

NUOVI METODI PER VALUTARE L'IMPATTO SULLA SALUTE

LA VALUTAZIONE INTEGRATA DELL'IMPATTO AMBIENTALE E SANITARIO ESAMINA GLI EFFETTI SULLA SALUTE DELL'ESPOSIZIONE A CONTAMINANTI AMBIENTALI IN MODO GLOBALE, ANCHE CON LA SIMULAZIONE DI SCENARI. ALCUNE ESPERIENZE APPLICATE AL CICLO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI NEL LAZIO E ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO IN ITALIA.

Le emissioni di gas serra, l'impatto del cambiamento climatico sulla salute e sull'ambiente, l'inquinamento atmosferico sono stati negli ultimi anni al centro dell'attenzione dei ricercatori, dei cittadini e dei governi della Unione europea. Nel 2010 questi temi sono stati discussi nella V Conferenza ministeriale su Ambiente e salute (<http://bit.ly/Parma2010>) e, nella dichiarazione finale, i governi si impegnarono a ridurre gli impatti dell'ambiente sulla salute, attraverso la realizzazione di programmi nazionali entro il 2020 perché tutti i cittadini potessero avere con pari opportunità una migliore qualità dell'aria e un ambiente libero da agenti chimici tossici. Tale auspicio è stato ribadito dalla Unione europea nel 2013, "Year of Air".

La quota della popolazione che vive nelle aree urbane è in continua crescita e in queste zone si concentrano elevati livelli di inquinanti atmosferici associati soprattutto alle emissioni veicolari. Inoltre, in molte zone periferiche, le emissioni di tipo industriale contribuiscono a peggiorare la qualità dell'aria. Una componente importante per una nuova politica ambientale è dunque lo studio dell'impatto delle esposizioni ambientali sulle malattie croniche e soprattutto la riduzione di questo impatto attraverso politiche adeguate in settori quali lo sviluppo urbano e i trasporti (Briggs, 2008).

Sebbene il contenimento dell'inquinamento atmosferico e dei suoi effetti nocivi sulla salute rappresenti una emergenza ambientale e di sanità pubblica, il grado di conoscenza e di consapevolezza riguardo alle problematiche poste da questo fattore di rischio è tuttavia ancora inadeguato, con conseguente ritardo di corrette pianificazioni e dell'implementazione di misure a tutela della salute pubblica. Soprattutto in ambiente urbano, la combustione derivante dai trasporti, dal riscaldamento domestico e dai processi di produzione industriale, dà luogo a una serie di inquinanti di interesse tossicologico che destano molta preoccupazione in

termini di impatto sanitario a causa dell'elevato numero di persone esposte. Tra i principali contaminanti vi sono il particolato atmosferico (PM₁₀, PM_{2,5}), il biossido di azoto (NO₂) e l'ozono (O₃) che raggiungono concentrazioni elevate nell'aria urbana. Il PM₁₀ e il PM_{2,5} rappresentano gli indicatori sintetici maggiormente impiegati per la stima dell'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico, e sono tuttora tra gli inquinanti più frequentemente associati a una lunga serie di esiti sanitari, che vanno dai sintomi respiratori alla mortalità a seguito di patologie croniche (Rückerl et al., 2011).

La ricerca epidemiologica sugli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico è in continua evoluzione. Anche in Italia, negli anni recenti sono stati condotti importanti studi epidemiologici che presentano aspetti innovativi sulla caratterizzazione dell'impatto sanitario soprattutto nelle aree urbane (Berti et al., 2009). I risultati di alcuni progetti di ricerca europei resi pubblici recentemente –Aphekom (*Improving urban knowledge and communication for decision making on air pollution and health in Europe*, www.aphekom.org), Ebode (*Environmental burden of disease in European regions*, Hänninen e Knol, 2011) ed Escape (*European study of cohorts for air pollution effects*, www.escapeproject.eu) alla cui realizzazione l'Italia ha direttamente partecipato, hanno messo in luce l'elevato impatto economico e sanitario dell'esposizione umana ai contaminanti emessi nell'atmosfera. L'Organizzazione mondiale della sanità ha recentemente concluso un processo di revisione della letteratura scientifica sui principali inquinanti indicando alla Ue politiche urgenti di contenimento delle emissioni e standard di qualità dell'aria più stringenti (progetto Revihaap, www.euro.who.int). Malgrado gli sforzi scientifici, la disponibilità di un sistema nazionale di sorveglianza epidemiologica degli effetti sanitari dell'inquinamento atmosferico (EpiAir) e la fruttuosa esperienza di

