

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ

**Valutazione del rischio sanitario e ambientale
nello smaltimento di rifiuti urbani e pericolosi**

A cura di
Loredana Musmeci

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria

ISSN 1123-3117

Rapporti ISTISAN

04/5

Istituto Superiore di Sanità

Valutazione del rischio sanitario e ambientale nello smaltimento di rifiuti urbani e pericolosi.

A cura di Loredana Musmeci

2004, 130 p. Rapporti ISTISAN 04/5

La preoccupazione circa la eventualità di un rischio sanitario potenzialmente associabile agli impianti di smaltimento dei rifiuti è sempre più diffusa tra la popolazione. Di conseguenza, è sempre più opportuno effettuare studi indirizzati alla individuazione di un possibile rapporto causa-effetto tra sistemi di smaltimento dei rifiuti e stato di salute delle popolazioni residenti in prossimità di siti di discarica. A tal fine, nel presente rapporto è stato preso in considerazione un gruppo di siti di discarica ipotizzabili rappresentativi della situazione italiana e su di essi è stata effettuata innanzitutto una caratterizzazione ambientale allo scopo di individuare i fattori di rischio eventualmente presenti; sulle aree circostanti tali siti di discarica sono state quindi condotte analisi epidemiologiche di dati disaggregati a livello comunale di mortalità (per malformazioni, condizioni morbose perinatali, leucemie e tumori dell'encefalo, per la classe di età 0-14 anni), malformazioni congenite, natimortalità, abortività spontanea, basso peso alla nascita, nascita pretermine, rapporto maschi/femmine (*sex ratio*); è stata inoltre effettuata una valutazione di protocolli per studi di epidemiologia veterinaria. Dai risultati ottenuti emerge la necessità di ulteriori approfondimenti al fine di individuare con sufficiente attendibilità le eventuali relazioni di causa-effetto tra esposizione a rifiuti e rischi sanitari.

Parole chiave: Siti di discarica, Smaltimento rifiuti, Contaminazione ambientale, Valutazione di rischio, Indagini epidemiologiche

Istituto Superiore di Sanità

Health and environmental risk assessment in municipal and hazardous waste disposal.

Edited by Loredana Musmeci

2004, 130 p. Rapporti ISTISAN 04/5 (in Italian)

The concern about a possible health risk related to waste disposal plants is more and more widespread in the population. Therefore, it is necessary to carry out studies aimed at identifying a possible cause-effect relationship between waste disposal systems and state of health of resident populations near disposal sites. To this end, in this report some landfill sites supposedly representative of the Italian situation was taken into consideration and, on them, an environmental characterization was carried out to identify possible risk factors; besides, on the areas surrounding these landfill sites, epidemiological analyses of mortality data, disaggregated on municipal scale (for malformations, perinatal diseases, leukaemia and encephalon cancer, at the age 0-14 years), congenital malformations, born mortality, spontaneous abortion, low birth weight, preterm birth, sex ratio were carried out; besides, protocols for veterinary epidemiological studies were evaluated. The results point out the necessity of further investigations in order to identify possible and reliable cause-effect relations between exposure to waste and health risk.

Key words: Landfill site, Waste disposal, Environmental contamination, Risk assessment, Epidemiological studies

Per la fornitura dei dati cartografici relativi alla carta della Copertura del Suolo (Progetto CORINE Landcover – promosso da Commissione Europea, Ministero dell'Ambiente, Regioni) si ringraziano:

- Centro Interregionale di Coordinamento e Documentazione per le Informazioni Territoriali;
- Provincia di Lecce (Ufficio Cartografico – Servizio Gestione Territorio, Settore Territorio Ambiente)
- Regione Emilia Romagna (Direzione Generale Organizzazione, Sistemi Informativi e Telematica)

Si ringraziano inoltre per la collaborazione i responsabili della gestione delle seguenti discariche: Barricalla, Basse di Stura, Ecolombardia, Modena, Rio Riazzone e Rio Vigne, Difrabi, Ardolino, Iovino, Paenzano, Sari, Sogeri, Uttaro, Nardò, Ugento.

Per informazioni su questo documento scrivere a: musmeci@iss.it

Il rapporto è accessibile online dal sito di questo Istituto: www.iss.it.

Presidente dell'Istituto Superiore di Sanità e Direttore responsabile: *Enrico Garaci*
Registro della Stampa - Tribunale di Roma n. 131/88 del 1° marzo 1988

Redazione: *Paola De Castro* e *Sandra Salinetti*

La responsabilità dei dati scientifici e tecnici è dei singoli autori.

© Istituto Superiore di Sanità 2004

INDICE

Introduzione	1
Prima parte	
SITI DI DISCARICA E LORO CARATTERIZZAZIONE	5
Caratterizzazione ambientale dei siti di discarica oggetto dello studio	
<i>Mirella Bellino, Fabrizio Falleni, Tiziana Forte, Augusta Piccardi, Stefania Trinca</i>	7
Discariche	
Barricalla (provincia di Torino).....	13
Basse di Stura (Comune di Torino).....	17
Ecolombardia (provincia di Pavia).....	18
Modena (provincia di Modena).....	24
Rio Vigne e Rio Riazzone (provincia di Reggio Emilia).....	28
Difrabi (provincia di Napoli).....	33
Ardolino (provincia di Napoli).....	36
Iovino (provincia di Napoli).....	39
Paenzano (provincia di Napoli).....	42
Sari (provincia di Napoli).....	45
Sogeri (provincia di Caserta).....	48
Uttaro (provincia di Caserta).....	51
Nardò (provincia di Lecce).....	54
Ugento (provincia di Lecce).....	57
Seconda parte	
STUDI EPIDEMIOLOGICI CONDOTTI SULLE POPOLAZIONI RESIDENTI IN PROSSIMITÀ DEI SITI DI DISCARICA	61
Analisi della mortalità causa-specifica in prossimità di impianti per lo smaltimento di rifiuti solidi urbani	
<i>Stefano Belli, Alessandra Binazzi, Pietro Comba, Marina Mastrantonio, Raffaella Uccelli</i>	63
Studio di mortalità nelle vicinanze di due discariche di rifiuti a Torino	
<i>Francesco Mitis, Marco Martuzzi, Roberto Bertollini, Ennio Cadum, Moreno Demaria</i>	73
Studio epidemiologico sul rischio di malformazioni congenite in prossimità di siti di discarica in due regioni italiane	
<i>Fabrizio Minichilli, Nunzia Linzalone, Anna Pierini, Elisa Calzolari, Giacchino Scarano, Fabrizio Bianchi</i>	86
Studio esplorativo su esiti riproduttivi in aree con presenza di discariche	
<i>Laura Lauria, Angela Spinelli, Stefania Trinca</i>	105
Esposizione a rifiuti e rischio sanitario: il contributo di studi di popolazioni animali	
<i>Paola De Nardo</i>	123
Conclusioni generali dell'intero studio	129

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si sta diffondendo sempre più la “preoccupazione” della popolazione per il rischio sanitario potenzialmente associabile agli impianti di smaltimento dei rifiuti. Ciò porta ad un generale dissenso della popolazione nella scelta di localizzazione degli impianti stessi, creando ulteriori difficoltà nella già complessa gestione dei rifiuti, sia urbani che pericolosi.

