altri fattori di rischio ambientale possono essere la causa immediata, i cosiddetti “fattori primari” (*driving forces*) e i “fattori di pressione” possono essere punti su cui focalizzare più efficacemente gli interventi preventivi. In ogni caso occorre sempre verificare l’importanza relativa e le interconnessioni tra i diversi fattori di rischio.

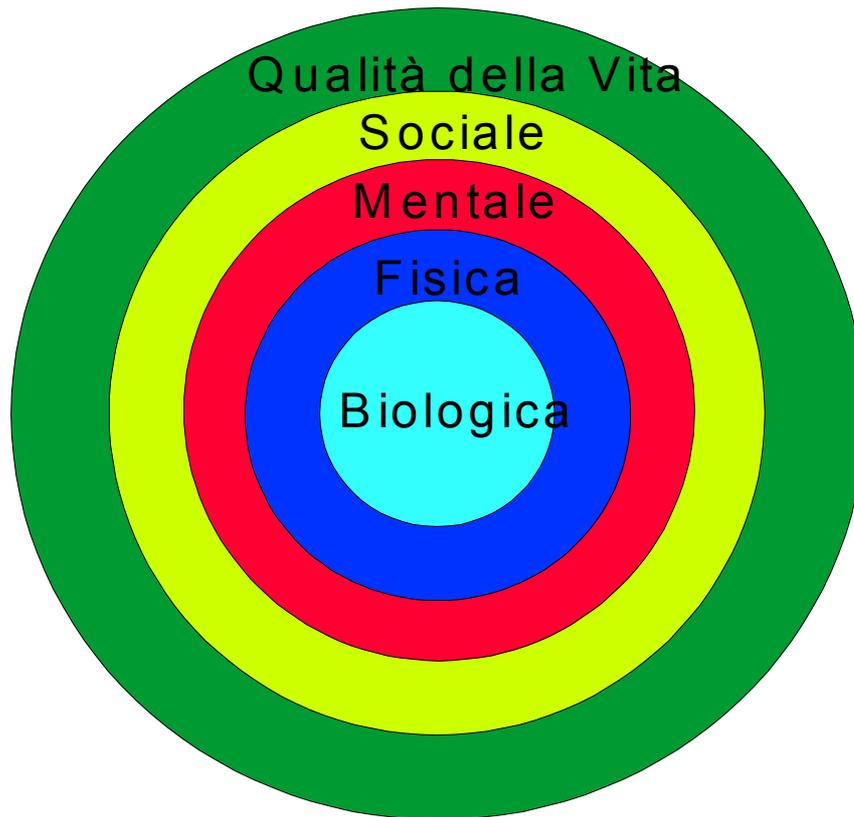
In questo contesto l’OMS (1998) asserisce:

*“la promozione della salute è vista come un processo di cambiamento che opera attraverso persone, politiche ed organizzazioni per intervenire sui meccanismi di fondo all’interno di complessi sistemi sociali che creano e sostengono la salute...”*

### **Prevenzione e Qualità della vita**

Inserito in questo contesto emerge l’esigenza che nella prevenzione si tenga sempre più conto di misure sulla qualità della vita piuttosto che da indicatori quali mortalità e morbosità deriva sostanzialmente da due considerazioni:

- la salute (così come stabilito sin dalla costituzione dell’OMS nel 1948) è definita lungo l’intersezione di più dimensioni che comprendono la descrizione delle condizioni fisiche, psicologiche, sociali degli individui e delle popolazioni (Fig.), considerando inevitabilmente la forte variabilità soggettiva presente nella percezione di ciò che è sano e ciò che non lo è



- la prevenzione nelle società sviluppate si occupa sempre più di problemi sanitari di tipo cronico degenerativo, che agiscono sulla integrità fisica e psichica dell'individuo più che sul rischio di morire. Pertanto mentre le patologie acute tendono a limitare il loro effetto entro la dimensione biologica quelle in cui si progredisce verso l'handicap, coinvolge in modo pervasivo le diverse dimensioni della salute,

D'altro canto occorre ricordare che la valutazione clinica in generale non può, né deve essere considerata, un dato definitivo e assoluto, ma un giudizio su base probabilistica, in particolare quando si considerano dimensioni soggettive, quali la percezione dello stato di salute. Riconoscere questa dimensione è anche un modo di rispettare la Qualità della Vita dei pazienti (utenti)<sup>6</sup>.

In tal senso un elemento che merita di essere di essere richiamato, anche in relazione alla esigenza riconosciuta nelle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale, è la centralità del cliente (cittadino) nella valutazione dell'efficacia e della qualità dei prodotti (siano essi beni o servizi).

#### **Alcune riflessioni sulle implicazioni economiche ed etiche della prevenzione ambientale-sanitaria.**

Dopo aver accennato su alcuni aspetti concernenti il *perché* e *come* debba essere sviluppata la prevenzione dei rischi ambientali per la salute è utile soffermarci brevemente anche su due questioni che solo apparentemente possono essere considerate un corollario delle precedenti e cioè quali sono le motivazioni economiche ed etiche che giustificano tale impegno nei nella rete della Prevenzione (ARPA, ARS, AUSL).

<sup>6</sup> Labbrozzi D. *Misure di salute e di vita* Il Pensiero Scientifico Ed, 1995

### La prevenzione conviene?

Se la prevenzione ambientale e sanitaria deve agire, per essere realmente efficace, sulle “cause delle cause” cioè sui fattori economici, culturali e politici che sono alla base dei cambiamenti sociali ed ambientali occorre valutare in modo per quanto possibile appropriato le conseguenze anche economiche degli interventi preventivi.

Tale tema riveste oggi una importanza crescente in ambito sanitario, in cui tutti parlano di *Evidence Based Medicine*, ed anche, sia pure con maggiore timidezza, stante la novità e la difficoltà dell'argomento, di prevenzione basata sulle evidenze: queste valutazioni non possono non avere una base epidemiologica, vorremmo qui segnalare alcuni aspetti già da altri studiati in campo di protezione ambientale, campo estremamente complesso perché, oltre ai benefici in termini di salute vanno considerati quelli generali per la collettività e l'ambiente.

La compatibilità tra le misure di protezione ambientale e le iniziative in ambito economico sono sempre state un argomento di aspro dibattito sia al momento della definizione delle norme di legge, ma anche e forse ancor più a livello locale dove convinzioni ideali sono messe alla prova dalla realtà dei fatti. “Ambiente o lavoro? rispetto dei beni collettivi o rischio di delinquenza organizzata?” questi ed altre sono state le argomentazioni spesso usate più o meno interessatamente, ma che sempre hanno “afflitto” amministratori locali ed anche (e soprattutto) chi doveva applicare quelle norme. Le soluzioni il più delle volte dipendevano dagli equilibri che si venivano a creare.

Il problema è stato affrontato, forse troppo spesso, su un piano generale-ideologico (i benefici sociali contrapposti ai costi privati) ed è nostra opinione che meriti di essere sviluppato anche nella realtà italiana.

Per fare questo però è utile richiamare alcune esperienze rintracciabili nella letteratura. Spesso ci si chiede se la prevenzione è un buon investimento da parte della società. La risposta è tutt'altro che semplice: non è detto, infatti che a parità di efficacia il costo sia inferiore per la prevenzione rispetto alla terapia. Nel caso della prevenzione “secondaria”, cioè della diagnosi precoce delle malattie (o meglio delle sue manifestazioni cliniche), si è osservato che essa può essere anche più onerosa del trattamento: questo a causa dell'anticipazione della diagnosi, e dunque del prolungamento del periodo in cui si utilizzano tecnologie diagnostiche e terapeutiche, oppure a causa del numero elevato di “falsi positivi” che richiedono ulteriori accertamenti.

Gli esempi sono i più svariati: l'uso di terpeni al posto dei CFC ha determinato un miglioramento della qualità media dei prodotti e non si sarebbe verificato se non vi fosse stato una specifica regolamentazione ambientale<sup>7,8</sup>.

Un tentativo di calcolare i costi e i benefici dell'eliminazione del Piombo dalla benzina è stato fatto dall'EPA americana. Uno dei maggiori effetti attribuiti al Pb è quello, come già visto, di una riduzione del QI dei bambini. L'EPA calcolò quanta educazione scolastica supplementare le vittime avrebbero richiesto per rimettersi in pari rispetto a coloro che non erano stati esposti. Si trattava di un criterio discutibile, ma utile per giungere ad una quantificazione economica. Ne emerse che i benefici (eliminando il Pb) per i bambini sarebbero ammontati a 502 milioni di dollari. Negli adulti, invece, in conseguenza dell'effetto ipertensivo del Pb, essi furono stimati pari a 5 miliardi; e per l'insieme della società i benefici totali sarebbero stati di 6.2 miliardi di dollari. Il costo per l'industria, invece era stimato in 532 milioni di dollari, dimostrando così che l'eliminazione del Pb era altamente conveniente a livello sociale<sup>9</sup>.

---

<sup>7</sup> Raytheon Inc. “Alternate cleaning technology” Technology report Phase II, January-October 1991

<sup>8</sup> Raytheon Inc., J.R. Paquariello, Vice president et al. Interview Lexington Mass. April 4 1993

<sup>9</sup> Smith MA et al Lead exposure and child development: an international assessment, Dordrecht, Boston and London, Kluwer Academic Publishers, 1988

In un altro caso è stato effettuato uno studio dettagliato dei costi e dei benefici legati alla riduzione dell'inquinamento atmosferico a Los Angeles. Pur senza considerare gli effetti a lungo termine, ma solo i danni acuti è stato calcolato che i benefici derivanti dalla riduzione dei livelli di ozono ammontavano a una cifra compresa tra 1.2 e 5.8 milioni di dollari anno. Secondo alcuni economisti però i costi per sostenere questa riduzione erano troppo alti per esser sostenibili dalla società.<sup>10</sup>

Un altro elemento di cui occorre tenere conto nella valutazione economica degli interventi preventivi è la percezione del rischio.

Se nel caso della malattia e della morte comunicare è una esigenza e un diritto sociale e culturale, oltre che biologico, nel caso della comunicazione del rischio rappresenta un importante fattore di condizionamento economico. Tale processo infatti consentirà di inserire consapevolmente nella valutazione della convenienza della prevenzione ambientale-sanitaria adeguati elementi di giudizio legati all'importanza in termini di frequenza, gravità ed affrontabilità del problema da prevenire

### Etica della prevenzione

Nel mondo dei valori la Natura è di per se neutrale: non è né buona né cattiva e non richiede né ammirazione né censure: E' l'uomo che con i suoi desideri e interessi crea i valori e questo avviene sia a livello individuale che di gruppi. In pratica i modelli etici vengono impiegati per risolvere conflitti in campi assai diversi: scienza e tecnologia, deontologia professionale, politica. Un esempio molto attuale ed assai coinvolgente è il dibattito tra posizioni di tipo economico e quelli di tipo medico nella gestione dei Servizi sanitari.

In un modo un po' scolastico, l'etica medica viene oggi sintetizzata – secondo il paradigma di Georgetown, dall'omonima Università di Washington – in quattro principi fondamentali:

- la non maleficenza (non fare del male)
- la beneficialità (fare del bene)
- il rispetto dell'autonomia decisionale del paziente
- l'equità o giustizia (trattare tutti i pazienti allo stesso modo).

L'etica del rapporto medico-paziente scaturisce dalle *obbligazioni* morali create dalla sofferenza di un essere umano concreto.

Invece l'etica della sanità pubblica regola l'applicazione *opzionale* di interventi di cui dovrebbe essere stabilita scientificamente l'efficacia nel migliorare la salute di una popolazione.

Le due etiche si riferiscono a due momenti diversi e sono di genere diverso: la sanità pubblica ha come referente la salute della società, la medicina la salute del singolo malato.

L'aspetto importante della sanità pubblica è che non necessariamente l'individuo trarrà un vantaggio dalle misure rivolte alla popolazione, o addirittura, "per ogni misura che migliora la salute del gruppo vi è inevitabilmente un prezzo da pagare per l'individuo (in particolare fattori qualitativi soggettivi)"<sup>11</sup>.

Vi sono almeno tre buoni motivi per i quali le attività volte a prevenire le malattie richiedono una specifica ed esplicita giustificazione morale:

- possono essere promosse ed anche imposte dall'autorità dello stato (come ad es. le vaccinazioni)
- sono finanziate dallo stato con fondi pubblici;

---

<sup>10</sup> Hall JW et al. Valuing the health benefits of clean air, in Science 255, 1992, 812-817

<sup>11</sup> P. Vineis Prima della malattia, Ed Marsilio, 1997

- possono avere un carattere intrusivo nei comportamenti individuali.

Secondo Shindell un intervento di sanità pubblica dovrebbe come minimo:

- riferirsi ad un malattia importante e ben conosciuta;
- dovrebbe essere fattibile;
- implicare un compromesso accettabile tra i diritti dell'individuo e i benefici della popolazione

Collegato al problema della prevenzione è anche e soprattutto quello della conoscenza dei fattori di rischio ambientali<sup>12,13</sup>

Non è certo nuovo anche se ancora importante ricordare che esiste una “Scienza compromessa”, capace cioè di creare dei danni:

- Innanzi tutto la *ignoranza*: si pensi all'amianto e al benzene che sono stati utilizzati per lunghissimo tempo perché non se conoscevano gli effetti;
- In secondo luogo la *cattiva scienza*: cioè i falsi e gli errori;
- Esistono poi i *limiti biologici* che impediscono lo sviluppo della conoscenza specie in condizioni di scarse risorse (ad es. lunghi tempi di sperimentazione);
- Le *motivazioni del ricercatore* normalmente legate al guadagno (in genere di prestigio) per cui le scelte hanno poco a che fare con l'interesse locale.