integrazione delle competenze ambientali ed epidemiologiche in un lavoro comune, a oggi, in Italia, manca ancora una competenza professionale completa nell'ambito della Valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario (Viias). Tale approccio, ben formalizzato nella letteratura scientifica (Briggs, 2008) e nel progetto Intarese (www.integrated-assessment.eu; www.intarese.org), prende origine dallo sviluppo nei paesi anglosassoni dell'*Integrated Environmental and Health Impact Assessment* messo a punto allo scopo di esaminare gli effetti sulla salute in modo globale e di valutare l'intera catena di eventi che portano a problemi di salute (dalle politiche, alle fonti di esposizione, alle modalità di esposizione, agli impatti). Il metodo implica la capacità di definire chiaramente gli scenari e le singole misure in relazione alle possibili fonti emissive e alla loro riduzione prevedibile, di caratterizzare la popolazione potenzialmente coinvolta e di stimare l'impatto di salute. Questa metodologia implica un esercizio di simulazione per la stima dell'esposizione, attraverso l'uso dei modelli di dispersione degli inquinanti, la revisione sistematica della letteratura per scegliere adeguate funzioni esposizione-risposta, una conoscenza di base dei tassi di malattia di *background* e la valutazione critica del livello di incertezza della valutazione stessa. Vengono di seguito presentate due esperienze, condotte in Italia, che possono essere da riferimento per lo sviluppo e la diffusione della metodologia.

Il ciclo di rifiuti nel Lazio

Un progetto concluso riguarda la valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario (Viias) del ciclo dei rifiuti nel Lazio.

Il ciclo di trattamento dei rifiuti urbani (Ru), che include la formazione, la raccolta, il trasporto e lo smaltimento, ha implicazioni importanti sia a livello ambientale che di salute pubblica (*figura*

1). La gestione dei rifiuti è un processo complesso, sono interessate popolazioni diverse e migliaia di lavoratori, i prodotti chimici che si generano durante lo smaltimento possono contaminare l'ambiente e molte sostanze sono tossiche per l'uomo. Gli interessi economici sono grandi e spesso di natura contrapposta, e i risultati degli studi epidemiologici [Porta et al., 2009; Who, 2007, Franchini et al., 2004] sono spesso utilizzati in modo strumentale. D'altra parte, gli impianti di trattamento dei rifiuti sono localizzati in un contesto geografico e ambientale complesso, in prossimità di centri urbani e industriali, e ciò rende difficile la valutazione del reale contributo di questi impianti sulla qualità dell'aria (aspetti chimici e fisici) e di conseguenza sui possibili effetti sulla popolazione potenzialmente interessata (lavoratori e residenti).

La Viias del ciclo dei rifiuti nel Lazio è stata condotta nel Lazio all'interno del progetto Intarese (*Integrated Assessment of Health Risks of Environmental Stressors in Europe*), finanziato nell'ambito del 6° Programma quadro dell'Unione europea per sviluppare, testare e applicare metodologie innovative per la valutazione integrata dei rischi per la salute provocati da stress ambientali, a sostegno della politica europea in materia di salute ambientale (www.intarese.org).

Metodologia

La valutazione ha confrontato uno scenario di base (2008) con lo scenario conseguente all'attuazione del piano regionale dei rifiuti nel 2016 che prevedeva un aumento del

riciclo dei Ru e il divieto di conferimento in discarica senza pre-trattamento. Si è anche prospettato uno scenario alternativo, più radicale, che prevedeva un'ulteriore riduzione drastica della quantità totale di rifiuti e una percentuale di riciclo dei rifiuti molto elevato, *Green Policy*. La valutazione ha tenuto conto degli effetti legati ai processi di raccolta e al trasporto dei Ru, delle emissioni provenienti dagli impianti presenti e previsti in regione: impianti di trattamento meccanico-biologico (Tmb), impianti di incenerimento e discariche, e degli infortuni di natura professionale. La popolazione in studio era quella dei residenti entro 200 m dai Tmb, entro 2 km dalle discariche ed entro 3 km dagli inceneritori e i 12.041 lavoratori impiegati nel settore dei rifiuti nel Lazio (censimento 2011). Per gli effetti delle emissioni dei trasporti è stata considerata l'intera popolazione di Roma (circa 2,5 milioni di abitanti al Censimento 2001).