Studi epidemiologici condotti in Paesi nordamericani ed in alcuni Paesi europei, e alcuni studi condotti recentemente in Italia, pur non evidenziando un sicuro rapporto di causalità tra siti di smaltimento dei rifiuti e stato di salute delle popolazioni residenti in prossimità degli stessi, mettono in luce l’opportunità di effettuare studi aggiuntivi al fine di determinare tale eventuale rapporto di causa-effetto.

Il complesso degli studi sino ad oggi prodotti (1) non permette una chiara individuazione di pericoli né tantomeno una stima del rischio per le popolazioni residenti in prossimità di impianti di smaltimento dei rifiuti, in quanto si deve tener presente che il valore informativo di uno studio epidemiologico deriva da una chiara definizione delle esposizioni e degli effetti correlati. Nel caso delle discariche e dei processi di smaltimento dei rifiuti, l’accertamento della qualità e intensità dell’esposizione e la registrazione di effetti biologici è notevolmente complessa, poiché i rifiuti sono miscele complesse di composti chimici, agenti fisici e biologici, ed inoltre, la tossicità potenziale di ogni singolo agente può variare nel tempo e secondo il mezzo di trasporto. Si possono prevedere differenti vie di esposizione, inalazione, ingestione attraverso il cibo o l’acqua potabile, contatto cutaneo, le quali possono modificare le caratteristiche tossicologiche di un dato xenobiotico. Quindi, raramente è possibile ovviare a tali problemi attraverso la misura di indicatori biologici di esposizione che siano in grado di stimare la dose complessiva ed integrata di un dato agente cui l’individuo sia stato esposto per varie vie nel corso di molti anni (2).

Per tali ragioni risulta impossibile ad oggi quantificare puntualmente il “peso” che lo smaltimento dei rifiuti ha sullo stato di contaminazione dei comparti ambientali, e conseguentemente il relativo impatto sulla componente salute umana.

Il problema, comunque, sicuramente esiste anche perché la presenza sempre più diffusa di impianti di smaltimento rifiuti autorizzati e controllati ma, molto spesso, anche di siti di discarica di rifiuti abusivi e/o illegali, causa allarmi e preoccupazioni per l’incremento dei rischi potenziali per la salute delle popolazioni residenti in prossimità di tali luoghi.

Per questo motivo nel 1992 l’*Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (ATSDR) degli Stati Uniti sulla base delle risultanze di numerose indagini sanitarie e valutazioni tossicologiche, ha definito un elenco di sette gruppi di condizioni patologiche (3) che dovrebbero essere monitorate prioritariamente ai fini di:

- valutazione dei potenziali rischi per la salute delle persone che vivono in prossimità di tali siti;
- definizione di programmi e attività di ricerca applicata alla salute umana tenendo conto delle sostanze a rischio identificate in tali siti.

La lista di sette PHCs (*Priority Health Conditions*) comprende:

- malformazioni congenite ed esiti riproduttivi negativi;
- tumori (in determinate sedi);
- disturbi immunologici;
- patologie renali;
- patologie epatiche;
- malattie respiratorie;
- disturbi neurologici.

La maggior parte degli studi epidemiologici pubblicati riguarda la prevalenza o l'incidenza di neoplasie e di esiti riproduttivi patologici e ciò è dovuto sia alla gravità degli eventi stessi, sia alla reperibilità dei dati relativi a tali eventi.

Tra le indagini epidemiologiche relative agli effetti sulla salute di popolazioni residenti in prossimità di impianti di smaltimento di rifiuti emergono quelle condotte da ricercatori statunitensi che hanno rilevato tra queste popolazioni incrementi significativi per diverse patologie quali tumori infantili (4), nati di basso peso (5), tumori del polmone, della vescica, dello stomaco, del colon e del retto (6), oltre ad un aumento significativo delle morti neonatali (7). Altri studi condotti da ricercatori canadesi confermano l'esistenza di una prevalenza di alcune delle suddette patologie tra popolazioni residenti nei pressi di discariche per rifiuti urbani, anche se non si può parlare di una associazione univoca tra esposizione ed effetto avverso.

A livello europeo, lo studio multicentrico caso-controllo di Dolk *et al.* (8,9) ha evidenziato aumenti significativi del rischio di malformazioni congenite strutturali e cromosomiche, in madri residenti entro una distanza di 3 km da siti di discarica per rifiuti pericolosi definita come "zona prossimale", rispetto ad una zona distale compresa tra i 3 e i 7 km.

Si può osservare che le indagini finora effettuate in questo campo, anche se poco numerose, possono essere utili soprattutto per fornire lo spunto per ipotesi eziologiche da approfondire in studi analitici e sino a questo momento non è possibile da esse confermare una relazione esposizione/effetto a livello individuale, poiché la distribuzione dell'esposizione all'interno delle aree geografiche in studio può essere molto variabile e la distribuzione dei fattori di confondimento nelle aree in studio è spesso sconosciuta o comunque non nota a livello individuale.

In considerazione di ciò, l'Istituto Superiore di Sanità in collaborazione con l'Organizzazione Mondiale della Sanità – Centro Salute e Ambiente di Roma, e con il CNR – Istituto di Fisiologia Clinica di Pisa, ha effettuato uno studio epidemiologico descrittivo a livello nazionale teso alla individuazione delle eventuali relazioni tra impianti di discarica per Rifiuti Solidi Urbani (RSU) e dei Rifiuti Pericolosi, stato di contaminazione ambientale e stato di salute delle popolazioni residenti in prossimità dei siti di smaltimento stessi.

In particolare sulla base di specifici criteri ambientali, sitologici e di tipologia d'impianto, è stato selezionato un gruppo di siti di discarica ipotizzabili rappresentativi della situazione italiana; sugli stessi si è effettuata una caratterizzazione ambientale al fine di individuare i fattori di rischio eventualmente presenti. Si è concordato di scegliere gli impianti di discarica come sistema di smaltimento da studiare, in relazione alla loro diffusione sul territorio nazionale.

Su tali siti di discarica, considerando un intorno di 5 km, sono state quindi condotte analisi epidemiologiche di dati disaggregati a livello comunale di mortalità (per malformazioni, condizioni morbose perinatali, leucemie e tumori dell'encefalo, per la classe di età 0-14 anni), malformazioni congenite, natimortalità, abortività spontanea, basso peso alla nascita, nascita pretermine, rapporto maschi/femmine (*sex ratio*).

Tali studi sono stati effettuati nell'ambito della ricerca finalizzata del Ministero della Salute (ex art. 12, comma 2, DL.vo 502/92 esercizio 1999) e si sono articolati in sei linee di ricerca. Una linea si è interessata della caratterizzazione ambientale delle aree in studio al fine di individuare quanto più possibile l'insorgenza di fattori di rischio associabili alla presenza di impianti di discarica e di limitare, quindi, alcuni fattori confondenti tipici degli studi di epidemiologia ambientale. Quattro linee di ricerca si sono interessate degli studi epidemiologici sopra citati ed un'ultima linea si è interessata anche di aspetti connessi all'epidemiologia veterinaria.