A questi problemi in ambito occupazionale ed ambientale si aggiungono:

- I *tempi di incubazione* piuttosto lunghi;
- La *multidisciplinarietà* che rende più problematica la *peer review*;
- La mobilità degli esposti;
- La difficoltà di isolare ed identificare le cause.

In tal senso non si può altresì dimenticare che la ricerca scientifica è uno *strumento di potere* enorme (circa il 20% dei 2.5 milioni di ricercatori nel mondo lavorano per scopi militari, in USA nel '92-'93 il budget per la ricerca in ambito militare era pari al 60% di quello complessivo per la sicurezza, salute, NASA, energia e agricoltura)

Inoltre occorre ricordare che la *impermeabilità degli ambienti scientifici* se una parte è una garanzia di rigore è anche un pericoloso mezzo di perpetrazione di scuole, culture e potere.

Pertanto le obbligazioni morali del ricercatore su temi ambientali e sanitari sono:

- *quando intraprendere lo studio è primo problema non indifferente sul piano etico.* Una ricerca può infatti presentare caratteristiche tali - a priori - da avere molte probabilità di risultare negativa, cioè di non dare informazioni utili o, peggio, di suggerire erroneamente che una esposizione ambientale non comporti rischi per la salute. Per esempio la diossina è indubbiamente un cancerogeno negli animali da esperimento, e vi sono motivi per pensare che sia cancerogena anche per la specie umana. Inoltre la diossina è quasi ubiquitaria a minime concentrazioni (è stata trovata nei gas di scarico delle automobili e nella laguna veneta). In questi casi è

<sup>12</sup> P. Lauriola et al. Note preliminari per la definizione di alcune linee guida di etica in epidemiologia ambientale. *E&P* 1994; 18:184-187

<sup>13</sup> P. Lauriola, P. Vineis, Riflessioni per una ricerca epidemiologica eticamente attenta, *Medicina Democratica*, 1996; 106-107: 104-107

assai improbabile che uno studio epidemiologico riesca ad evidenziare un rischio a queste piccolissime dosi e conseguentemente l'impossibilità di evidenziare concretamente un danno non significa che questo non sia verificato ovvero come è già stato detto non sia necessario impedire la prevenzione.

- Un problema particolare, al quale non è stata finora data una soluzione soddisfacente, è la raccolta di "*consenso informato*" *collettivo*. In ogni ricerca dovrebbe essere indagata la reale volontà di partecipare dei singoli soggetti coinvolti. Benché le esperienze in proposito siano limitatissime sembra sensato chiedere non solo ai singoli individui se desiderano partecipare alla ricerca, ma estendere la ricerca alla comunità nel suo complesso, considerato che diritti individuali e diritti collettivi non sono sempre la stessa cosa. Una discussione aperta e collettiva può convincere la comunità dell'opportunità di avviare una indagine nonostante l'opposizione di una parte dei residenti.
- Un altro principio di cui non è facile garantire l'applicazione è quello di *rendere i dati della ricerca disponibili* a chi ne faccia richiesta, naturalmente garantendo la confidenzialità delle informazioni personali specie di natura medica.
- Infine un ultimo aspetto merita di essere richiamato ed è quello che anche i risultati di uno *studio negativo* (se adeguato come disegno e dimensione) devono esser pubblicati alla stessa stregua di quelli positivi (*bias* di pubblicazione) sia per aumentare la conoscenza che per verificare la qualità dello studio.

## **1.2 – Normativa internazionale e nazionale di supporto**

### **VI Programma per l'ambiente 2001 –2010 (UE)**

Sulla base della considerazione che, nonostante l'importanza delle politiche comunitarie avviate negli ultimi trenta anni volte a ridurre le emissioni e le concentrazioni di agenti contaminanti, sempre più bambini soffrono di asma, molti fiumi e laghi non sono balneabili, l'esposizione anche a basse dosi ad un insieme di inquinanti presenti in aria, acqua e cibo, prodotti di consumo ed edifici può contribuire in modo significativo all'asma, alle allergie, ad alcuni tipi di cancro, alla neurotossicità e all'immunosoppressione<sup>14</sup>. La Comunità europea nel *VI programma quadro* ha concentrato la propria attenzione sul tema "Ambiente e salute"<sup>15</sup> con i seguenti obiettivi generali:

- Ottenere una qualità dell'ambiente tale che i livelli di contaminanti di origine antropica, compresi i diversi tipi di radiazioni, non diano adito a conseguenze o a rischi significativi per la salute umana;
- Per salute umana si intende uno stato di completo benessere, fisico, mentale e sociale e non la mera assenza di malattia o infermità.

---

<sup>14</sup> "L'ambiente nell'unione europea alle soglie del 2000" Agenzia europea per l'ambiente, 1999

<sup>15</sup> Le quattro key actions individuate sono:

- ✓ Cambiamenti climatici
- ✓ Natura e biodiversità: salvaguardia di di unica risorsa
- ✓ Ambiente e Salute
- ✓ Garantire la gestione sostenibile delle risorse naturali e dei rifiuti

L'approccio politico che la comunità intende applicare nei prossimi Anni è il seguente. Per ciascun tipo o gruppo di contaminanti:

- Identificazione dei rischi per la salute umana, tenendo conto dei gruppi di popolazione particolarmente sensibili come bambini e anziani, e conseguente fissazione di norme. Verrà Avviato un riesame ed aggiornamento di tali norme alla luce delle nuove conoscenze scientifiche e del progresso tecnico. Laddove i rischi siano incerti ma siano sospettati impatti o effetti gravi, sarà adottato un approccio precauzionale<sup>16</sup>
- Determinazione delle vie attraverso cui i contaminanti penetrano nel corpo umano e individuazione dei metodi più efficaci atti a minimizzare i livelli di esposizione.

Il concetto di *prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento* (IPPC) continuerà a svolgere un ruolo di primo piano nella determinazione dell'impatto degli impatti industriali. La prevenzione e riduzione integrata occupa un posto fondamentale anche nel processo di adesione

### **La Costituzione italiana**

La vita è uno dei processi più intimi della persona e più legati alla vita collettiva. Su tale base l'art. 32 della Costituzione della Repubblica italiana stabilisce che la Salute rappresenta nel contempo un diritto fondamentale della persona, ma anche e soprattutto un interesse collettivo.

### **Il Piano sanitario nazionale**

Il Piano Sanitario Nazionale 1998-2000 (ed in modo del tutto equivalente il successivo PSN), forse per la prima volta, ha dato un particolare rilievo al concetto di Salute - contrapposto alla semplice erogazione di servizi sanitari - e quindi ai suoi determinati, anche ambientali.

Un secondo elemento di particolare rilievo è il riconoscimento dell'esigenza di coinvolgere tutti quei soggetti istituzionali, sociali ed economici che "pur non avendo una diretta competenza sanitaria, esercitano funzioni che possono incidere sullo stato di salute della popolazione" pertanto l'importanza di uno stretto "coordinamento intersettoriale, a livello sia governativo sia regionale e locale, che si traduca in strategie condivise per obiettivi comuni". Ci si impegna cioè a realizzare un coinvolgimento generale sulle politiche per la Salute: "Patto per la salute".

Un terzo elemento fondamentale è la scelta di impostare il PSN in termini di obiettivi quantitativamente definiti e verificabili (Tab. 1 tendenze e traguardi) da perseguire a cura delle amministrazioni locali (regionali) nei modi (e quindi con le risorse) da quelli decisi sotto la loro responsabilità. Non si parla perciò di ripartizione di risorse, ma di priorità ed azioni su occorre impegnarsi.

### **Legge di riforma del Servizio sanitario nazionale ter (L.229/99)**

Più recentemente la legge di riforma del Servizio Sanitario Nazionale (L. 229/99, *riforma ter*, art 7 quinquies) tra l'altro, pone l'accento sulla necessità di definire forme di collaborazione del SSN con le Agenzie per la protezione ambientale. In particolare l'enfasi per tale integrazione dovrà realizzarsi a livello regionale e locale (ASL, provincie).

### **I Piani per la Salute (Regione Emilia-Romagna)**

In tale contesto nella Regione Emilia-Romagna il PSR Reg. Emilia-Romagna evidenzia la necessità di valorizzare il ruolo di tutti gli attori interni ed esterni al SSN, ricercando il contributo delle diverse strutture componenti la rete della prevenzione: Dipartimenti Sanità

---

<sup>16</sup> Comunicazione della commissione sul principio di precauzione, COM (2000) 1 def

Pubblica , ARPA Emilia-Romagna , Centro Documentazione della Salute (CDS), Istituto zooprofilattico sperimentale, Università e strutture di terzo livello.

Tale integrazione a livello locale si realizza nella definizione dei cosiddetti Piani per la Salute che così vengono definiti (PSR Reg. E-R):

“un piano poliennale di azione elaborato e realizzato da una pluralità di attori, coordinati dal governo locale, che impegnano risorse umane e materiali allo scopo di migliorare la salute della popolazione anche attraverso il miglioramento della assistenza sanitaria“. Esso richiede quindi il coinvolgimento più vasto possibile, il rafforzamento delle alleanze esistenti e la creazione di nuove. Il PPS costituisce insomma un PATTO LOCALE DI SOLIDARIETA' PER LA SALUTE.

### **Il “Documento di Ancona” delle Agenzie Ambientali sulla integrazione ambiente e Salute (8 Giugno 2001)**

Per perseguire questi obiettivi generali le Agenzie per la protezione e prevenzione ambientale a Portonovo (8.6.2001) hanno lanciato una richiesta che mira alla integrazione e alla valorizzazione del patrimonio di risorse professionali, organizzative e strumentali presenti nelle agenzie ambientali e nel SSN per una reale prevenzione ambientale e sanitaria e che si riassume nel documento che viene di seguito allegato (All. 1)

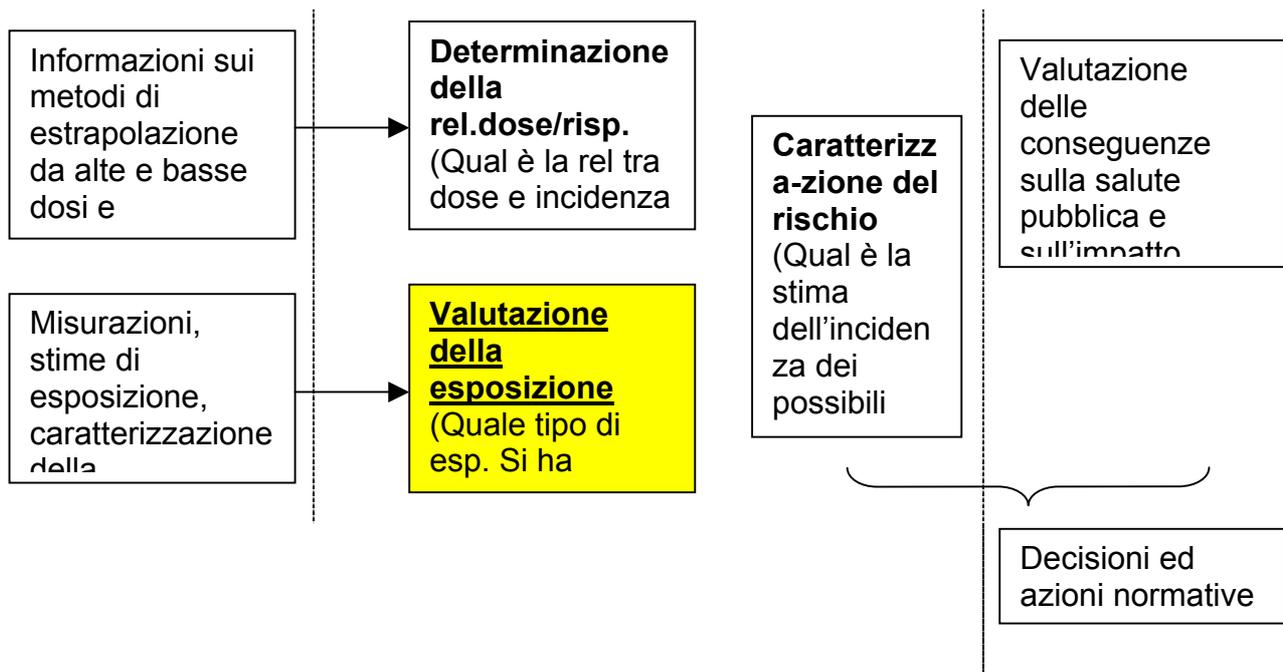
#### **1.3 – A quali problemi di base occorre dare risposta per favorire lo sviluppo di competenze ambientali-sanitarie nel sistema agenziale**

Tenuto conto della storia del tema Ambiente e Salute nel sistema agenziale (di cui si dirà in seguito) le problematiche in termini di conoscenza su cui si ritiene che occorra concentrare maggiormente la attenzione sono quelle in cui l'attività di monitoraggio e controllo ambientale consentono cognizioni in termini di *esposizione (exposure assessment)* e di *rischio (risk assessment)*. Questo al fine esplicito di tradurre ed orientare all'interno dell'Agenzia le evidenze ottenute con il monitoraggio e il controllo ambientale vero un approccio preventivo integrato ambientale e sanitario. Solo su queste basi saranno possibili interventi preventivi integrati in termini di educazione e pianificazione (VIA, VAS, IPCC). In particolare:

#### **La definizione della esposizione (exposure assesment) e del rischio (risk assesment ) come tematiche cruciali nella integrazione tra il sistema agenziale e il SSN**

Di fronte alla consapevolezza della commistione di fatti e giudizi di valore, di scienza e politica, e accanto a uno sviluppo esponenziale delle analisi costi benefici, emerge l'esigenza di sistematizzare sul piano teorico i diversi aspetti del problema. L'EPA, per esempio, ha introdotto anni fa la distinzione tra “valutazione del rischio” (*risk assessment*) e “gestione del rischio” (*risk management*) intendendo con il primo termine le procedure scientifiche di identificazione della natura e dell'entità del rischio (stima) e con il secondo gli aspetti relativi alla regolamentazione, cioè delle scelte politiche





(Da NAS Risk Assessment in Fed. Government. National Academy Press, Washington, D.C. 1983)

La *valutazione* è quindi quel processo consistente nel determinare il significato e il valore delle esposizioni e dei rischi associati, per coloro che in qualche modo subiscono le conseguenze delle decisioni. Include perciò lo studio della percezione dei rischi e la mediazione tra rischi e benefici come vengono percepiti dagli individui. Coerentemente con gli sviluppi teorici dell'interpretazione causale in fisica, ci troviamo di fronte ad un determinismo modificato; come nelle parti della fisica in cui maggiore ruolo ha la teoria della probabilità, così in medicina non è attualmente possibile predire *chi*, tra gli esposti ad un certo determinante, svilupperà la malattia, ma è possibile predire con una certa esattezza *quanti* la svilupperanno. Analogamente agli sviluppi della teoria causale in fisica- come illustrati, per esempio da Bunge<sup>17</sup> - i criteri vigenti in medicina ed applicati alla valutazione del rischio si riducono oggi ai seguenti:

L'esposizione deve covariare con la malattia deve cioè essere statisticamente associata con l'occorrenza della malattia;

La presenza dell'esposizione deve precedere l'insorgenza della malattia;

L'associazione osservata non deve essere attribuibile a qualche sorgente di errore (inclusi gli errori casuali e la variabilità campionaria, né a spiegazioni alternative, ed essa deve mostrare coerenza in diverse categorie in studio e in diverse popolazioni.