La diffusione aerea degli inquinanti prodotti dagli impianti è influenzata principalmente dalla meteorologia e dalla morfologia del territorio in cui è situato l'impianto. Utilizzando il modello di dispersione Adsm, sono state calcolate le concentrazioni al suolo di specifici inquinanti quali le polveri (PM₁₀) e gli ossidi di azoto (NO₂) per rappresentare l'impronta dell'impianto considerato nel territorio circostante. Successivamente sono stati calcolati i livelli di esposizione della popolazione residente. Gli indicatori dello stato di salute utilizzati sono l'incidenza di casi di tumore, le malattie dell'apparato respiratorio, le malformazioni

congenite, il basso peso alla nascita, la mortalità e l'*annoyance* (fastidio generico) legato agli odori che inevitabilmente sono emessi dagli impianti. Gli indicatori sono stati poi combinati per la stima dei Daly (*Disability Adjusted Life Years* – anni di vita corretti rispetto alla disabilità) e degli Yll (*Years of Life Lost* – anni di vita persi).

Impatto ambientale

Nel 2008 il volume totale dei rifiuti prodotti nel Lazio è stato di 3.333 milioni di tonnellate, di cui 0,59 sono state riciclate e 1.902 sono state conferite in discarica senza pre-trattamento. Il piano regionale dei rifiuti al 2016 prevedeva una quota di rifiuto riciclato che arrivava al 60% e nessun conferimento in discarica senza pre-trattamento. Lo scenario *Green* prevedeva una riduzione della produzione dei rifiuti del 15% e una quota di riciclaggio spinta fino al 70%. Grazie a questi interventi futuri, il quantitativo di inquinanti emessi si ridurrà drasticamente, fino al 90% (ad esempio per il PM₁₀ le emissioni passeranno dalle 17.9 ton/anno attuali alle 6.6 e 4.13 dello scenario più estremo).

Nel 2008, 36.191 persone vivevano nelle vicinanze di impianti per il trattamento di Ru (23.917 vicino agli inceneritori, 2.345 vicino ai Tmb e 9.929 vicino alle discariche). Nel 2016 il numero salirà a 51.639 (era prevista nel piano regionale l'apertura di un nuovo inceneritore), viceversa l'attuazione della *Green Policy* ridurrà a 14.606 il numero delle persone potenzialmente interessate. Le persone residenti intorno a impianti per il trattamento dei Ru sono prevalentemente