Delle quattro linee di ricerca a carattere epidemiologico 3 hanno seguito il criterio su esposto (considerare un'area avente un raggio di 5 km dal sito di discarica), una, invece, ha preso in

considerazione tutti i comuni delle 8 province in studio (Napoli, Caserta, Salerno, Lecce, Modena, Reggio Emilia, Pavia e Torino), che erano sede di almeno un impianto di discarica di 1^a e 2^a Categoria (ad esclusione delle discariche per rifiuti inerti), in base ai dati raccolti con in Modello Unico di Dichiarazione Ambientale (MUD) relativo al 1997. In tale caso non si è potuto procedere alla caratterizzazione sito-specifica, data la numerosità degli impianti di discarica presenti nelle 8 province in studio.

Nel presente rapporto si riportano i risultati conclusivi di tali studi, i cui primi dati sono stati presentati in un workshop tenuto presso l'Istituto Superiore di Sanità in data 18 dicembre 2002.

Il rapporto è diviso in due parti:

- la prima descrive i singoli impianti di discarica e il territorio circostante agli impianti stessi;
- la seconda presenta gli studi epidemiologici condotti su popolazioni residenti in prossimità dei siti stessi.

PRIMA PARTE
Siti di discarica
e loro caratterizzazione

CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI SITI DI DISCARICA OGGETTO DELLO STUDIO

Mirella Bellino, Fabrizio Falleni, Tiziana Forte, Augusta Piccardi, Stefania Trinca
Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma.

Introduzione

Gli obiettivi della linea di ricerca riguardante la caratterizzazione ambientale dei siti di discarica oggetto dello studio erano:

- scelta di un set minimo di siti, sedi di impianti di discarica di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) e/o di rifiuti pericolosi, rappresentativi della situazione italiana;
- raccolta e valutazione di indagini effettuate presso istituzioni di ricerca e controllo o i gestori degli impianti, relativamente ad una eventuale contaminazione delle risorse ambientali, derivata dalla attività di smaltimento dei RSU e dei rifiuti pericolosi;
- studio del territorio esterno ai suddetti siti, sia dal punto di vista geomorfologico, sia come uso del suolo (presenza di attività agricole e/o industriali, insediamenti civili, ecc.).

I siti di discarica prescelti per l'indagine sono stati i seguenti:

- *Provincia di Torino:* Barricalla
Basse di Stura
- *Provincia di Pavia:* Ecolombardia
- *Provincia di Modena:* Modena
- *Provincia di Reggio Emilia:* Rio Riazzone e Rio Vigne
- *Provincia di Napoli:* Difrabi
Ardolino
Iovino
Paenzano
Sari
- *Provincia di Caserta:* Sogeri
Uttaro
- *Provincia di Lecce:* Nardò
Ugento.

La scelta di tali discariche è stata effettuata seguendo specifici criteri di rappresentatività della situazione italiana.

Innanzitutto, dovevano essere compresi i seguenti tipi di discarica:

- 2^a Categoria Tipo C = discarica per rifiuti pericolosi;
- 2^a Categoria Tipo B = discarica per rifiuti speciali e pericolosi;
- 1^a Categoria = discarica per rifiuti urbani.

Non sono state prese in considerazione discariche per inerti (2^a Categoria Tipo A), in quanto il tipo di rifiuto non costituisce un pericolo per la salute della popolazione (10).

Nell'ambito delle tipologie suddette, mentre per i primi due tipi di discarica (2^a Categoria Tipo C e 2^a Categoria Tipo B) la possibilità di rischio è piuttosto evidente, per la tipologia "rifiuti urbani", più che di rischio si deve parlare di "disturbo", in quanto l'impatto ambientale si caratterizza in forma di emissione di sostanze che possono provocare soprattutto un fastidio

olfattivo o essere veicolate attraverso polveri o entrare nella catena alimentare attraverso l'utilizzo di acque sotterranee contaminate (11, 12).

La scelta dei siti è stata, inoltre, condizionata anche dal periodo di attività degli stessi, in quanto, dovendo affiancare allo studio di caratterizzazione ambientale i risultati dell'indagine epidemiologica effettuata sulla popolazione residente nell'area circostante i siti, bisognava disporre di un tempo sufficientemente lungo perché eventuali effetti avversi sulla salute si mostrassero. In questo ambito, è importante sottolineare che si è tenuto conto anche del fatto che nell'intorno di ciascun sito ci fosse una popolazione adeguatamente numerosa, affinché fosse garantita la "potenza" dello studio epidemiologico. Conseguentemente, le discariche scelte hanno avuto un periodo di attività di almeno 5 anni e presentano nel loro intorno una densità abitativa sufficientemente alta per soddisfare le esigenze suddette.

Materiali e metodi

L'area che, partendo dal sito di discarica preso come centro, è stata considerata al fine di procedere ad uno studio di caratterizzazione ambientale è quella che si individua definendo un raggio di 5 km a partire dal sito stesso. La scelta di tale distanza ha da una parte contribuito a soddisfare l'esigenza di considerare una popolazione adeguata, dall'altra fa esplicito riferimento allo studio EUROHAZCON (8), finora unico lavoro condotto a livello europeo del tipo caso-controllo multicentrico, che metta in relazione il rischio di anomalie congenite con la residenza nei pressi di siti di discarica per rifiuti pericolosi. Infatti, in questo studio, in cui è stata coinvolta anche l'Italia, è stato evidenziato un piccolo ma statisticamente significativo aumento del rischio di anomalie congenite non cromosomiche tra persone residenti entro 3 km dal sito di discarica. Nel presente studio, invece, si è deciso di spostare a 5 km il limite dell'area in studio, sia al fine di comprendere sicuramente il limite entro il quale si è visto un effetto avverso, sia al fine di considerare una popolazione residente adeguatamente numerosa per lo studio epidemiologico.

Definite tali aree, si è proceduto alla caratterizzazione di:

- il territorio comprendente le aree comunali interessate
- l'impianto di discarica.

Caratterizzazione del territorio comprendente le aree comunali interessate

Tale caratterizzazione si basa sull'uso di dati di vario genere disaggregati a livello comunale. A questo scopo sono stati utilizzati prevalentemente i dati e le informazioni che fonti ufficiali centrali e locali quali ISTAT, Centro Interregionale di Documentazione, ANPA (Agenzia Nazionale Protezione Ambiente); ARPA (Agenzia Regionale Protezione Ambiente), Assessorati Regionali e Provinciali pubblicano o rendono disponibili sui propri siti Web dato che, nella maggior parte dei casi, l'accesso a dati più precisi ed aggiornati, si è rivelato complicato e spesso impossibile.

Con le informazioni ottenute è stata realizzata una base di dati *ad hoc* in grado di raccogliere:

- dati prettamente geografici (limiti territoriali, ubicazioni di centri abitati dei comuni, principali fiumi e laghi, altimetria, ecc.);
- dati relativi a variabili di tipo socio-economico (popolazione residente, indice di deprivazione, indice urbano rurale);
- dati ambientali (uso del suolo, presenza di siti di discarica, presenza di industrie).