Si è passati così, come in fisica, dalla causa *efficiente* di Aristotele a quella *formale* attraverso una *matematizzazione* delle relazioni causa-effetto osservate<sup>20</sup>.

Connessa con il *risk assessment* (r.a.), ma in un certo senso sua appendice più dichiaratamente politica è la cosiddetta "filosofia del rischio" che basandosi sul r.a. mira a giungere alla definizione di livelli "accettabili" di rischio e anche a una sorta di gerarchia nei rischi connessi con le diverse attività umane. Una delle formule più comunemente accettate usate al fine di calcolare il "rischio accettabile" è la seguente:

<sup>17</sup> L. Fleck, *Gens e sviluppo di un fatto scientifico*, il Mulino, Bologna 1983

$$f(D_o) < p + (1-p)P_o$$

ove  $P_o$  è la probabilità in eccesso di contrarre malattia in seguito all'esposizione alla dose  $D_o$ ,  $p$  è l'occorrenza "spontanea" della malattia e  $f(D_o)$  è una funzione della dose  $D$  dipendente dalla forma della relazione dose-risposta che è stata ipotizzata. Attraverso indagini epidemiologiche o esperimenti su animali si stima la dose  $D_o$  responsabile della probabilità in eccesso  $P_o$  che viene ritenuta "accettabile"; tutte le esposizioni uguali o inferiori a  $D_o$  verranno perciò ritenute accettabili

Si tratta evidentemente di un approccio concreto, pragmatico del problema, però come si ricordava all'inizio, per dare un'idea delle conseguenze cui l'analisi rischi-benefici può portare, si consideri che nel caso dei tumori il livello accettabile di probabilità di contrarre la malattia in eccesso ( $P_o$ ) è assunto essere  $10^{-6}$  (=probabilità aggiuntiva di 1 su un milione di contrarre un cancro nel corso della vita).

Come viene determinata la dose ( $D_o$ ) che determina la probabilità in eccesso? Uno dei problemi maggiori sta nel fatto di che per stimare gli effetti associati a dosi di esposizione molto basse, è necessario disporre di un numero molto elevato di animali (*mega-mouse experiment*) pertanto si è venuta affermando la tendenza, almeno per i cancerogeni, di adottare modelli matematici di estrapolazione che però presentano problemi di variabilità dei margini di sicurezza che di volta in volta vengono scelti

Da questo si possono sintetizzare alcune debolezze della filosofia del rischio<sup>18</sup>:

- a) gli studi epidemiologici assai raramente dispongono di informazioni affidabili sull'entità dell'esposizione, in particolare alle basse dosi;;
- b) gli studi sperimentali spesso non dispongono delle dimensioni sufficienti per studiare in modo appropriato il problema delle basse dosi;
- c) le conoscenze della estrapolabilità dell'animale all'uomo sono sul piano quantitativo piuttosto incerte;

la probabilità ritenuta "accettabile" è arbitraria; come si è detto, essa viene comunemente assunta come pari 1 su un milione per ogni sostanza chimica, senza che questa scelta abbia alcuna giustificazione scientifica e senza considerare l'interazione tra diverse sostanze.

#### Definizione di esposizione

Da queste premesse emerge in modo in modo abbastanza chiaro che *esposizione* non è solo la concentrazione dell'inquinante, ma quanto meno la "sovrapposizione della presenza umana alla concentrazione di inquinanti"<sup>19</sup>. Occorre cioè tenere conto di *chi* e in *quali condizioni* sono presenti a quelle concentrazioni.

Pertanto risulta chiaro che concentrazione, esposizione e dose sono concetti chiaramente distinti tra loro<sup>20</sup>

Secondo il *National Research Council* (1991) si definisce:

Termine	Definizione
<i>Esposizione</i>	Un evento che avviene quando c'è un contatto tra l'uomo e l'ambiente con un determinato inquinante con una specifica concentrazione per un intervallo di tempo
<i>Esposizione totale</i>	Ammontare di tutte le esposizioni a cui è esposta una persona, indipendentemente dalle modalità mezzo e via di penetrazione

<sup>18</sup> P. Vineis Modelli di rischio, Einaudi 1990

<sup>19</sup> L: Gonella, *La misura e la valutazione del rischio* in *Igiene dell'Ambiente e del Territorio* di G. Gilli Ed Medioc Scientifiche, Torino 1989

<sup>20</sup> Baker D, Kj Lstrom, Calderon R, Pastides H, *Environmental Epidemiolog, A textbook on study methods and public health*

	(inalazione, ingestione, transcutanea)
<i>Dose</i>	L'ammontare di un inquinante che è assorbito o depositato nel corpo di un organismo esposto per un det. Intervallo di tempo, di solito mediante una sola mezzo di penetrazione
<i>Dose interna</i>	Riferisce sull'ammontare di un inquinante ambientale assorbito nei tessuti oltre un dato tempo di interazione con la superficie di un organo
<i>Dose biologicamente efficace</i>	L'ammontare di un inquinante depositato o assorbito e i suoi metaboliti che hanno interagito con un sito bersaglio oltre un certo intervallo di tempo tale ad determinare un'alterazione delle funzioni fisiologiche

Pertanto in termini quantitativi in un modello micro-ambientale di esposizione le esposizioni personali  $E$  sono stimate dalla combinazione con la concentrazione dell'inquinante in un particolare microambiente (spazio in cui la concentrazione dell'inquinante può essere assunta come omogenea)  $C$  alla durata  $T$  ovvero:

$$E = \sum_i C_i T_i^{21}$$

dove  $i$  sta ad indicare i vari periodi omogenei di *esposizione*.

In realtà un altro approccio più significativo è rappresentato dal concetto di *dose* che tiene conto:

- dell'ammontare dell'inquinante assorbito
- ammontare nel punto in cui si produce effetto
- ammontare della sostanza metabolizzata o inattivata.

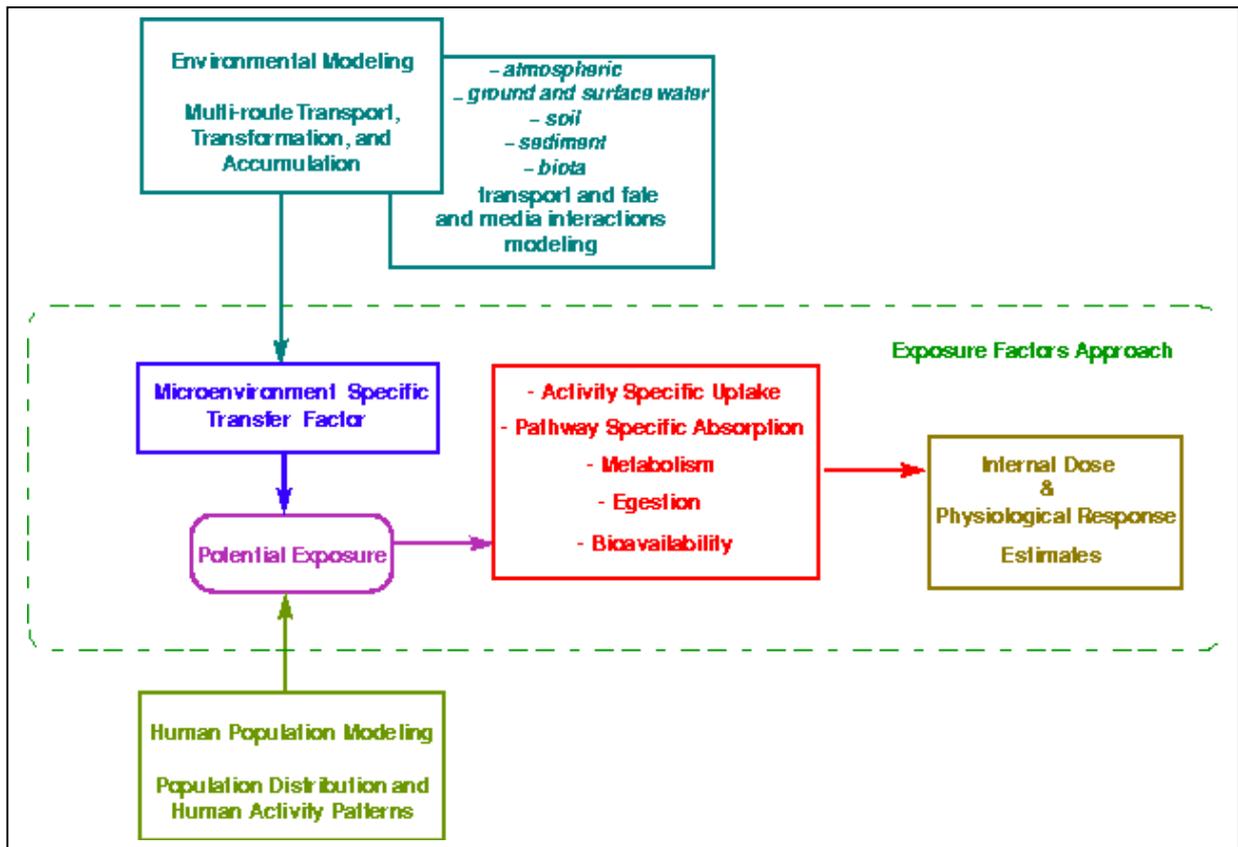
La definizione di dose quindi non è assolutamente semplificabile in quella della concentrazione, ma deve tenere conto della natura del tossico, della situazione in cui si verifica l'esposizione (storia, variabilità) e dei sistemi di monitoraggio.

In generale comunque per conoscere l'esposizione reale è indispensabile integrare la conoscenza di dove vivono le persone, e cosa fanno durante una normale giornata lavorativa o di riposo. E' inoltre importante conoscere tale profilo di esposizione per differenti sottogruppi di popolazione

In tal senso estremamente suggestivi sono i cosiddetti modelli di esposizione che partendo dalle emissioni (catasto degli scarichi industriali, modelli di emissioni autoveicolari etc.) cercano, dopo aver precisato le modalità di diffusione le caratteristiche sociali (caratteristiche demografiche e sociali) ed individuali, di specificare in termini predittivi la esposizione a cui saranno soggetti gli individui