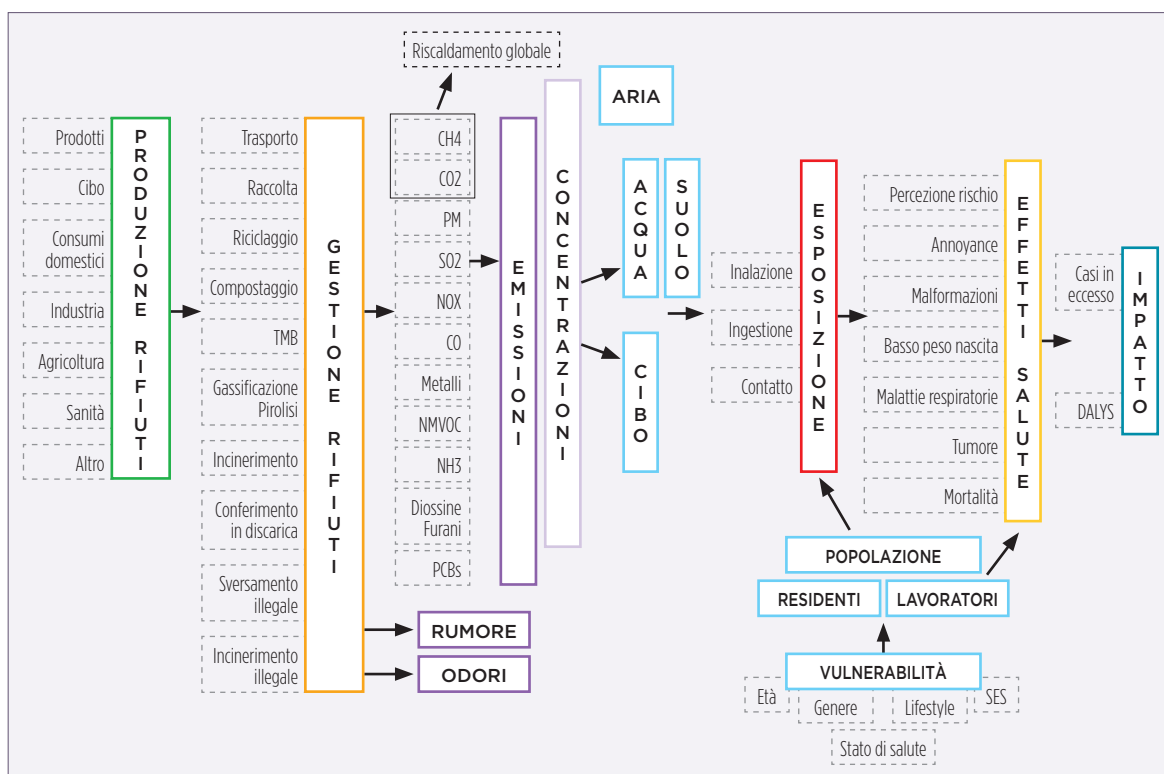


FIG. 1
CICLO DEI RIFIUTI URBANI

Diagramma causale del ciclo del trattamento dei rifiuti urbani.

di basso status socioeconomico; le future politiche dei rifiuti non sembrano modificare questa relativa iniquità. Per l'anno 2008, nella città di Roma, sono stati percorsi circa 10 milioni di km dai camion per trasportare i rifiuti dalle case dei cittadini ai siti per lo smaltimento. L'applicazione delle politiche alternative a quella di *baseline* potrebbe operare una riduzione del 38,2% e del 64,5% dei km percorsi, grazie al passaggio da gomma a ferrovia. Il contributo del trasporto rifiuti alla concentrazione media annua di NO₂ a Roma era nel 2008 di moderata entità, ma tale contributo sarebbe sceso in misura importante nei due scenari alternativi con una riduzione importante della esposizione della popolazione (-90%, -95%, rispettivamente). Le concentrazioni medie annue di inquinanti atmosferici derivanti dalle emissioni degli impianti per i rifiuti è risultata piuttosto bassa. I livelli di esposizione della popolazione a NO₂ (e PM) sono risultati anche relativamente bassi da 0,05 a 0,7 µg/m³ per le discariche e da 0,03 a 0,06 µg/m³ per gli inceneritori.

Impatto sanitario: casi attribuibili

La Viias ha stimato 243 infortuni sul lavoro/anno, con 0,8 morti ogni anno. Questo numero diminuisce nella *Green Policy*, che prevede una riduzione della manodopera nel settore. L'impatto del trasporto dei rifiuti sulla popolazione di Roma può essere stimato in 561 (NO₂) e 14 (PM) anni di vita persi (YII) al 2008, l'impatto si riduce a 50 e 1 (2016) e a 29 e 0 (*Green Policy*), rispettivamente. Per i Tmb, la prevalenza di persone che soffrono di *annoyance* a causa degli odori (circa 130 persone) e la prevalenza di persone con sintomi respiratori attribuibili agli impianti (circa 500 persone) sono costanti in tutti gli scenari. Per gli inceneritori, l'incidenza cumulativa dei casi di cancro attribuibili è stato pari a 7,5, 11,7 e 2,5 nei tre scenari, rispettivamente. Sono stati stimati 10 YII (NO₂) attribuibili agli inceneritori al 2008, questo numero aumenta a 15,9 YII nel primo scenario alternativo e scende a 9,6 con la *Green Policy*. Per le discariche l'incidenza cumulativa di bambini di basso peso alla nascita è di 8,3 (*baseline* e primo scenario alternativo) e 2,8 con la *Green Policy*. L'incidenza cumulativa di malformazioni congenite è stata di 0,3 persone (*baseline* e primo scenario alternativo) e 0,1 con la *Green Policy*. L'impatto in termini di YII è stato di 17,9 (NO₂) (*baseline* e primo scenario alternativo) e di 12,4 con la *Green Policy*.