Le tipologie di dati sopra elencate, pur essendo di natura diversa, hanno un comune denominatore: la collocazione geografica. L'implementazione della base di dati geografica con un software GIS (*Geographic Information System*) ha consentito di procedere all'analisi integrata delle informazioni raccolte.

Il GIS ha permesso di elaborare mappe tematiche con le variabili contenute nel database geografico e di effettuare lo studio della distribuzione geografica dei diversi fattori.

L'individuazione della localizzazione geografica dei siti ha consentito di definire le aree comunali presenti nel territorio compreso nei 5 km di raggio da questi ultimi.

Per ogni discarica sono state realizzate mappe tematiche relative a quanto segue:

- collocazione geografica del sito con i comuni circostanti;
- definizione dell'area dal punto di vista altimetrico e idrologico;
- descrizione dell'uso del suolo partendo da una mappa tratta da immagini da satellite (Progetto Corine Land Cover 1995);
- presenza di insediamenti umani (residenziali e industriali), con particolare riferimento ai comuni che ricadono entro i 5 km (Progetto Corine Land Cover 1995);
- presenza di altre discariche e di industrie, con particolare riferimento ai comuni che ricadono entro i 5 km (dati MUD e ANPA).

L'insieme delle mappe tematiche consente di inquadrare il sito di discarica nel proprio contesto ambientale e antropico, individuando, nel limite del possibile in base ai dati reperiti, tutti i potenziali fattori di rischio a cui può essere esposta la popolazione; ciò dovrebbe permettere, ove possibile, una migliore definizione degli studi epidemiologici in quanto vengono evidenziate le vie di esposizione ad alcuni potenziali fattori di rischio, la cui individuazione costituisce sempre un grande problema negli studi epidemiologici di tipo geografico.

Caratterizzazione dell'impianto di discarica

Oltre alla caratterizzazione ambientale del territorio circostante ciascun sito di discarica, lo studio ha preso in considerazione tutto ciò che potesse permettere una valutazione delle modalità gestionali di ciascun impianto e dell'impatto ambientale che il suddetto potesse avere sui comparti aria e acqua. A tal fine, si è provveduto a contattare ASL, PMP, ARPA regionali e gestori dei siti stessi per acquisire risultanze analitiche relative ai suddetti comparti. A questo proposito non poche sono state le difficoltà incontrate: uno degli aspetti limitanti è costituito senz'altro dal fatto che l'attuale normativa vigente sullo smaltimento dei rifiuti non prevede l'obbligo da parte dei gestori degli impianti di effettuare un piano di monitoraggio e di sorveglianza igienico-sanitaria. Inoltre, le indagini condotte dagli Enti territoriali preposti al controllo non sempre sono di facile reperimento. Analogamente non in tutto il territorio nazionale sono disponibili banche dati contenenti sufficienti informazioni in merito all'uso del territorio relativamente alla presenza di aree agricole (con uso o meno di fitofarmaci), aree industriali (con indicazioni delle tipologie di industrie), ecc.

Come si può notare dalla scelta dei siti, c'è una notevole predominanza di siti ubicati nella provincia di Napoli o, comunque del Sud Italia, ciò è dovuto al fatto che, rientrando tali siti in una situazione di "emergenza" dichiarata in base a varie Ordinanze della Presidenza del Consiglio dei Ministri, l'Istituto Superiore di Sanità, che ha fatto parte di due Gruppi di lavoro tecnici preposti alla vigilanza sulla gestione di tali discariche, era già in possesso di numerosi dati ambientali relativi a varie discariche. Inoltre, un'altra motivazione che ha guidato nella scelta di un numero maggiore di siti di discarica ubicati nella Regione Campania, è stata dettata dal fatto che è noto che in quella Regione si siano verificati fenomeni di smaltimento abusivo di rifiuti pericolosi e non.

Come già detto, tale raccolta dati ha interessato i comparti acqua e aria, al fine di valutare le concentrazioni di alcuni parametri considerati significativi eventualmente presenti nelle acque di falda e nel percolato (tra i più frequenti: composti inorganici, metalli, solventi aromatici), e la presenza in aria di polveri e la concentrazione di inquinanti atmosferici.

Per la qualità delle acque di falda sono stati utilizzati dati ottenuti attraverso il prelievo di campioni da pozzi spia appositamente allestiti ed ubicati in posizioni strategicamente significative rispetto alla direzione delle acque di falda e, precisamente, a monte, al centro e a valle del sito di discarica (13, 14). Ai fini del nostro studio, si è ritenuto sufficiente prendere in considerazione solo 2 pozzi ubicati rispettivamente a monte e a valle della discarica; delle concentrazioni dei parametri ricercati è stata calcolata la media per l'intero periodo di monitoraggio, in quanto meglio identifica la reale potenziale esposizione della popolazione in un arco di tempo sufficientemente lungo. Al fine di valutare la qualità di tali acque ispezionate dai pozzi spia della discarica, i valori medi ottenuti sono stati confrontati, in via estremamente cautelativa, con le concentrazioni massime ammissibili per le acque destinate al consumo umano (15-19).

In un modo pressoché simile si è proceduto nella elaborazione dei dati di concentrazione di alcuni parametri riscontrati nel percolato, in modo da verificare la corretta gestione delle discariche. Anche in questo caso, le medie riscontrate nel lungo periodo sono state confrontate con valori ritenuti "normali", nell'ambito della bibliografia di settore, per un percolato di discarica di rifiuti urbani e/o pericolosi (20).

Per quei siti di cui sono stati disponibili dati riguardanti le concentrazioni in aria di polveri e di inquinanti atmosferici, i dati raccolti sono stati valutati anche in relazione ai dati meteorologici.

Di seguito si riporta in forma schematica la caratterizzazione ambientale e i dati relativi ai monitoraggi effettuati, per ciascun sito di discarica preso in considerazione.

Considerazioni conclusive

Prendendo in considerazione quanto emerso dallo studio di caratterizzazione ambientale, sia come conoscenza di ogni potenziale "fonte di rischio" nel territorio circostante ciascun sito di discarica, sia come analisi dei risultati ottenuti elaborando i dati relativi ai monitoraggi delle acque di falda e del percolato, si può concludere che, in via generale, pur con alcune eccezioni, per i siti di discarica presi in considerazione, la presenza di una attività di smaltimento rifiuti non ha un impatto significativo sui comparti ambientali (aria, acqua), anche allorché i dati relativi alle acque sotterranee vengano confrontati ai criteri di qualità fissati per le acque destinate al consumo umano.

Si evidenzia, comunque, che i siti di discarica in studio, nella maggior parte dei casi, sono "siti a norma", cioè allestiti e gestiti secondo gli attuali criteri di legge (11, 12, 21).