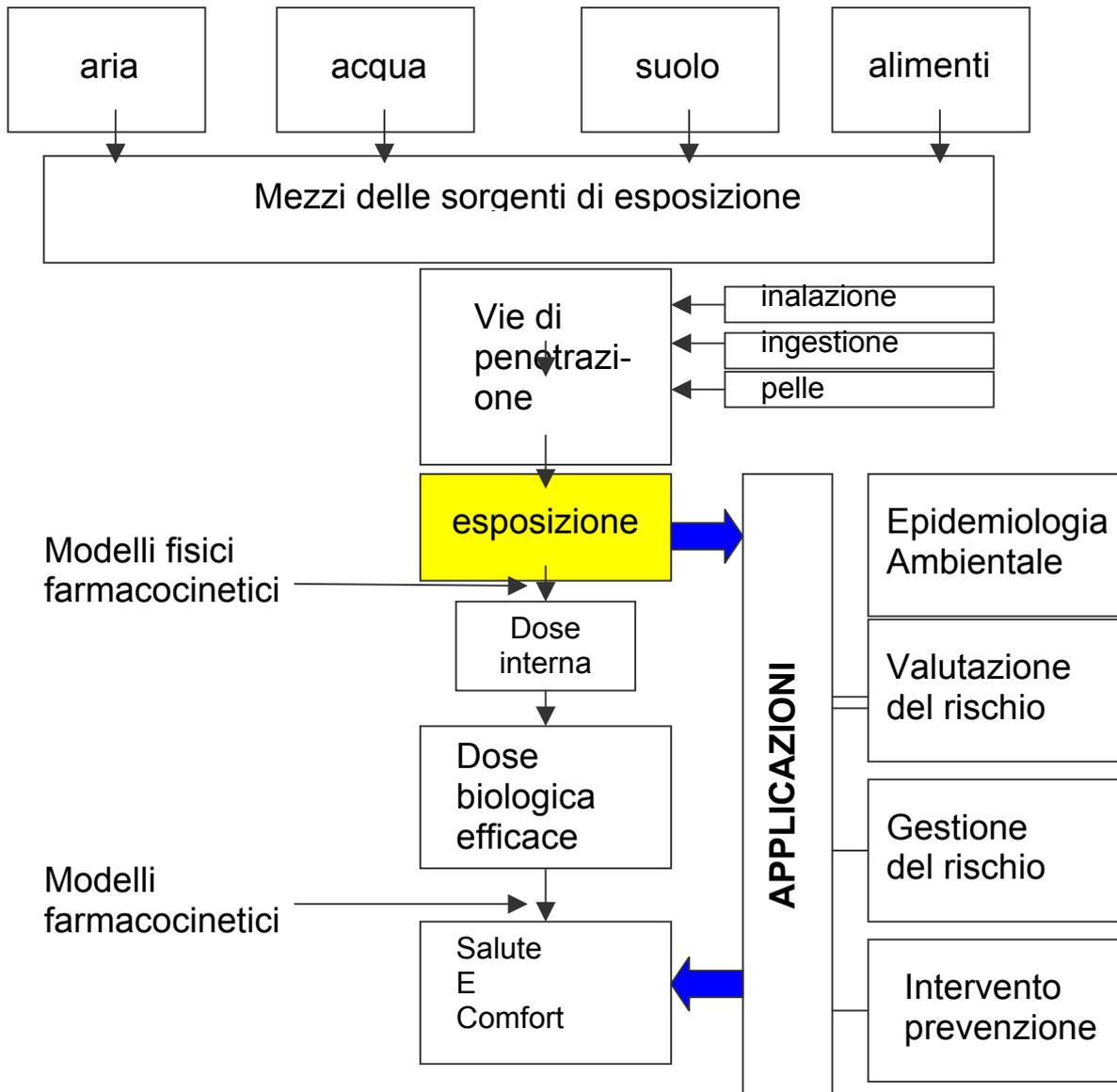
<sup>21</sup> In realtà la situazione è più complicata in funzione dei microambienti in cui si permane  $m_j$  e quindi:

$$E = \sum_i C_{ij} T_{ij}$$



### La valutazione della esposizione

La moderna valutazione dell'esposizione si basa su una serie di relazioni che lega le fonti di inquinamento agli effetti, attraverso i passaggi intermedi dell'esposizione e della dose così come mostrato nel seguente schema (National Research Council (1991, 1994))



Pertanto *valutare l'esposizione* non è un dato ambientale, ma neppure esclusivamente un dato sanitario. Si tratta cioè di un indicatore che porta a definire una probabilità condizionale che può ritenersi a buon diritto cruciale perché su esso si fonda la prevenzione ambientale e sanitaria.

Sostanzialmente parlando di "esposizione" ci si riferisce a:

⇒ previsione del dato ambientale in funzione del dato sanitario

⇒ previsione di un rischio quantitativo di un effetto sulla salute in funzione di un data concentrazione

Ad es. la metrica utilizzata nella espressione della concentrazione dipende dall'effetto sanitario. L'esposizione di un individuo nel tempo può essere definita come valore medio in tempo specificato, ovvero come esposizione cumulativa per tutta la vita o per un periodo significativo di essa.

In pratica vengono distinti due approcci nella valutazione della esposizione uno diretto (campionatori individuali continui) ed uno indiretto un esempio del quale relativamente all'inquinamento atmosferico è mostrato dalla tabella seguente.

*Metodi indiretti per valutare l'esposizione*

<i>Fonte</i>	Fattore di emissione, intensità del traffico
<i>Georeferenziazione</i>	Distanza del luogo di residenza dalla emissione
<i>Modelli di dispersione</i>	Distribuzione della concentrazione spazio-temporale dalla modellizzazione basata sui fattori di emissione, meteorologia, chimica degli inquinanti, geografia
<i>Penetrazione outdoor-indoor</i>	Modellizzazione sulla base della concentrazione outdoor, caratteristiche della ventilazione e della costruzione
<i>Monitoraggio con stazioni fisse</i>	Concentrazione nel tempo dell'inquinante in microambienti
<i>Questionari ed interviste</i>	Caratteristiche della emissione, distanza della emissione, attività nel tempo
<i>Monitoraggio personale</i>	Concentrazione nel tempo continua o cumulata
<i>Saggi biologici</i>	Concentrazione di biomarkers di esposizione in tessuti umani e capelli
<i>Modelli tossicologici</i>	Concentrazione nel tempo negli organi bersaglio sulla base della concentrazione dell'inquinante, frequenza respiratoria e metabolismo

Poiché nessuna di tali informazione è di per sé definitivamente soddisfacente, tale tavola dimostra l'esigenza di interazione/integrazione tra conoscenze ambientali e sanitarie nella valutazione della esposizione

*Alcuni esempi emblematici*

***Valutazione della esposizione multiroute e multisorgente per i cittadini di Venezia da microinquinanti***

Nell'agosto 1996 il COSES ( Consorzio per la Ricerca e la Formazione ) per incarico del Comune di Venezia somministrò telefonicamente a 613 famiglie ( su una popolazione di 292.591 unità ) un questionario tendente a quantificare il consumo di ciascun prodotto ittico nella popolazione veneziana in generale e nelle diverse aree: Centro storico, terraferma, isole dell'estuario e litorale del Cavallino.

Sulla base di tali consumi, corretti tenendo conto del peso della parte edule rispetto al peso fresco totale, si sono calcolate le esposizioni per ingestione agli inquinanti cancerogeni moltiplicando per le rispettive concentrazioni trovate nelle diverse matrici ittiche.

A parte tale correzione, si è seguita la procedura di valutazione del rischio utilizzata nel progetto 2023 linea EC del Magistrato alle Acque di Venezia ( dott. S. Della Sala )

Le matrici ittiche considerate sono state: pesce propriamente detto, cozze, vongole, altri molluschi e crostacei.

I microinquinanti cancerogeni considerati sono stati quelli caratterizzati da un fattore di bioconcentrazione nei prodotti ittici superiore a 300 e da un tempo di dimezzamento nei

tessuti organici maggiore di 30 giorni: arsenico ( 10 % del contenuto totale è stato considerato come tossicologicamente attivo ), sostanze diossinomiali ( diossine, furani e PCB diossinomiali) tenendo conto della rispettiva tossicità equivalente dei congeneri, DDT e DDE, esaclorobenzene e benzo- $\alpha$ - pirene.

I metalli sono stati analizzati nei laboratori ex PMP di Venezia ( Oggi ARPAV ), i microinquinanti organici presso i laboratori dell'Università di Lancaster ( Istituto di Scienze Ambientali ).

Per calcolare il numero di casi cancro attesi, attribuibili a tale rischio, nella popolazione veneziana si è stratificata la popolazione nelle seguenti classi di consumo:

<b>Classi di consumo</b>	<b>Percentili</b>	<b>numerosità</b>
1	Dal 1° al 25°	73707
2	Dal 26° al 50°	70564
3	Dal 51° al 70°	59055
4	Dal 71° al 90°	57206
5	Dal 91° al 100°	32059
Popolazione generale		292591

Per il calcolo del consumo dei diversi tipi di prodotto ittico nella popolazione generale si è quindi considerata la media pesata delle 5 classi.

Per la concentrazione di microinquinante si è utilizzata la media geometrica perché tale indicatore puntiforme risente meno dei valori estremi, visto l'ampio intervallo di valori rilevati.

Il rischio della popolazione generale per ingestione di microinquinanti con i prodotti ittici risultava essere di  $1.66 \cdot 10^{-4}$  ossia circa 20 casi su 100000, pari a 48 casi in tutta la popolazione.

Considerando anche il rischio dovuto all'ingestione di microinquinanti con resto del paniere alimentare ( calcolato con i dati ISTAT sui consumi e con le concentrazioni di inquinanti misurati nel latte e derivati, carne bovina, carne suina, pollame, e vegetali in una ricerca del Comune di Venezia nel 1998 ) pari a  $0.46 \cdot 10^{-4}$ , e il rischio da inalazione degli stessi microinquinanti con l'aria ( Il fall-out atmosferico è stato calcolato con il progetto "2023 linea A" del Magistrato Alle Acque di Venezia ) pari a  $0.26 \cdot 10^{-4}$ , si è potuto stimare anche il rischio di background ossia quello non legato ai comportamenti alimentari nei confronti dei prodotti ittici.

Il rischio cancerogenico da microinquinanti totale per la popolazione veneziana ( background + rischio ittico ) risulta essere  $5 \cdot 10^{-4}$  con 145 casi attesi attribuibili.

Non si potevano tuttavia ignorare le sottopopolazioni ad alto consumo ( soprattutto le famiglie di pescatori residenti nelle isole dell'estuario e del litorale del Cavallino ) caratterizzate da consumi che nella popolazione generale si attestavano oltre il 95° percentile, inoltre alcuni di essi potevano consumare prodotti ittici più inquinati rispetto alla media geometrica considerata.

Per descrivere più compiutamente la distribuzione del rischio nella popolazione si sono allora individuati 3 scenari di esposizione :

<b>SCENARIO</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>CONCENTRAZIONE</b>	<b>RISCHIO ITTICO</b>	<b>RISCHIO TOTALE</b>
I MEDIO	50° PERCENTILE	MEDIA GEOM.	$2.89 \cdot 10^{-4}$	$3.61 \cdot 10^{-4}$
II ALTO	95° PERCENTILE	MEDIA GEOM.	$17 \cdot 10^{-4}$	$17.7 \cdot 10^{-4}$
III PEGGIORE	95° PERCENTILE	80° PERCENTILE	$29.6 \cdot 10^{-4}$	$30.3 \cdot 10^{-4}$

Uno scenario ancora peggiore sarebbe costituito dai lattanti al seno delle mogli dei pescatori, com'è noto i microinquinanti organici liposolubili si concentrano nella ghiandola

mammaria e tale via di esposizione diventa importante per l'elevato consumo pro chilo di peso corporeo di tale alimento durante l'allattamento.

Il 30% di carico corporeo totale di diossine nel corso di tutta la vita proviene infatti dal latte materno ( probabilmente di più nello scenario II e III ).

Assunzioni e fonti di incertezza.

1. Tutti i prodotti ittici consumati dalla popolazione veneziana sono stati considerati come pescati nella laguna di Venezia, in realtà nei mercati ufficiali sono presenti prodotti provenienti da altre realtà ambientali migliori o peggiori di quella veneziana.
2. E' possibile che i diversi microinquinanti agiscano sinergicamente nel determinare la trasformazione tumorale in tal caso non sarebbe corretto sommare i rischi.
3. I fattori di cancerogenicità ( Slope Factor ) dei diversi microinquinanti sono stati ricavati da rette di estrapolazione dalle alte alle basse dosi.  
Non è noto se alle dosi "Ambientali" la curva mantenga l'andamento rettilineo o assuma un andamento curvilineo, in tal caso cambierebbe il fattore di cancerogenicità.
4. Potrebbero esistere altri microinquinanti non considerati perché poco conosciuti.
5. La popolazione veneziana o una sua sottopopolazione potrebbe essere caratterizzata da una maggiore o minore suscettibilità all'azione cancerogenetica dei diversi inquinanti considerati.
6. L'assunzione di microinquinanti con l'acqua potabile e mediante contatto cutaneo sono state considerate, ma i valori del corrispondente rischio erano trascurabili.
7. Gli scenari ad alto consumo di prodotti ittici potrebbero essere caratterizzati da un minor consumo nell'ambito del paniere alimentare non ittico, perciò i corrispondenti valori sono stati contrassegnati da un "?".

## Conclusioni

Come si vede il rischio ittico è significativo rispetto a quello considerato accettabile dall'EPA, mentre il rischio di Background è percentualmente trascurabile rispetto al rischio totale.

Il rischio degli scenari ad esposizione alta e peggiore richiedono con urgenza un intervento preventivo, specie per i lattanti al seno con esposizione probabilmente ancora maggiore.

### ***Analisi di correlazioni spazio-temporali tra stazioni di monitoraggio ed inquinanti in ambito urbano***

Nell'ottica della definizione delle procedure di quantificazione dell'esposizione della popolazione e del rischio sanitario in ambito urbano nella Regione Emilia-Romagna si è intrapresa una attività di analisi delle correlazioni tra stazioni di monitoraggio e tra inquinanti in ambito urbano.

Si è privilegiato l'ambito urbano perché questo è il contesto ove più pressanti sono le problematiche connesse con il monitoraggio. Il raggio di rappresentatività del dato sperimentale è infatti in tale contesto molto ristretto; mentre in ambito rurale un dato ambientale può essere rappresentativo di aree vaste (anche chilometri), in ambito urbano valori misurati all'interno di un canyon stradale e a poca distanza dietro gli edifici possono

differire anche di alcuni fattori. Il canyon stradale è quindi la scala spaziale tipica dell'inquinamento atmosferico in ambito urbano e quindi forse anche una scala spaziale importante da un punto di vista epidemiologico. Sarebbe quindi auspicabile una mappatura dell'inquinamento in area urbana con una risoluzione adeguata (decine o centinaia di metri). Tale dettaglio informativo non è però raggiungibile servendosi delle centraline fisse attualmente operative, né ipotizzando un loro sostanziale aumento di numero: questioni di costo, ingombro, manutenzione e gestione impediscono infatti la percorribilità di una tale strada.