Impatto sanitario integrato, Daly

L'impatto sanitario più importante della gestione dei rifiuti sono gli infortuni

sul lavoro che sono responsabili di circa 40.000 Daly che scendono a 33.000 con l'applicazione della *Green Policy*. Per la popolazione generale, sono stati stimati circa 3.000, 2.500 e 1.600 Daly sotto i diversi scenari. Il più grande contributo per la popolazione generale è dato dai sintomi respiratori (circa il 90%) e dall'*annoyance* legata agli odori.

In conclusione, la Valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario della gestione dei rifiuti nel Lazio ha dimostrato un impatto modesto rispetto ad altri fattori di rischio ambientali, quali il traffico o il fumo passivo. Tuttavia, una politica sostenibile dei rifiuti consentirà un miglioramento sostanziale a beneficio dei residenti esposti. Il rapporto completo è scaricabile su http://bit.ly/Viias_RU_Lazio

Inquinamento atmosferico in Italia

Un progetto in corso riguarda invece la Valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario dell'inquinamento atmosferico in Italia. Il progetto Ccm 2011 Viias, coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio sanitario del Lazio, pone le basi per uno sviluppo italiano dell'*Integrated Environmental and Health Impact Assessment* attraverso l'utilizzo della modellistica (su base nazionale o locale), in combinazione con i risultati di studi epidemiologici consolidati, per determinare gli impatti dell'inquinamento atmosferico sulla mortalità e morbosità sul territorio italiano. Sono stati acquisiti i dati relativi alle concentrazioni annuali di PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e ozono calcolati per l'anno emissivo e meteorologico 2005 con il modello

nazionale Minni su tutto il territorio nazionale con risoluzione spaziale di 4 km (www.enea.it). Il progetto considera gli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico, in particolare gli esiti in studio sono la mortalità (totale, cardiovascolare e respiratoria) e gli anni di vita guadagnati. Il caso studio specifico della città di Roma prenderà in considerazione i livelli e la distribuzione spaziale delle particelle ultrafini nelle aree urbane. Poiché le concentrazioni di inquinanti possono essere contenute attraverso la riduzione delle emissioni e/o attraverso misure non tecniche (traffico, verde urbano), sono in studio gli scenari di riduzione delle emissioni future per determinare la diminuzione di mortalità e morbosità che potrebbero risultare dall'applicazione di tali misure sul territorio italiano. Di particolare interesse è anche lo studio dell'impatto delle politiche sui cambiamenti climatici sull'inquinamento atmosferico. Infatti le misure atte a contenere le emissioni di anidride carbonica possono in molti casi portare anche a una diminuzione delle emissioni di molti inquinanti, inclusi i precursori dell'ozono. Il progetto approfondirà gli effetti dell'implementazione delle politiche sui cambiamenti climatici. Particolare enfasi verrà inoltre dedicata allo sviluppo di sistemi innovativi di comunicazione dei risultati al pubblico e agli *stakeholder* e alla formazione dei tecnici coinvolti. È in fase di implementazione un sito web dedicato al progetto (www.viias.it).

Carla Ancona, Francesco Forastiere

Dipartimento di Epidemiologia del Servizio sanitario regionale del Lazio

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Briggs D.J., 2008, "A framework for integrated environmental health impact assessment of systemic risks", *Environ Health*, 2008, Nov 27;7:61.
- Berti G., Galassi C., Faustini A., Forastiere F., 2009, "Gruppo EpiAir. Inquinamento Atmosferico e Salute: Sorveglianza Epidemiologica ed Interventi di Prevenzione", *Epidemiol Prev*, 2009 Nov-Dec;33(6 Suppl 1):1-143.
- Franchini M., Rial M., Buiatti E., Bianchi F., 2004, "Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies", *Ann Ist Super Sanita*, 2004;40:101-15. Hänninen O. and Knol A. (eds.), 2011, *EBoDE-Report. Environmental Perspectives on Environmental Burden of Disease. Estimates for Nine Stressors in Six European Countries*, National Institute for Health and Welfare (THL), Report 1/2011, 86 pages and 2 appendixes. Helsinki, Finland.
- Porta D., Milani S., Lazzarino A., Peducci C. and Forastiere F., 2009, "Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste", *Environ Health*, 2009; 23;8:60.
- Rückerl R., Schneider A., Breitner S., Cyrus J., Peters A., 2011, "Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence", *Inhal Toxicol*, 2011 Aug;23(10):555-92.
- WHO, 2007, "Population health and waste management: scientific data and available options", <http://www.euro.who.int/document/E91021.pdf>.