Tale caratterizzazione ambientale è stata propedeutica agli studi epidemiologici; solo lo studio che ha affrontato l'"Analisi della mortalità causa specifica in prossimità di impianti per lo smaltimento di rifiuti solidi urbani" ha preso in considerazione tutti i Comuni delle Province di Caserta, Lecce, Modena, Napoli, Pavia, Reggio Emilia, Salerno, Torino, nei quali era presente almeno una discarica censita al 1997. In tale caso non si è potuto procedere ad una caratterizzazione ambientale data la numerosità degli impianti di discarica presenti nelle 8 province in studio.

Bibliografia

1. Vrijheid M. Health Effects of Residence Near Hazardous Waste Landfill Sites: A Review of Epidemiologic Literature. *Environmental Health Perspectives*. 2000;108(Suppl.1):101-12.
2. Stallones L, Nuckols Jr, Berry JK. Surveillance around hazardous waste sites: Geographic Information Systems and reproductive outcomes. *Environmental Research* 1992;59:81-92.
3. US Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). *Biennial Report to Congress: October 17, 1986-September 30, 1988*. Atlanta: ATSDR; 1989.
4. Nayem GR, Greer TW. Female reproductive organs and breast cancer mortality in New Jersey Counties and the relationship with certain environmental variables. *Preventive Medicine* 1985;14:620-35.
5. Vianna NJ, Polan AK. Incidence of low birth weight among Love Canal residents. *Science* 1984;226:1217-19.
6. Griffith J, Duncan RC, Riggan WB, Pellom AC. Cancer mortality in U.S. Counties with hazardous waste sites and ground water pollution. *Archives of Environmental Health* 1989;44(2):69-74.
7. Kharrazi M, Von Behren J, Smith M. A community-based study of adverse pregnancy outcomes near a large hazardous waste landfill in California. *Toxicology and Industrial Health* 1997;13:299-310.
8. Dolk H, Vrijheid M, Armstrong B, Abramsky L, Bianchi F, Garne E, Nelen V, Robert E, Scott JS, Stone D, Tenconi R. Risk of congenital anomalies near hazardous-waste landfill sites in Europe: the EUROHAZCON study. *The Lancet* 1998;352(8):423-27.
9. Vrijheid M, Dolk H, Armstrong B, Abramsky L, Bianchi F, Fazarinc I, Garne E, Ide R, Nelen V, Robert E, Scott JES, Stone D, Tenconi R. Chromosomal congenital anomalies and residence near hazardous waste landfill sites. *The Lancet* 2002;359(26):320-2.
10. Italia. Delibera Interministeriale 27 luglio 1984. Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del DPR 10/9/1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti. *Gazzetta Ufficiale - Supplemento ordinario - Serie Generale* n. 253, 13 settembre 1984.
11. World Health Organisation. Regional Office for Europe-Copenhagen. *Urban solid waste management*. IRIS (Ed.); 1991-1993.
12. Sloan WM. Site selection for new hazardous waste management facilities. *World Health Organisation Regional Publications - European Series*, n.46; 1993.
13. Bellino M, Falleni F, Forte T, Musmeci L. *Valutazione della qualità delle acque profonde in prossimità di impianti di discarica per rifiuti solidi urbani e per rifiuti pericolosi*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 1999. (Rapporti ISTISAN 99/20).
14. Falleni F, Forte T, Musmeci L, Piccardi A, Stacul E, Campobasso C, Terribili D. Individuazione e valutazione dei contaminanti ambientali provenienti da impianti di discarica per rifiuti solidi urbani e assimilabili e per rifiuti pericolosi. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2002. (Rapporti ISTISAN 02/22).
15. Italia. Decreto del Presidente della Repubblica 1988, n. 236. Attuazione della Direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n. 183. *Gazzetta Ufficiale - Serie generale* n. 152, 30 giugno 1988.
16. Italia. Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e delle direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 246, 20 ottobre 2000.

17. Italia. Decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31. Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. *Gazzetta Ufficiale – Serie Generale* n. 52, 3 marzo 2001.
18. Comunità Europea. Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000, n. 60 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. *Gazzetta Ufficiale delle Comunità europee* n. 327, 22 dicembre 2000.
19. Civita M, Giuliano G, Zavatti A. Protezione degli acquiferi ed azioni di risanamento. Alcune esperienze italiane. *Mem. Soc. Geol. It.* 1987;37:311-31.
20. Mehra MC, Mollet VM. Leaching of Chemical Contaminants from Municipal Landfill Site. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 1987;38:775-82.
21. Italia. Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36. Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. *Gazzetta Ufficiale – Supplemento ordinario, Serie generale* n. 59, 12 marzo 2003.
22. Celico P. Idrogeologia dei massicci carbonati delle pianure quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia Centro-Meridionale (Marche e Lazio meridionale Abruzzo Molise e Campania). *Quaderni Cassa Mezzogiorno* 1983;4(2):1-225.
23. Celico F, Celico P. Sui criteri di scelta delle risorse idriche integrative, sostitutive e di emergenza, in Campania. *Atti del 2° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee: metodologia, tecnologia ed obiettivi.* 1995.

DISCARICA BARRICALLA (provincia di Torino)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

La discarica è situata nelle immediate vicinanze della città di Torino. Precisamente, occupa una zona nel territorio del Comune di Collegno, frazione Savonera, ed è prospiciente alla tangenziale Nord di Torino.

L'impianto, inserito in una ex cava di ghiaia, è una discarica controllata di 2^a Categoria di tipo C nella quale vengono smaltiti rifiuti industriali pericolosi allo stato solido.

I principali tipi di rifiuti smaltiti in discarica sono i seguenti: morchie di verniciatura, fanghi da impianti di depurazione biologici e fisico-chimici, terreni provenienti dalla bonifica di suoli contaminati, rifiuti contenenti amianto, scorie di fonderia, polveri da abbattimento fumi, ceneri di pirite.

Il volume complessivo della cava, di 600000 m³, è stato suddiviso in tre separati ed adiacenti lotti, di cui il primo, realizzato nel 1987, e il secondo sono esauriti, ed il terzo è stato attivato nel febbraio 2002.

La frazione Savonera si trova a circa 1000 metri di distanza.

Il conferimento dei rifiuti all'impianto di Barricalla è soggetto ad una procedura di controllo preventivo, con la classificazione e l'omologazione di ciascun tipo di rifiuto.

Il percolato è drenato giornalmente e stoccato in serbatoi di vetroresina, dotati di apparecchiature per l'abbattimento delle emissioni. Periodicamente, esso viene inviato allo smaltimento presso impianti esterni autorizzati.

All'interno dell'impianto e nelle sue vicinanze è attiva una rete di sorveglianza ambientale per il controllo di falde idriche, atmosfera e suolo.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La descrizione del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto è sintetizzata in Figura 1. In particolare, l'area compresa nel cerchio di raggio 5 km dalla discarica è caratterizzata in gran parte dalla presenza di un tessuto urbano piuttosto esteso e di zone agricole; è importante sottolineare inoltre la presenza di numerose aree industriali e di alcune aree verdi e ricreative, soprattutto a ridosso del Comune di Torino.