Occorre quindi in tale ottica affidarsi ad un approccio basato sull'utilizzo integrato di centraline fisse, di strumenti sperimentali più snelli come mezzi mobili e campionatori passivi e degli strumenti modellistici sia di tipo fisico che statistico.

Gli obiettivi dello studio, inserito nell'ambito delle attività del progetto SINA sulla revisione delle reti di monitoraggio, sono stati:

fornire una quadro descrittivo della variabilità spaziale e temporale delle concentrazioni dei principali inquinanti all'interno delle aree urbane;

quantificare la correlazione tra le centraline per verificare la possibilità di eliminare quelle che forniscono informazioni ridondanti su una scala cittadina e regionale

verificare la possibilità di definire criteri per un migliore utilizzo di campionamenti limitati nel tempo (mezzi mobili, campionatori passivi);

verificare la possibilità di stimare alcuni inquinanti basandosi sulle informazioni raccolte su altri inquinanti;

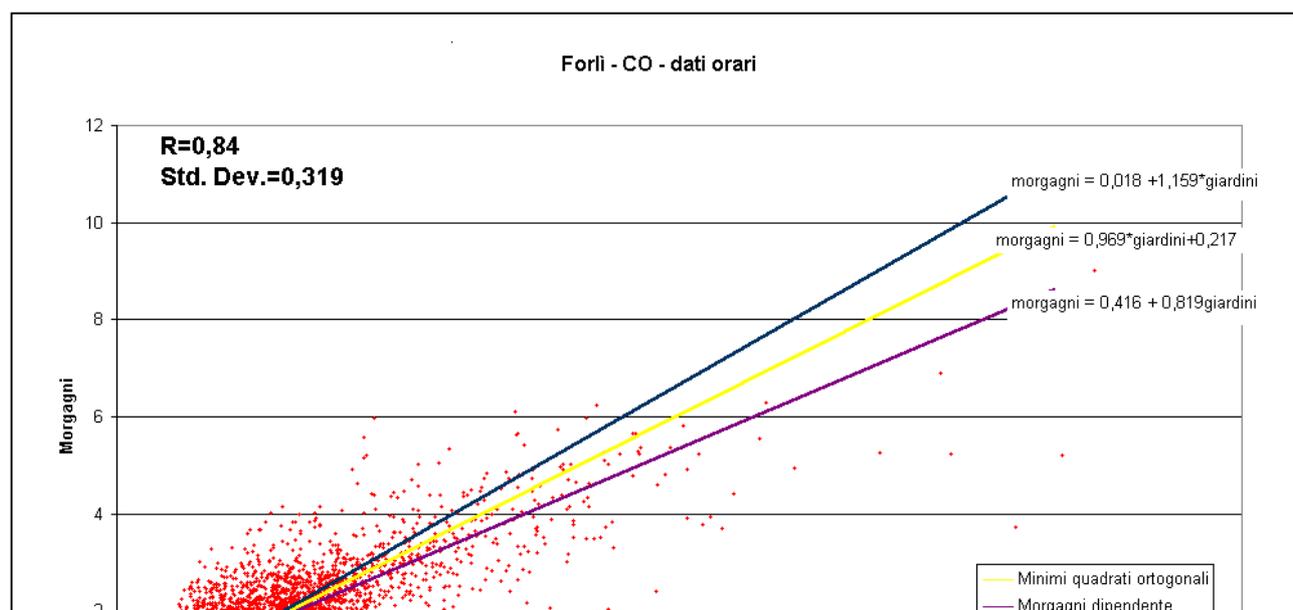
L'esistenza di tali correlazioni risulterà molto importante

1. nella definizione delle metodologie di quantificazione dell'esposizione della popolazione;
2. nella fase di impostazione delle campagne epidemiologiche (che strumenti utilizzare per accedere a variabili ambientali opportune per la quantificazione di un determinato effetto sanitario)
3. nella fase di interpretazione dei risultati (la ricerca delle cause determinanti gli effetti sanitari legati all'inquinamento risulta fortemente condizionata dal legame tra i diversi inquinanti)

## Risultati

Innanzitutto si è indagato sulla qualità dei dati e sui modi per meglio rappresentarli (Fig)

**Fig.** regressione esemplificativa tra i valori di CO registrati da due centraline di Forli



**Legenda:** regressione esemplificativa della tipologia di dispersione dei dati, della bontà del modello di regressione (deviazione standard delle incertezze) e della diversità tra regressioni sui dati orari e sui dati giornalieri.

La correlazione tra centraline è risultata abbastanza alta per molti degli inquinanti considerati. Una buona correlazione tra due centraline (per es. > di 0.9) permette di ricavare i dati di una dall'altra; ciò ha permesso di identificare alcune centraline che forniscono informazioni ridondanti.

A titolo di esempio vengono qui di seguito riportate le correlazioni calcolate per tutte le coppie di centraline di ozono presenti all'interno degli ambiti urbani regionali. Tale inquinante è l'unico caratterizzato da un elevato grado di correlazione anche a scala regionale: 66 coppie di centraline su 96 hanno valori di correlazione su dati giornalieri superiori a 0,9 e tutte sono comunque superiori a 0,84.

**Tab. Coefficienti di correlazione per la concentrazione di O3 registrata dalle diverse centraline della Regione ER**

O3 GIORNALIE RO	Bologna				Cesena	Ferrara	Forlì	Modena				Parma	Piacenza	Ravenna	Reggio	Rimini
	Zanardi	G.Margherita	M.Cuccolino	Castenaso	Mulini	Bologna	Mizzana	Giardini	Garibaldi	XXsettembre	Nonantolana	Cittadella	Passeggio	Brancaleone	S. Lazzaro	Marecchia
Zanardi	1	0.956	0.888	0.882	0.944	0.850	0.886	0.932	0.872	0.909	0.891	0.909	0.868	0.901	0.889	0.886
G.Margherita	0.956	1	0.950	0.906	0.951	0.860	0.897	0.956	0.870	0.918	0.901	0.935	0.903	0.931	0.929	0.909
M.Cuccolino	0.888	0.950	1	0.871	0.911	0.837	0.870	0.914	0.838	0.881	0.861	0.894	0.871	0.893	0.890	0.876
Castenaso	0.882	0.906	0.871	1	0.898	0.866	0.886	0.901	0.899	0.911	0.888	0.888	0.868	0.905	0.869	0.889
Mulini	0.944	0.951	0.911	0.898	1	0.895	0.920	0.976	0.891	0.928	0.904	0.915	0.890	0.946	0.916	0.928
Bologna	0.850	0.860	0.837	0.866	0.895	1	0.944	0.895	0.885	0.914	0.844	0.880	0.848	0.879	0.854	0.859
Mizzana	0.886	0.897	0.870	0.886	0.920	0.944	1	0.925	0.916	0.948	0.894	0.900	0.885	0.930	0.893	0.887
Giardini	0.932	0.956	0.914	0.901	0.976	0.895	0.925	1	0.906	0.942	0.923	0.935	0.910	0.947	0.926	0.929
Garibaldi	0.872	0.870	0.838	0.899	0.891	0.885	0.916	0.906	1	0.971	0.944	0.921	0.913	0.894	0.914	0.854
XXsettembre	0.909	0.918	0.881	0.911	0.928	0.914	0.948	0.942	0.971	1	0.965	0.952	0.940	0.929	0.948	0.895
Nonantolana	0.891	0.901	0.861	0.888	0.904	0.844	0.894	0.923	0.944	0.965	1	0.947	0.947	0.921	0.957	0.863
Cittadella	0.909	0.935	0.894	0.888	0.915	0.880	0.900	0.935	0.921	0.952	0.947	1	0.971	0.928	0.973	0.882
Passeggio	0.868	0.903	0.871	0.868	0.890	0.848	0.885	0.910	0.913	0.940	0.947	0.971	1	0.910	0.964	0.865
Brancaleone	0.901	0.931	0.893	0.905	0.946	0.879	0.930	0.947	0.894	0.929	0.921	0.928	0.910	1	0.929	0.944
S. Lazzaro	0.889	0.929	0.890	0.869	0.916	0.854	0.893	0.926	0.914	0.948	0.957	0.973	0.964	0.929	1	0.878
Marecchia	0.886	0.909	0.876	0.889	0.928	0.859	0.887	0.929	0.854	0.895	0.863	0.882	0.865	0.944	0.878	1

**Aspetti sanitari derivanti dalla realizzazione di un catasto regionale delle sorgenti fisse degli impianti radioelettrici nella Regione FVG**

Il competente settore tecnico dell'ARPA FVG ha completato relativamente alla Provincia di Trieste e sta attualmente estendendo alle altre aree del territorio regionale, il catasto regionale delle sorgenti fisse degli impianti radioelettrici per telecomunicazioni e radiotelevisivi con potenza media fornita al sistema irradiante superiore ai 5 watt.

Il progetto rientra negli adempimenti previsti dalla L.R. 22 febbraio 2000 n.2 e dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico che puntualizza la necessità di un coordinamento tra il catasto nazionale ed il catasto regionale delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici al fine di rilevare i livelli dei campi stessi nel territorio regionale con riferimento alle condizioni di esposizione della popolazione.

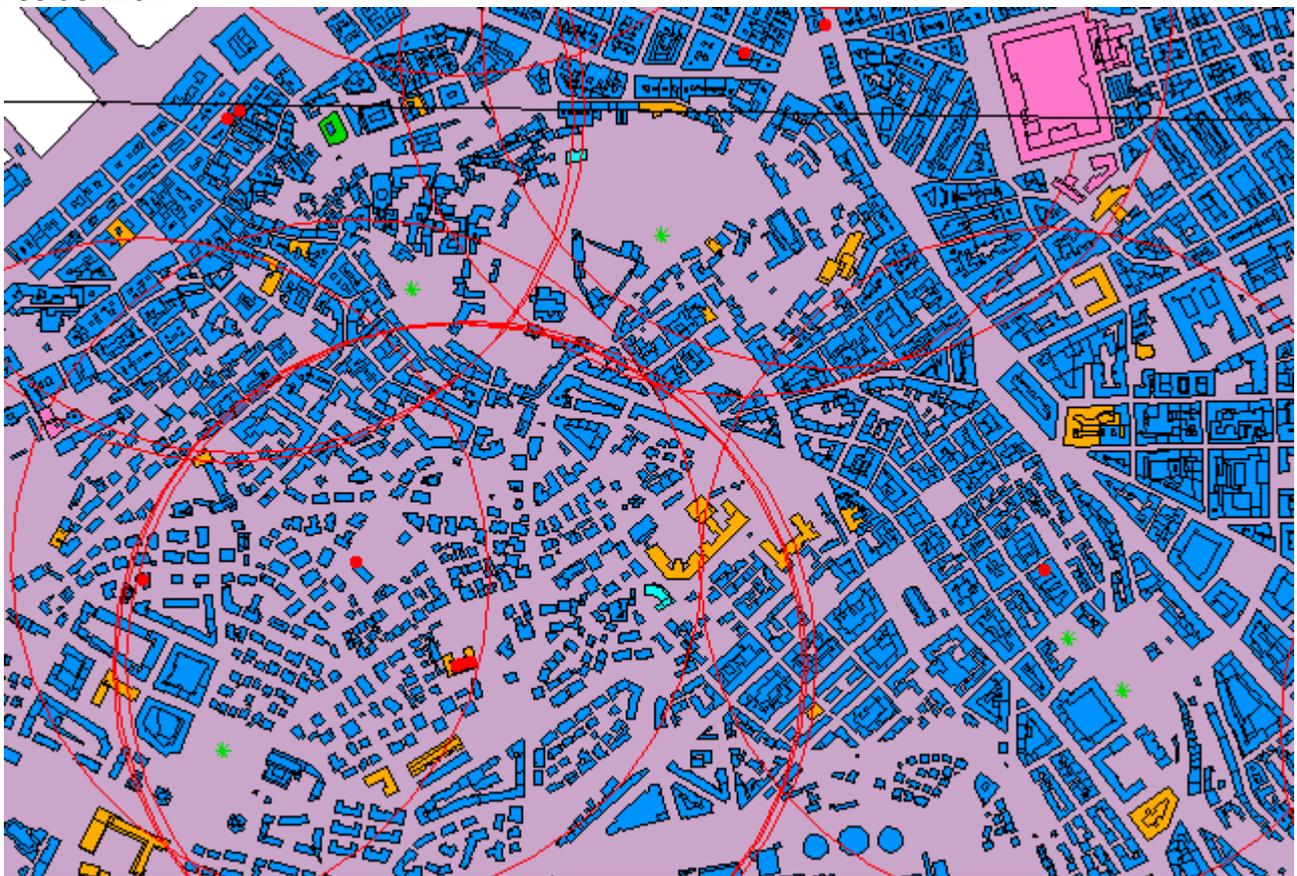
Il catasto, realizzato mediante lettura della Carta Tecnica Regionale tramite Arc Wiew, contiene oltre alle caratteristiche tecniche dell'impianto (altezza dal suolo, numero degli elementi trasmettenti e loro orientamento, tilt meccanico e/o elettrico, potenza al connettore, guadagno d'antenna), i diagrammi di radiazione verticale ed orizzontale, le

esatte frequenze utilizzate, la planimetria dell'area interessata dall'installazione riportante la posizione dell'antenna e le direzioni di massimo irraggiamento, la documentazione fotografica dell'area ed i valori di campo elettrico, misurato o valutato, rapportati ai limiti previsti dal DM 381/98.