Per quanto riguarda le attività industriali presenti nel territorio vengono di seguito elencate quelle comprese nel raggio di 5 km dalla discarica:

Comune Arignano: Industria elettrotecnica ed elettronica;

Comune Borgaro Torinese: Industria dei metalli non ferrosi; industria vetraria;

Comune Collegno: Industrie detersivi e candeggianti; industrie alimentari; industrie autoveicoli; industrie chimiche; industria elettrotecnica ed elettronica; industria meccanica; industria pile ed accumulatori;

Comune Druento: Industria elettrotecnica ed elettronica; industrie pigmenti, mordenti e smalti;

- Comune Grugliasco: Industria autoveicoli; industria farmaceutica; industria pigmenti, mordenti e smalti; industria pile ed accumulatori;
 Comune Pianezza: Industria autoveicoli;
 Comune Rivoli: Industria elettrotecnica ed elettronica; industria meccanica; industria di tubi e condutture;
 Comune Torino: Industria antiparassitari; apparecchiature scientifiche; industria aeronautica; industria alimentare; industria autoveicoli; industria chimica; industria conciaria; industria cosmetica; industria metalli non ferrosi; industria gomma; industria plastica; industria elettrotecnica ed elettronica.

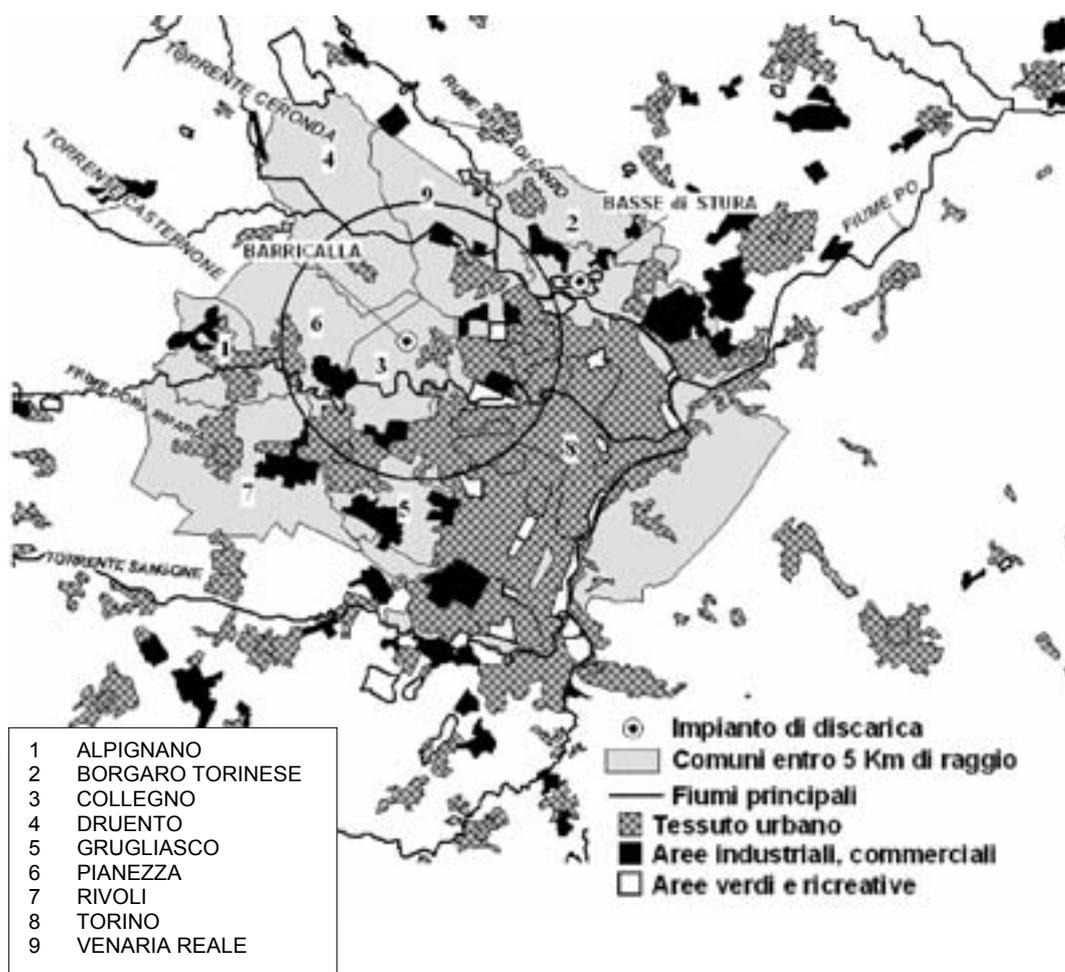


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Da quanto sopra detto si può dedurre che nell'area di interesse vi sono molteplici fonti di potenziale rischio, in quanto tra le industrie elencate vi sono anche industrie chimiche, farmaceutiche, metalli non ferrosi, ecc., le quali possono emettere numerose sostanze chimiche anche tossiche.

Per quanto concerne la presenza di ulteriori discariche, nell'area di interesse vi sono:
 Comune Collegno: 1 discarica per Rifiuti Solidi Urbani (RSU) chiusa prima del 1999;
 Comune Pianezza: erano presenti fino al 1999 cinque discariche sia per rifiuti urbani che per rifiuti inerti. Dal 1999 ne è rimasta solo una in attività;
 Comune Torino: fino al 1999 erano attive altre 4 discariche sia per rifiuti urbani che per rifiuti inerti. Dal 1999 è rimasta in attività una sola discarica per rifiuti.

Tra le discariche presenti nell'area di interesse si sottolinea quella situata in località Basse di Stura, indicata in Figura 1 subito all'esterno dell'area dei 5 km dall'impianto di Barricalla, poiché una delle linee di ricerca presenti in questo rapporto ha condotto uno studio di mortalità nel territorio circostante ambedue i suddetti impianti.

L'impianto di Basse di Stura verrà descritto successivamente.

Qualità aria

La qualità dell'aria in prossimità dell'impianto in studio è stata studiata attraverso modelli matematici utilizzati dal gestore, i quali assemblano i dati di sostanze aerodisperse con i dati meteo. Lo studio si riferisce a 2 periodi differenti (18,19 giugno 2001 e 18 giugno – 3 luglio 2001 e vengono prese in considerazione le polveri PM_{10} e le Deposizioni).

Nell'area studiata, le polveri fini PM_{10} da un massimo di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si abbattano a valori sotto $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le Deposizioni secche da un massimo di $200 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$ a valori sotto $10 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$.

Nel 2° periodo di monitoraggio i valori massimi raggiunti interessano principalmente l'area della discarica e zone limitrofe.

Data la particolare posizione geografica dell'impianto, che è circondato da arterie stradali ad alto scorrimento, è stato preventivamente effettuato un programma di campionamento atto a discriminare i contributi emissivi delle arterie stradali e delle attività antropiche tipiche dell'area di interesse (definito "bianco ambientale") da quelli emissivi dovuti alla sola attività di smaltimento.

Qualità acque di falda

Per la discarica di Barricalla nella Tabella 1 vengono presentati i dati analitici relativi alle acque sotterranee ispezionate tramite due pozzi spia (S3b a monte dell'area di discarica fino al 1998; dal 1999, S4; S6 a valle dell'area stessa). Tali pozzi sono da ritenersi rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento di rifiuti speciali e pericolosi può avere sulla qualità delle acque sotterranee (Figura 2).