Di spiccato interesse ambientale e sanitaria, nell'ottica di una strategia preventiva mirata alla definizione del rischio indotto sulla popolazione dalla presenza di tali impianti radioelettrici, è la individuazione e descrizione, per un raggio di almeno 500 metri, di tutti i punti significativi in cui sia prevista una presenza di persone superiore alle 4 ore giornaliere, con particolare attenzione alle strutture quali asili-nido, scuole, ospedali, case di cura.

Sarà possibile, con l'acquisizione di simili informazioni, oltre a formulare in maniera motivata pareri su eventuali altri insediamenti di impianti di tale genere, determinare i livelli medi di campo cui è esposta la popolazione della regione Friuli Venezia Giulia.

**Figura** catasto impianti radioelettrici e loro gerefenziazione in funzione delle aree residenziali



### **Definizione del rischio sulla base di procedure basate su monitoraggio ambientale, sorveglianza sanitaria e modellistica ambientale e sanitaria**

#### **Definizione di rischio**

Parlando di relazione tra salute ed ambiente, come già introdotto nella illustrazione del *Risk Assessment* secondo l'OMS (1989)<sup>22</sup>, occorre distinguere

<sup>22</sup> Baher D, Kjellstrom T, Calderon R, Pastides H, Environmental Epidemiology, WHO-EPA, 1999

- *Hazard* (tossicità intrinseca); è la possibilità che si possa avere un danno in una particolare situazione o in uno specifico ambiente (senza alcuna specificazione sulla probabilità statistica). Si tratta quindi di una nozione di tipo qualitativo
- *Risk* (rischio): assegna un valore quantitativo alla probabilità che un danno sia associato ad una esposizione, nozione di tipo quantitativo

A tali definizioni si arriva in modo affatto lineare soprattutto nel XIX sec. in cui vengono portate all'estremo le basi gettate dalla medicina greca consistenti in una ricerca delle "lesioni" localizzate nei tessuti e del corrispettivo anatomo-patologico dei sintomi clinici; dall'altro cominciano a farsi strada le applicazioni mediche della statistica. Pertanto da un accento sulla *patogenesi e la fisiopatologia* (aspetti meccanicistici che caratterizzano l'insorgenza e lo sviluppo della malattia) si passa allo studio della relazione tra uomo e il suo ambiente *la etiologia*. Anche tale studio, tuttavia ha caratteri da renderlo largamente coerente con la fondazione anatomo-patologica della clinica. Il principale di tali caratteri è una interpretazione deterministica del nesso causale. L'interpretazione "classica" è quella di Henle-Kock: un microrganismo era ritenuto svolgere un ruolo causale se era presente in ogni caso di una malattia specifica. Per diverse ragioni si ebbe quindi un particolare sviluppo della componente microbiologica, attribuendo talvolta valore a teorie infondate anche alla prova dei fatti (ad es. beri-beri)<sup>19</sup>

Tale approccio si rivelò insoddisfacente nel XX secolo con lo studio delle patologie cronico-degenerative per cui, ad esempio, la chiara relazione tra tumore del polmone e fumo di tabacco non era (in termini aristotelici) né *necessaria* (non tutti i fumatori si ammalano di tumore, a causa della diversa suscettibilità o della composizione-competizione delle cause - *web-causation* -), né *sufficiente* (alcuni non fumatori possono ammalare di tumore, benché con una frequenza decisamente inferiore, poiché è il complesso di cause ad essere in realtà sufficiente<sup>23</sup>).

In pratica da una relazione deterministica, la relazione causa-effetto ha assunto un carattere inequivocabilmente stocastico cioè probabilistico. Non è quindi possibile predire *chi*, tra gli esposti ad un certo determinate, svilupperà la malattia, ma si può indicare con una certa precisione (in termini di errore) *quanti* la svilupperanno

#### Sistemi di monitoraggio integrato

Partendo da tali basi metodologiche, ma anche sulle esperienze sulla valutazione della esposizione di cui ne sono state riportate alcune a titolo esemplificativo, l'*esigenza* (ma soprattutto *opportunità*) che emerge in particolare nel sistema agenziale è quella di collegare competenze (conoscenze, professionalità, organizzazioni, risorse strumentali, aspettative, committente, etc) per una integrazione tra monitoraggio ambientale, sorveglianza epidemiologica (e relativi approfondimenti *ad hoc*) e modellistica ambientale sanitaria.

A questa esigenza (non solo) a titolo di esempio riportiamo alcune proposte in corso di realizzazione:

#### **Sviluppo di un sistema di sorveglianza regionale e nazionale dei pollini aerodispersi di interesse ambientale e sanitario**

Circa il 10% della popolazione europea ha manifestato sintomi da allergia nei confronti dei pollini aereodispersi. Questa frequenza particolarmente elevata è sicuramente legata allo sviluppo socio-economico (in Africa tale patologia è scarsamente presente) e probabilmente, almeno in parte, è dovuta all'inquinamento atmosferico.

<sup>23</sup> Rothman KJ, Greenland S, Modern Epidemiology, Lippicott W & Wilkings, 1998

## Obiettivi

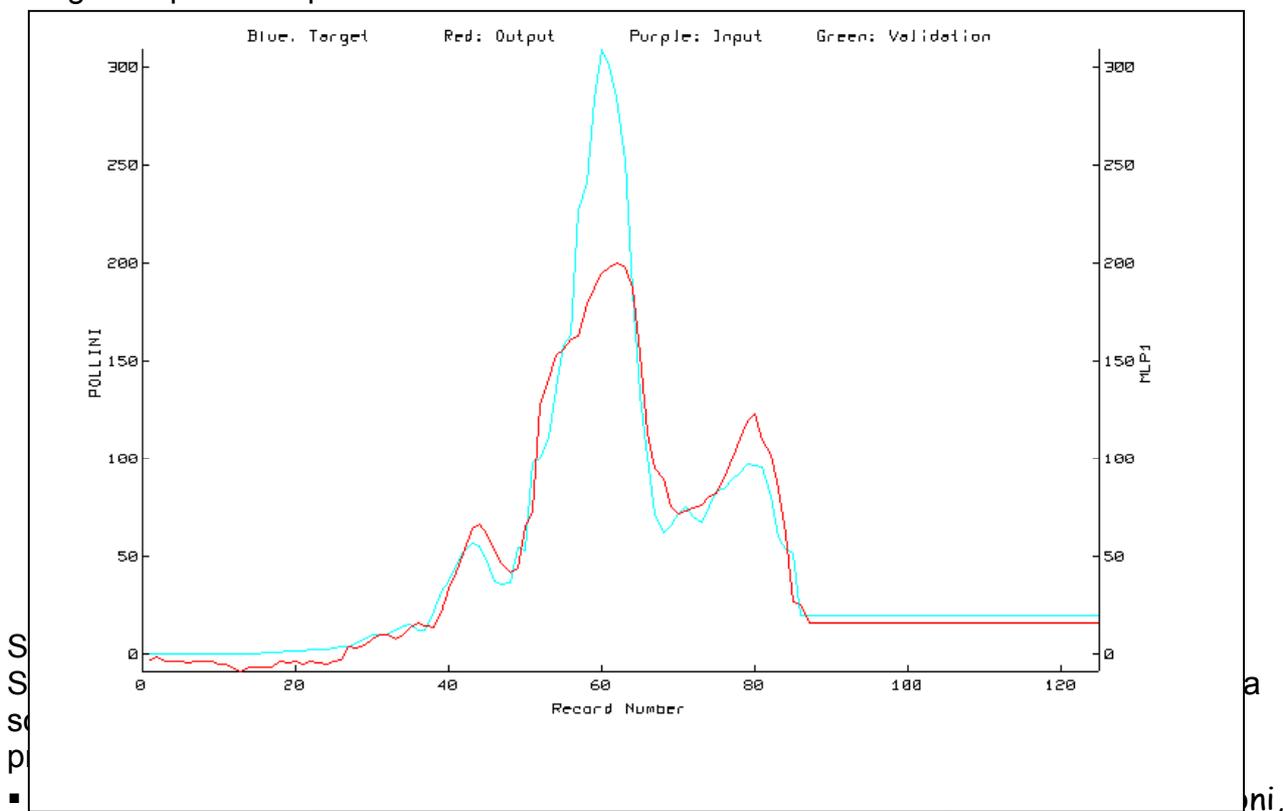
Per tali ragioni alcune regioni hanno avviato un progetto per la prevenzione delle patologie allergiche respiratorie.

In sostanza si è cercato di avvicinare le attività di monitoraggio-prevenzione alla comunicazione coinvolgendo in quest'ultima gli intermediari significativi tecnici (specialisti, farmacisti, MMG, DSP) e laici (media), oltre che rivolgersi direttamente agli utenti.

## Risultati

1. Realizzazione di un bollettino settimanale di analisi e previsione dei pollini allergenici
2. Sviluppo di modelli previsionali di fioritura delle specie allergeniche
3. Sviluppo di modelli di analisi e previsione territoriale
4. Ottimizzazione della rete di rilevazione
5. Creazione un sistema integrato per la gestione dei dati e per la produzione delle informazioni
6. Diffusione del bollettino sia alle professioni ed organizzazioni interessate (medici, USL), che ai media
7. Promozione e marketing

Di seguito si mostra con quale precisione i modelli previsionali siano capaci di stimare l'inizio della comparsa dei pollini a cui è principalmente legato l'inizio della sintomatologia allergica soprattutto quella asmatica.



culture e professioni ambientaliste e sanitarie finalizzata alla prevenzione ambientale e sanitaria, mediante un efficace strumento di prevenzione delle riacutizzazioni allergiche- respiratorie

- Utilizzare questa esperienza per sviluppare competenze e sinergie tra le diverse regioni settentrionali e meridionali.
- Utilizzare questa rete per sperimentare aspetti rilevanti nel campo del biomonitoraggio

Recentemente è stato definito un piano di lavoro triennale che verrà sottoposto al Consiglio delle agenzie sui seguenti temi:

- Estensione del monitoraggio a tutte le regioni in collaborazione anche con il SSN, l'AIA e Istituti di ricerca universitari
- standardizzazione dei metodi di monitoraggio di pollini e spore fungine
- standardizzazione della raccolta e gestione dati e sviluppo di modelli previsionali
- uso di pollini e spore in ambito agrario
- utilizzo dei pollini per il monitoraggio della biodiversità, qualità dell'aria, cambiamenti climatici
- utilizzo dei pollini per la protezione dei beni culturali
- formazione
- indagini epidemiologiche per la definizione del rischio da pollini aereodispersi e la valutazione dell'efficacia degli interventi comunicativi
- comunicazione del rischio di accessi asmatici e patologie da pollini aereodispersi

In tale contesto l'impegno su cui si è concentrata la attività e la programmazione di 19 delle 20 ARPA (manca la Puglia) e l'ANPA e così sintetizzabile



### ***L'inquinamento da Cromo VI della falda idrica superficiale di San Fedele ad Asti***

Introduzione.

Nel dicembre 1999, su segnalazione degli abitanti del quartiere e successive analisi chimico-fisiche condotte dall'ARPA viene riscontrata nelle acque dei pozzi del quartiere San Fedele di Asti, che attingono dalla falda acquifera superficiale sottostante, una contaminazione da cromo esavalente e solventi clorurati con concentrazioni elevatissime, superiori ai limiti di legge per le acque potabili.. Le concentrazioni di cromo esavalente

(carcinogeno in classe 1 IARC), risultano incredibili, toccando in alcuni pozzi valori fino a 5000 volte superiori al limite normativo. Anche le concentrazioni di solventi clorurati (carcinogeni possibili o probabili, presenti a seconda dei casi nelle classi 2°, 2b e 3 IARC) sono elevate. L'origine viene individuata in uno stabilimento specializzato nella cromatura di componenti automobilistici. E' parere degli esperti che l'inquinamento della falda sia recente, vista la ridotta estensione dell'area contaminata e l'andamento temporale decrescente delle concentrazioni di cromo esavalente dalle prime determinazioni di dicembre in poi. Il cromo totale ritrovato negli alimenti campionati durante il mese di maggio risulta comparabile con valori pubblicati in letteratura

Per chiarire ogni dubbio si propone nella prima riunione dell'Unità di coordinamento (23 maggio 2000) di condurre un'indagine campionaria mirante alla determinazione della concentrazione di cromo in campioni biologici (eritrociti e capelli) della popolazione residente e il suo confronto con un campione di controllo.

Lo studio di exposure assessment.

Tutte le persone senza esposizioni aggiuntive professionali o ambientali a cromo esavalente rilevate da un questionario inviato ad ogni famiglia residente vengono invitate a sottoporsi ad un prelievo di sangue e di una ciocca di capelli. Tra il 8/6 e la fine di luglio vengono restituiti 175 dei 400 questionari distribuiti in San Fedele. Di queste 175 persone 87 vengono incluse, in accordo con i criteri di ammissione predefiniti, nella ricerca dei biomarcatori di esposizione.

Le analisi riguardano la frazione eritrocitaria (in cui si concentra il cromo VI assorbito dall'organismo per la durata della vita del globulo rosso, che è mediamente di 120 giorni e massima di 150) e i capelli, in cui il cromo assorbito (sia VI che III) permane per la durata della vita del capello. Come campione di controllo vengono selezionati casualmente 60 donatori AVIS (11 per i capelli) afferenti al centro di Asti, selezionati con gli stessi criteri di esclusione applicati agli esposti

Risultati dei questionari.

La modalità di esposizione principale all'acqua risulta essere stata aver consumato i prodotti dell'orto irrigati con l'acqua dei pozzi. Prima dell'ordinanza il 60% del campione ha anche usato l'acqua a scopi irrigui (da poco a spesso) ed il 50% per lavarsi e bagnarsi (da poco a spesso). Il 10% ha dichiarato di averla bevuta (prima dell'ordinanza). Dopo l'ordinanza l'utilizzo dell'acqua si è ridotto drasticamente. Il consumo dei propri ortaggi invece si è ridotto di poco.