Poiché la discarica in oggetto riceve rifiuti speciali e pericolosi, come sopra detto, per tale discarica si riportano gli andamenti relativi ad un set di parametri maggiori rispetto a quelli ricercati per le altre tipologie di discariche che smaltiscono unicamente rifiuti urbani o speciali non pericolosi. Il monitoraggio effettuato sul comparto acque sotterranee riguarda il periodo che va dal 1994 al 2001. Inoltre, dal 1994 al 1998 il monitoraggio sul comparto acque sotterranee ha avuto una frequenza mensile, mentre per gli anni 1999-2001 la frequenza è stata bimestrale.

Per quanto riguarda l'andamento delle concentrazioni a monte ed a valle della discarica relativamente ai singoli parametri considerati si osserva che esso, per tutti i parametri considerati, è confrontabile. Quindi, si può dedurre che non sussiste un impatto sul comparto acque dovuto all'attività di discarica. Peraltro, nell'area di interesse l'utilizzo delle acque ispezionate dai pozzi spia è unicamente di tipo irriguo. In ogni caso, la qualità di tali acque risponde, in generale, ai criteri di qualità fissati per le acque destinate al consumo umano, quindi più che rispondenti anche agli standard di qualità delle acque utilizzate a scopi irrigui.

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 7 anni

Parametro	Valore medio		Parametro	Valore medio	
	S3 bis monte	S6 valle		S3 bis monte	S6 valle
Conducibilità elettrica (μScm)	732,64	704,16	Manganese ($\mu\text{g/l}$)	3,67	4,36
Cloruri (mg/l)	17,29	14,70	Zinco ($\mu\text{g/l}$)	12,11	16,21
Nitrati (mg/l)	17,52	17,38	Nichel ($\mu\text{g/l}$)	2,94	2,38
Solfati (mg/l)	127,94	116,08	Mercurio ($\mu\text{g/l}$)	0,59	0,56
Ferro ($\mu\text{g/l}$)	25,15	25,85	Arsenico ($\mu\text{g/l}$)	1,19	1,20
Cadmio ($\mu\text{g/l}$)	0,43	0,39	Solventi aromatici ($\mu\text{g/l}$)	1,39	1,36
Cromo ($\mu\text{g/l}$)	2,87	3,12	Solventi clorurati ($\mu\text{g/l}$)	0,68	0,98
Piombo ($\mu\text{g/l}$)	1,60	1,62	Fenoli ($\mu\text{g/l}$)	6,85	5,19
Alluminio (mg/l)	12,07	13,19	Idrocarburi disciolti ($\mu\text{g/l}$)	5,79	8,38
Magnesio (mg/l)	34,11	30,42	IPA ($\mu\text{g/l}$)	0,08	0,08
Potassio (mg/l)	3,17	5,36	Antiparassitari ($\mu\text{g/l}$)	0,04	0,04
Rame ($\mu\text{g/l}$)	7,05	7,29	PCB ($\mu\text{g/l}$)	0,07	0,07

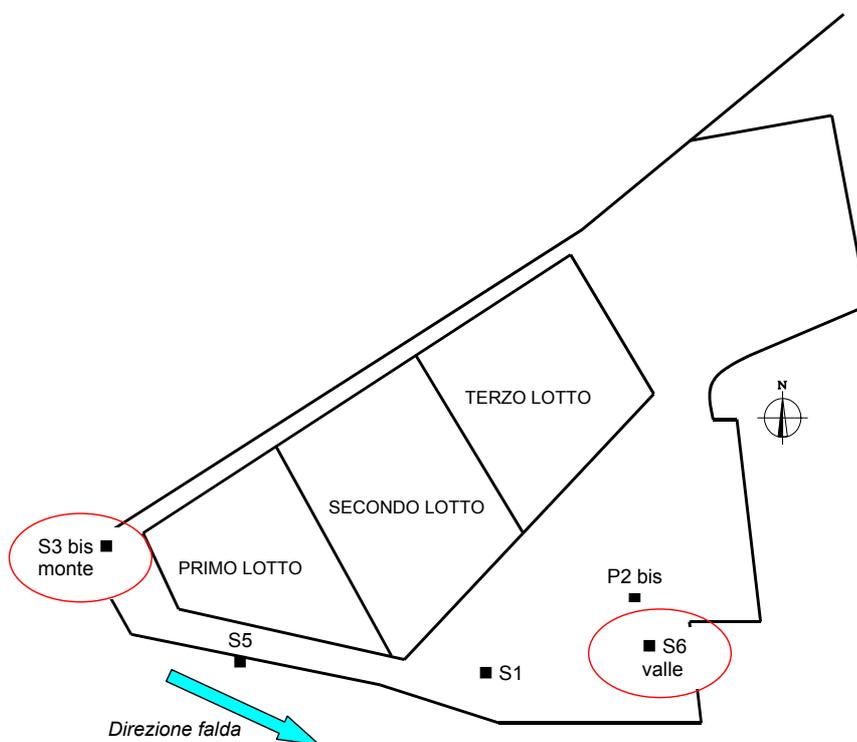


Figura 2. Schema dell'impianto Barricalla e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

DISCARICA BASSE DI STURA (Comune di Torino)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

La località Basse di Stura, Comune di Torino, (Figura 1) è stata sede di discarica già precedentemente agli anni '70 per lo smaltimento dei rifiuti urbani prodotti dalla città di Torino; questa vecchia discarica risulta chiusa da alcuni decenni e si stima una volumetria di circa 5000000 di m³ di rifiuti.

La nuova discarica è costituita da diversi lotti che hanno avuto periodi di attività diversi uno dall'altro a partire dal 1983 fino a marzo 2002.

La superficie di ciascun lotto varia da circa 30000 m² a più di 100000 m², per una volumetria compresa tra 100000 m³ e 2800000 m³.

I rifiuti che vengono smaltiti prevalentemente sono i rifiuti urbani e i rifiuti speciali assimilabili agli urbani; in particolare, il lotto 3 riceve, oltre ai suddetti rifiuti, anche fanghi provenienti da impianti di depurazione di acque civili.

Il percolato viene estratto da ogni lotto di discarica, comprensivo della vecchia discarica, e immesso in un condotto fognario che confluisce i reflui raccolti ad un impianto di omogeneizzazione. Tale impianto, tramite collettore fognario, conferisce a sua volta i reflui all'impianto per il trattamento di acque reflue a servizio della città di Torino.

Non si effettua un monitoraggio del comparto aria (monitoraggio del resto non previsto dalla normativa tecnica attualmente vigente in materia di discariche, Delibera Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984), ma si procede ad un regolare controllo di gestione delle sorgenti di emissioni connesse alla produzione del biogas e alla verifica della loro efficienza.

DISCARICA ECOLOMBARDIA (provincia di Pavia)

Dati descrittivi dell'impianto

L'area di discarica è situata in due ex cave di argilla, con una volumetria complessiva di circa 1.200.000 m³. L'attività di discarica è iniziata nel 1984 ed attualmente è parzialmente esaurita (primi 3 lotti) e un ultimo lotto è in attività.