Il 37% ha dichiarato l'insorgenza o il peggioramento di vari disturbi negli ultimi 6 mesi: sono stati lamentati soprattutto disturbi gastroenterici (nausea, dolore e bruciore di stomaco) poi cefalea, dermatiti e vertigini. A fronte della sintomatologia riferita il 40% circa delle persone ha ritenuto di non ricorrere a terapie farmacologiche.

L'uso dell'acqua (precedente l'ordinanza) è stato analizzato fra le persone che hanno denunciato l'insorgenza o il peggioramento di tali sintomi.

La distribuzione di frequenza dei comportamenti riferiti presenta differenze statisticamente significative solo quando l'acqua è stata utilizzata per bere; chi ha bevuto l'acqua (poco o spesso) ha dichiarato con maggior frequenza l'insorgenza o il peggioramento di sintomi nel recente periodo.

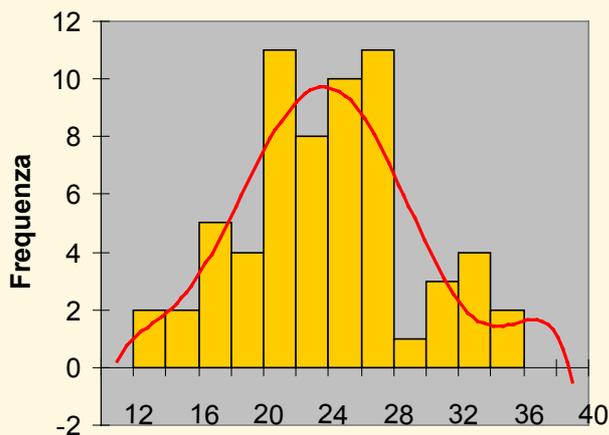
L'uso dell'acqua è stato poi analizzato anche fra le persone che hanno dichiarato di aver abitualmente assunto farmaci negli ultimi 6 mesi. In questo caso non si evidenzia alcuna differenza fra le frequenze.

Il Laboratorio di Igiene Industriale del CTO (Servizio di Tossicologia ed Epidemiologia Industriale – Università di Torino) ha misurato la concentrazione di cromo eritrocitario su tutti gli 82 campioni di sangue inviati.

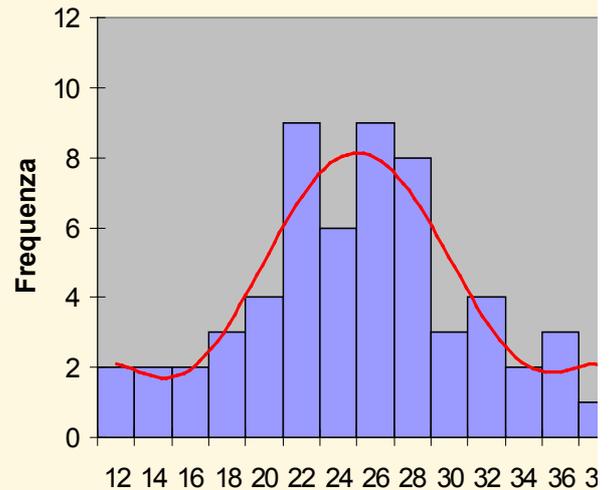
Risultati degli esami effettuati.

Le medie di cromo eritrocitario della popolazione e dei controlli non sono risultati statisticamente differenti (0,243 mg/L, e.s. 0,0065 verso 0,256 mg/L, e.s. 0,0102, rispettivamente, t-test 0,280, n.s.), così come non sono risultate differenti le medie dei due gruppi per le concentrazioni nei capelli (0,258 mg/kg (d.s. 1,148) verso 0,218 mg/kg (d.s. 0,112), t-test 0,432, n.s., rispettivamente).

### San Fedele



### Controlli \*



#### Cromo eritrocitario

**media**    24.30  
**se**        5.17  
**lcl**        14.17  
**ucl**        34.44

#### Cromo eritrocitario

**media**    25.60  
**se**        7.90  
**lcl**        10.12  
**ucl**        41.08

\* non rappresentato un valore=62

Analisi dei dati complessivi.

E' stata poi approfondita l'analisi dei dati all'interno di ipotetiche categorie di esposizione:

- la zona di abitazione
- la presenza di pozzo presso l'abitazione
- l'uso dell'acqua o il consumo di propri ortaggi
- la presenza di sintomi o l'uso di farmaci

La concentrazione di cromo nei globuli rossi non è risultata significativamente diversa fra persone che

- abitano nelle diverse vie del quartiere
- hanno usato l'acqua per bere, bagnarsi, irrigare o non la hanno usata per niente
- hanno mangiato i prodotti del proprio orto o non ne hanno mangiato affatto
- hanno notato l'insorgenza di sintomi negli ultimi mesi o no

- hanno assunto regolarmente farmaci negli ultimi mesi o no.

#### Discussione

I dati rilevati ed esaminati (documentazione reperita in letteratura, dati di contaminazione ambientale, risultati dell'analisi dei questionari, risultati dell'elaborazione dei valori ematici di cromo) appaiono coerenti fra di loro.

La concentrazione eritrocitaria media di cromo rilevata nei residenti in San Fedele, assunta come indicatore di esposizione recente a cromo esavalente, è risultata sovrapponibile a quella determinata in volontari AVIS non residenti in San Fedele. I valori eritrocitari di cromo, l'insorgenza di nuovi sintomi nel periodo immediatamente seguente l'esposizione, l'assunzione regolare di farmaci (indicatore di patologia di una certa rilevanza) non sono risultati correlabili all'utilizzo dell'acqua riferito in questionario. I valori del cromo nei campioni di capelli sono risultati nei limiti dei valori attesi in base alla letteratura italiana ed internazionale sia nel gruppo degli abitanti del quartiere (esposti) sia nel gruppo di controllo (non esposti).

Le analisi statistiche multivariate condotte sui dati combinati di questionari e valori analitici non hanno evidenziato nessun fattore di rischio comportamentale che possa considerarsi predittivo di una maggiore esposizione e di conseguenza rischio a lungo termine.

#### Conclusioni.

Per quanto riguarda il cromo si tratta della maggiore stima nella popolazione delle concentrazioni eritrocitarie effettuata in Italia. Le analisi compiute non hanno evidenziato, con le limitazioni della bassa rispondenza e del periodo in cui sono state eseguite le analisi, alla fine del periodo finestra in relazione alla durata di vita eritrocitaria, un'esposizione significativamente superiore della popolazione rispetto al campione di controllo.

#### ***Prevenzione dei danni ambientali e sanitari da traffico***

##### Premesse

Uno dei problemi che maggiormente influiscono sulla qualità dell'ambiente e della vita nelle aree a maggiore sviluppo economico e sociale è il traffico autoveicolare. Gli impatti del sistema di trasporto sono molteplici e colpiscono simultaneamente l'ambiente e la sicurezza degli utenti della strada e di coloro che risiedono nelle vicinanze. Per questo motivo entrambi gli aspetti dovrebbero pesare ugualmente nel processo di pianificazione territoriale.

Affrontando in modo un po' più dettagliato **l'impatto sulla salute**<sup>24</sup> occorre considerare gli effetti legati a:

- **Attività fisica:** è stato osservato che un'attività fisica (a piedi o in bicicletta tutti i giorni per mezzora può ridurre il rischio di infarto miocardico, diabete, ipertensione così come si verificherebbe smettendo di fumare (per l'infarto), o assumendo le opportune terapie (per la pressione alta)
- **Incidenti stradali:** In tutti i paesi sviluppati il costo degli incidenti stradali è pari al 2.0% (in USA il 2.5%)<sup>25</sup> del PIL. In Italia muoiono ogni anno 6.600 persone per incidenti stradali e ne restano ferite 240.000.
- **Cambiamenti climatici:** dovuti alla produzione dell'CO<sub>2</sub> (il 25% è emesso in Europa) di cui una parte significativa è prodotta dal traffico motorizzato con effetti sulla salute diretti (disagio termico), sviluppo delle condizioni ambientali necessari per

<sup>24</sup> Dora C. A different route to health: implication of transport policies *BMJ* 1999;319:1686-9

<sup>25</sup> MMWR, Economic Impact of Motor-Vehicle Crashes - United States, 1990, MMWR, 1993, 42: 443-448

la diffusione di malattie infettive trasmesse da vettori (malaria, schistosomiasi), e di allergie da pollini aerodispersi

- Inquinamento atmosferico: il 40% delle polveri sospese in Europa provengono dal traffico autoveicolare. La porzione più piccola ( $\approx 2.5\mu\text{m}$ ) penetra liberamente negli ambienti chiusi e circola anche a grandi distanze. Oltre alle polveri esiste tutta una serie di inquinanti di diverse caratteristiche con riconosciuti effetti per la salute (CO, NO<sub>x</sub>, benzene, O<sub>3</sub> etc). In particolare per quanto riguarda il CO è stato confermato che attraverso l'inquinamento atmosferico esso esercita una azione significativa sull'apparato cardiovascolare<sup>26</sup>. Infine accanto agli effetti diretti esistono prove che l'inquinamento atmosferico possa facilitare una maggiore sensibilità ad allergeni oltre a facilitare lo scatenamento dell'accesso asmatico.<sup>27</sup>
- Rumore. Circa il 65% della popolazione europea è esposta comunemente a livelli di rumore intorno 55-65dB che determinano problemi per la comunicazione e al sonno.
- Effetti psico-sociali nei bambini: che possono essere dovuti alla impossibilità di avere contatti con i coetanei ovvero per effetto del Pb contenuto nelle benzine.

La distribuzione dei costi sociali individua come prevalente il trasporto su strada. Ciò è dovuto sia al fatto che i mezzi stradali sono più utilizzati degli altri, sia all'impatto unitario più elevato. Valutando il costo sociale del traffico nei suoi diversi aspetti l'OECD ha stimato mediamente nei paesi europei (CEE, 1990) che il costo del rumore si colloca intorno allo 0.2 % del PIL rispetto allo 0.4% dell'inquinamento atmosferico e al 2% degli incidenti stradali. E' bene inoltre sottolineare che poiché il traffico nazionale ed internazionale delle merci trasportate su strada si evolve ad una velocità particolarmente alta, soprattutto a causa dell'accelerazione della crescita industriale e dell'adozione da parte dell'industria di strategie di gestione degli stock "senza scorte", si può prevedere che i problemi di congestione ed i costi, anche ambientali, derivanti da tale evoluzione peggioreranno in misura notevole senza un adeguato programma di pianificazione dell'offerta, ma anche della domanda di trasporto.

Un aspetto importante che si riallaccia a tutti i precedenti riguarda la "inequità" della distribuzione dei costi e dei benefici connessi con il traffico autoveicolare<sup>28</sup>. In particolare i soggetti anziani, le donne, i disabili e i bambini subiscono soprattutto i disagi legati al traffico mentre rimangono in gran parte esclusi dai vantaggi che ne derivano in termini di opportunità di lavoro, contatti sociali e in generale di mobilità<sup>29</sup>.

La inequità si manifesta anche nella distribuzione dei rischi a seconda della modalità di trasporto. I pedoni e i ciclisti sono, per esempio, molto più esposti al rischio di incidente mortale rispetto ai conducenti degli autoveicoli. Anche per questo motivo si riscontra una generale tendenza alla diminuzione dell'uso della bicicletta e del camminare: in G.B la quota di traffico dovuta alle biciclette è passata dal 25% all'1% dal 1951 al 1994<sup>30</sup>.

Su tali basi la conoscenza e gli interventi su questo tema possono così essere sintetizzati

---

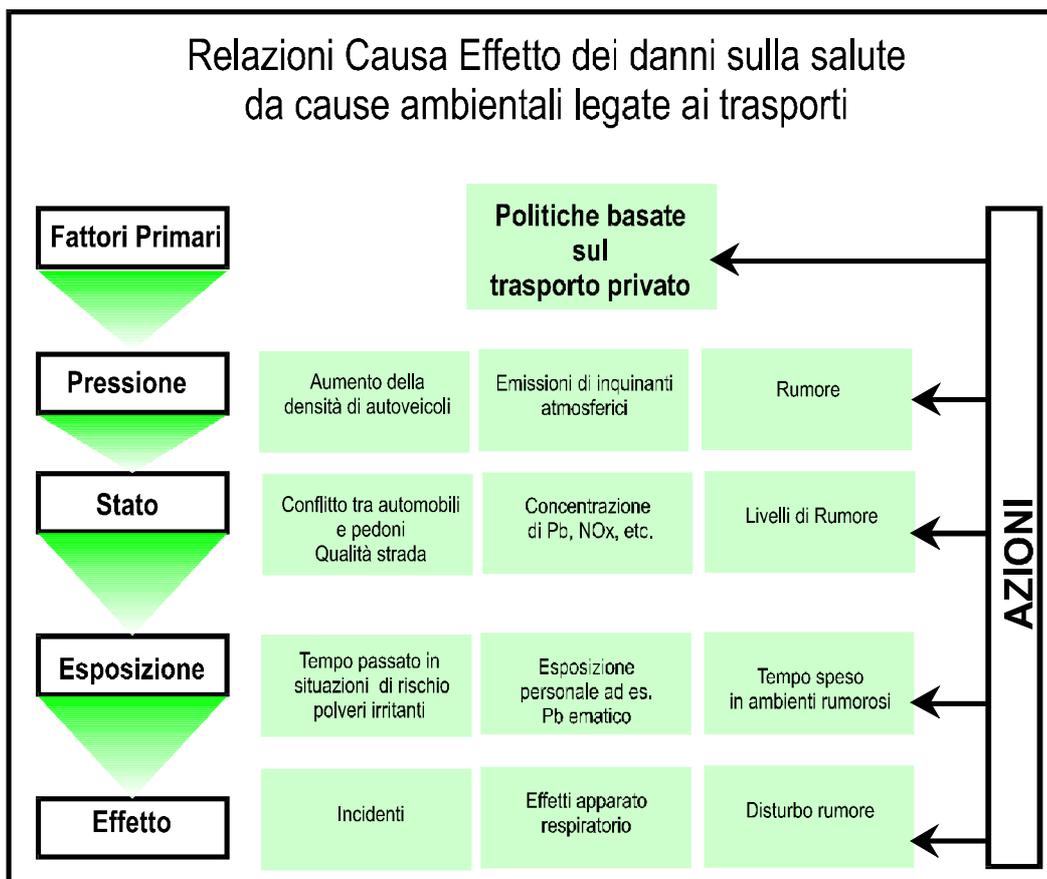
<sup>26</sup> Morris RD, et al. Ambient Air pollution and hospitalization for congestive heart failure among elderly people in seven large US cities. *Am. J. Public Health* 1995;85:1361-1365

<sup>27</sup> Thefed W, et al Increased prevalence of sensitization against aeroallergens in adults in West compared with East Germany, *Clin Exp. Allergy* 1997; 27:886-862

<sup>28</sup> Acheson D, Report of the independent inquiry into inequalities in health, London, The Stationery Office, 1998

<sup>29</sup> Hamilton, K. et al.. Woman and transport: bus de-regulation in West Yorkshire, Bradford, University of Bradford, 1991

<sup>30</sup> British Medical Ass *Road transport and health* London: BMA, 1997



In tal senso, quindi, occorre superare un approccio settoriale ai diversi problemi (sanitari ed ambientali) da traffico, anche se per affrontarli concretamente occorre far riferimento alle tecniche di analisi e di intervento più avanzate ed utilizzare la complessità del problema per trovare opportunità di sinergia tra le soluzioni tra i diversi problemi

Per esempio in Australia l'introduzione della legge sul casco per i ciclisti ha ridotto quasi immediatamente la frequenza di traumi cranici del 40%, ma dopo qualche anno sono calati i ciclisti del 33-36%.<sup>31</sup> Un confronto tra paesi a diversa diffusione dell'uso della bicicletta ha evidenziato che la gravità degli incidenti in bicicletta è 10 volte superiore a quello in macchina in G.B mentre in Olanda e in Danimarca questo rapporto passa 2-3<sup>32</sup>. La spiegazione più verosimile è che questi due ultimi paesi l'uso più diffuso della bicicletta (dovuto alle condizioni geografiche e alla organizzazione del traffico ) rende questo mezzo più sicuro.

Chiarire le interazioni tra ambiente e sicurezza e tra i diversi aspetti che li caratterizzano diventa quindi essenziale per una strategia di successo; tale discorso è cruciale in particolare per le aree urbane dove si riscontra maggiormente questo tipo di problema.

**Obiettivi**

Da tutte queste considerazioni nasce la proposta di introdurre ed integrare adeguatamente le informazioni di tipo sanitario-epidemiologico a quelle di tipo ambientale al fine di consentire stime, se non specifiche previsioni, di impatto sulla salute nel senso di patologie respiratorie (inquinamento atmosferico), disagio (rumore), e sicurezza (incidenti stradali).

<sup>31</sup> Robinson D.I. Australian laws making helmets compulsory deterred people from cycling, *BMJ*, 1997, 314:69

<sup>32</sup> McMichel AJ, Transport and health: assessing the risk in: *Health at the crossroads*, J.Wiley ed. 1997, London p. 11

Due sono i grandi ambiti su cui operare per la fase di analisi delle problematiche connesse con il problema traffico:

1. Georeferenziazione dei più importanti dati socio-sanitari legati all'impatto del traffico autoveicolare e degli indicatori/indici sanitari ed ambientali di pressione/stato/risposta (PSR), (vedi fig. 1);
2. Indagini ad hoc

Verranno illustrate alcune attività promosse da ARPA Emilia Romagna ( in particolare con ARPAV Veneto per il Comune di Padova e con il Comune di Ferrara).

In pratica si cercherà di avviare una serie di iniziative che mirano alla realizzazione di **sistema integrato di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico** che usando i risultati della rete di monitoraggio ambientale, di sorveglianza epidemiologica e modellizzazione miri a:

- Identificare le aree geografiche maggiormente esposte all'inquinamento atmosferico;
- Identificare quante persone in area sono esposte all'eccesso di inquinamento atmosferico
- Descrivere l'esposizione di sottogruppi di popolazione
- Pianificare gli interventi utilitaristicamente più efficaci contro l'inquinamento atmosferico
- Stabilire il più preciso *risk assessment e management* de programma
- Indagare gli effetti a breve e a lungo termine dei specifici inquinanti o sorgenti di inquinamento

Proposte per l'inquinamento atmosferico ed acustico

Come si è detto, volendo considerare gli elementi di integrazione tra Ambiente e Salute verranno affrontati con particolare dettaglio gli aspetti statistico-epidemiologici nello schema PSR. Un esempio di tale approccio relativamente al problema dell'inquinamento atmosferico è riportato nella tabella 2.

Pertanto i flussi informativi sanitari da avviare in relazione alla definizione dei/rischi danni sanitari da traffico autoveicolare saranno:

- Schede mortalità
- SDO
- Medici di medicina generale (MMG) sentinella
- Consumo farmaci
- Specialistica ambulatoriale
- Reg Tumori

A seconda del tipo di variabile verrà considerata l'opportunità/possibilità (attuale e futura) di georeferenziare l'informazione.

In particolare tale sistematizzazione delle conoscenze si articolerà nelle seguenti attività specifiche:

- Analisi della distribuzione spaziale dei principali dati sanitari legati alle patologie connesse con il traffico secondo una opportuna suddivisione del territorio comunale;
- Analisi statistiche di correlazione spaziale tra dati sanitari georeferenziati per residenza e attività lavorativa e dati ambientali di emissione dei principali inquinanti da traffico;

- Analisi statistiche di correlazione tra vicinanza residenziale a strade ad alto traffico e insorgenza di patologie o di suscettibilità a patologie (asma, broncopatie, tumori, leucemie, etc.) legate al traffico autoveicolare;
- Analisi statistiche di correlazione temporale tra dati ambientali e sanitari a livello cittadino;
- Analisi statistiche di correlazione tra inquinamento acustico e assunzione o vendita di psicofarmaci, sonniferi ed ansiolitici nelle diverse zone della città o in rapporto a residenza in prossimità ad archi stradali (occorrerebbero dati georeferenziati di vendita di farmaci o di visita presso medici di base);
- Verifica della possibilità di ricavare indirettamente dati di inquinamento atmosferico (emissioni o concentrazioni di CO, Benzene, NO) tramite l'utilizzo del dato di inquinamento acustico disponibili ad alta risoluzione spaziale.
- Confronto con altre realtà comunali;

**Tabella:** Flussi informativi con georeferenziazione nello schema PSR

Indicatore
<p><b>Pressione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobilità provinciale (matrici o-d)</li> <li>• Catasto e flussi stradali;</li> <li>• Verde pubblico</li> <li>• Presenze turistiche.</li> <li>• Numero di immatricolazioni</li> <li>• Consumi di carburante.</li> <li>• Variabili di tipo socio-demografico (età, sesso, origine, stato sociale-economico e istruzione)</li> </ul>
<p><b>Stato:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalità generale e sesso ed età.</li> <li>• Mortalità per sesso ed età per : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Malattie cardio-cerebrovascolari</li> <li>✓ Tumore: polmone, mesotelioma, leucemia, vescica</li> <li>✓ Malattie ac./croniche respiratorie</li> </ul> </li> <li>• Morbosità generale desunta dai ricoveri ospedalieri</li> <li>• Morbosità desunta dai ricoveri ospedalieri per: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Malattie cardio-cerebrovascolari</li> <li>✓ Malattie acute respiratorie (Allergie, Asma)</li> <li>✓ Croniche respiratorie (bronchite cr. Enfisema)</li> </ul> </li> <li>• Incidenza tumori desunta dal Registro tumore di Ferrara polmone, mesotelioma, leucemia, vescica</li> <li>• Morbosità desunta dalle cartelle cliniche di alcuni medici di famiglia (MMG) sentinella;</li> </ul>
<p><b>Risposta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spese pro-capite per gestione e sviluppo servizi di pianificazione del traffico</li> <li>• Km piste ciclabili</li> </ul>

- N. mezzi trasporto pubblico
- Spese pro-capite per gestione e sviluppo servizi di prevenzione danni da traffico (....., educazione, informazione)
- Spese per il funzionamento dei servizi di assistenza medica ospedaliera e di base per patologie traffico-correlate.

A queste attività di integrazione delle banche dati ambientali e sanitarie, occorre affiancare studi ad hoc come quelli sotto riportati:

- ⇒ Indagine socio-acustica (*social survey*) per la valutazione del disagio da rumore da traffico. In questo settore un particolare interesse ha suscitato l'indagine condotta a Modena<sup>33</sup>
- ⇒ Numerosi studi hanno indagato la relazione tra inquinamento atmosferico e mortalità ,<sup>34, 35</sup> ricoveri ospedalieri<sup>36,37</sup>, effetti respiratori<sup>38</sup> e leucemia nei bambini<sup>39</sup>
- ⇒ Una vasta eco nazionale ed internazionale ha suscitato l'esperienza nota con il nome di ITARIA che ha messo in relazione livelli d'inquinamento da PM10 e mortalità e ricoveri in 8 città italiane al fine di definirne il rischio attribuibile (RA)<sup>40</sup>.
- ⇒ Nell'ambito del contesto europeo sono state realizzate diverse indagini basate su dati di routine (APHEA)<sup>41</sup>, o sulla base di specifici questionari somministrati in adulti (ECHRS)<sup>42</sup>, e in bambini (PEACE)<sup>43</sup>.
- ⇒ Infine occorre ricordare due interessantissime esperienze condotte a Padova (all'interno del progetto europeo MACBETH)<sup>44</sup> e a Roma<sup>45</sup>

Un analogo approccio verrà sviluppato in relazione alla **sicurezza stradale** (incidenti stradali)

<sup>33</sup> Franchini Bertoni D., Franchini A., Lambert J., Magnoni M., Tartoni P.L., Vallet M., "Gli effetti del rumore dei sistemi di trasporto sulla popolazione", Pitagora Ed., 1994

<sup>34</sup> Michelozzi P. Forastiere F, Fusco D, Perucci CA, Ostro B, Ancona C, Pallotti G, (1998) Air pollution an daily mortality in Rome, Occup. Environ. Med. 55, 605-610.

<sup>35</sup> Vigotti MA, Rossi G, Bisanti L, Zanobetti A, Schwartz J. (1996) Short term effects of hurban pollution on respiratory helth in Milan, Italy, 1980-89, Epidemiology and Comunity Health, 50 (Suppl), s71-s75

<sup>36</sup> Fusco D., Forastiere F, Michelozzi P, Spadea T, e Perucci CA Effetti acuti dell'inquinamento atmosferico: qualità dell'aria e ricoveri ospedalieri per cause cardiovascolari e resiratrie Roma 1993-1997, Regione Lazio, Assessorato alla Sanità

<sup>37</sup> Miglio R., et al Inquinamento ed effetti acuti sulla salute, meta-analisi degli studi temporali effettuati in Italia negli anni '90, Convegno nazionale, Arie di città, la qualità dell'aria in ambiente urbano Bologna 28-30 Novembre 2000.

<sup>38</sup> Ciccone G., Forastiere F, Agapini N. BiggeriA, Bisanti L, Chellini E. et al. Road traffic adverse respiratory effects in children . Sidria Collaborative Group. Occup. Environ. Me. 1998; 55; 605-10.

<sup>39</sup> Crosignani P, Porro E, Tittarelli A., Rovelli A, Tagliabue G, Bianchi N., Cotiero N., Oldani S., Childhood leukemia and road traffic: a population based case control study. Convegno nazionale, Arie di città, la qualità dell'aria in ambiente urbano Bologna 28-30 Novembre 2000.

<sup>40</sup> Galassi C, Ostro B, Forastiere F, Cattani S., Martuzzi M, Bertollini R, Exposure to PM10 in the eight major Italian cities and quantification of the health effects (abstarct). Poster presented at the ISEE 2000 meeting , Buffalo, NY, USA, August 19-22, 2000.

<sup>41</sup> Katsouyanni et al., "Short term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time series data: the APHEA protocol", Journal of Epidemiology and Community Health", 1996; 50 (suppl.); S12-S18.

<sup>42</sup> De Marco R. Poli A., Verlato G., Accordini S., Cazzoletti L.; Lauriola P., Air pollution, asthma and chronic bronchitis in Italy, Convegno nazionale, Arie di città, la qualità dell'aria in ambiente urbano Bologna 28-30 Novembre 2000.

<sup>43</sup> "PEACE Study", European Respiratory Review, Volume 8, Review 52, March 1998.

<sup>44</sup> Clini C., Lagorio S., Cocheo V., Minoia C., "Il rischio benzene", Quaderni de Le Scienze, n 109, settembre 1999.

<sup>45</sup> Crebelli et al. "Exposure to benzene in urban workers: environmental and biological monitoring of traffic police in Rome" Occupational and Environmental Medicine, vol 58 (2001) pp.165-171.