Sono stati ad oggi smaltiti circa 1.800.000 tonnellate di rifiuti industriali.

La discarica è di tipologia 2B, cioè può ricevere rifiuti speciali e pericolosi di origine industriale, a prevalente matrice inorganica. La discarica è dotata di sistema di captazione del percolato.

I rifiuti industriali globalmente smaltiti nel periodo di effettuazione della presente indagine sono mediamente costituiti da:

- 60% rifiuti inertizzati
- 25% rifiuti costituiti da fanghi filtropressati da grossi impianti di depurazione
- 8% rifiuti costituiti da fango acciaierie
- 7% rifiuti contenenti asbesto (amianto, eternit).

Il controllo sull'attività della discarica è demandato dalla Regione Lombardia, ente che rilascia le autorizzazioni, alla provincia di Pavia.

Semestralmente i funzionari preposti dalla provincia di Pavia ed i funzionari della ASL, ora ARPA di Pavia, hanno provveduto a campionare ed analizzare le acque di falda, i rifiuti abbancati ed il percolato, dal momento dell'esaurimento dei volumi la frequenza dei controlli è diventata trimestrale per le acque di falda e semestrale per il percolato prodotto dalla discarica stessa.

Fino ad oggi non sono mai state rilevate situazioni difformi dalle prescrizioni delle autorizzazioni e non si sono mai evidenziate situazioni di pericolo ambientale correlate all'esistenza della discarica sul territorio comunale.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

Il sito di discarica attualmente in attività è posto all'estremità occidentale del territorio comunale di Cervesina, a ridosso del confine con il Comune di Voghera e a poche centinaia di metri dal territorio comunale di Corana, nella provincia di Pavia.

Esso dista, in linea d'aria, circa 3 km da Cervesina.

L'abitato più prossimo all'impianto è quello di San Gaudenzio posto ad una distanza minima di 650 m; Torre Menapace e Oriolo distano invece rispettivamente 1250 m e 1450 m dall'impianto.

La discarica è situata in un'area pianeggiante.

Come sintetizzato in Figura 1, il territorio circostante il sito di discarica ha uno sviluppo prevalentemente agricolo; il tessuto urbano relativo ai comuni compresi nell'area di interesse è piuttosto limitato.

Riguardo alla presenza di potenziali “fonti di rischio” si rileva che, nei pressi dell’area di interesse, ma in maggioranza fuori del raggio di 5 km, si hanno vari insediamenti industriali: industrie di fertilizzanti, autoveicoli, meccaniche, carpenterie, alimentari, industrie per la produzione di pigmenti.

Inoltre, nei comuni di Cervesina e di Casei Gerola, dalla dichiarazione MUD 97 risulta presente una discarica per ciascuno dei suddetti comuni.

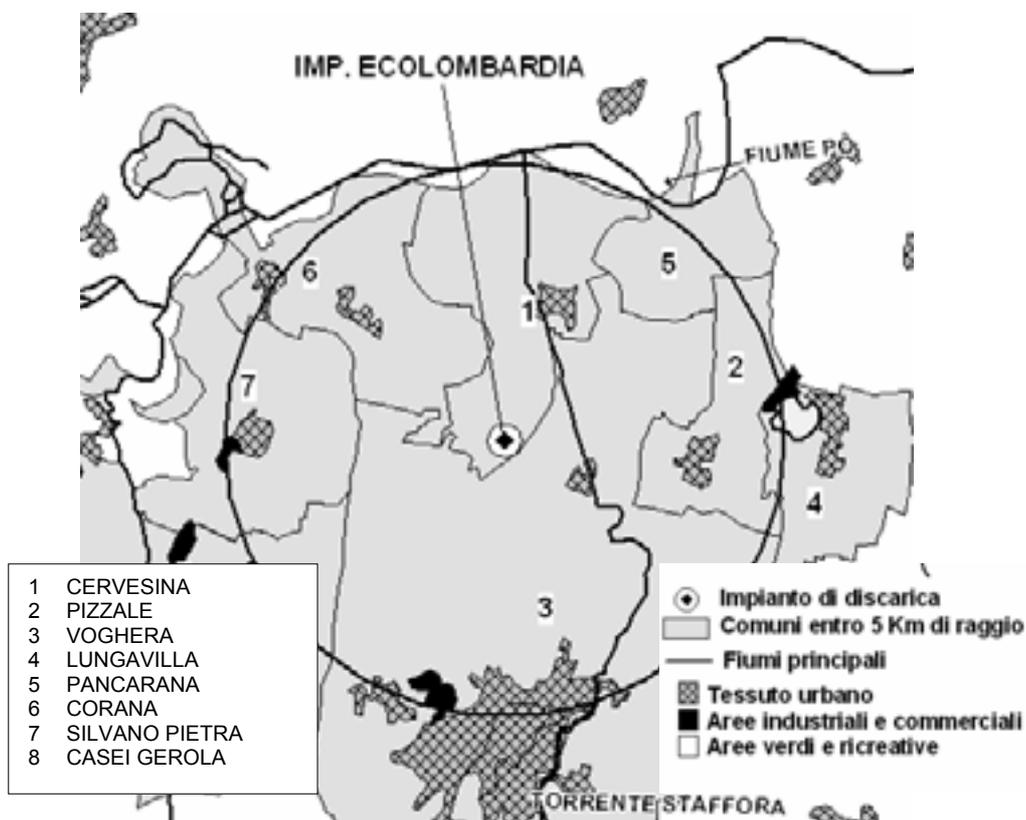


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l’impianto

Qualità aria

Sono state condotte varie indagini tecniche allo scopo di pervenire ad un giudizio sulla qualità dell’aria nel territorio comunale di Cervesina. A tal fine, si sono predisposte tre postazioni di campionamento: una situata dentro il perimetro della discarica (postazione 1), un’altra in zona centrale del paese di Cervesina (postazione 2) e il terzo punto posto tra i due precedenti in località S. Gaudenzio (postazione 3).

Lo studio si è svolto nel periodo 1992-1993 ed ha preso in considerazione anche l’andamento dei venti della zona. Ciascun prelievo di aria è stato condotto per 24 ore continue.

I risultati delle determinazioni chimico-fisiche effettuate sui campioni di aria prelevati nelle postazioni prescelte vengono presentati nelle Figure 2 e 3 e riguardano quattro parametri tra i

più significativi, in quanto Piombo, Cadmio e Cromo sono tra gli inquinanti aerodispersi più diffusi e le polveri costituiscono un veicolo importante per altri inquinanti.

Osservando gli andamenti di distribuzione dei contaminanti nell'aria atmosferica, si rileva una netta prevalenza delle ricadute più vicine alle sorgenti di possibile contaminazione atmosferica: i valori di concentrazione degli inquinanti risultano, infatti, più elevati solo in prossimità della discarica (postazione 1), facendo quindi prevedere una buona qualità dell'aria al di fuori del perimetro della discarica.

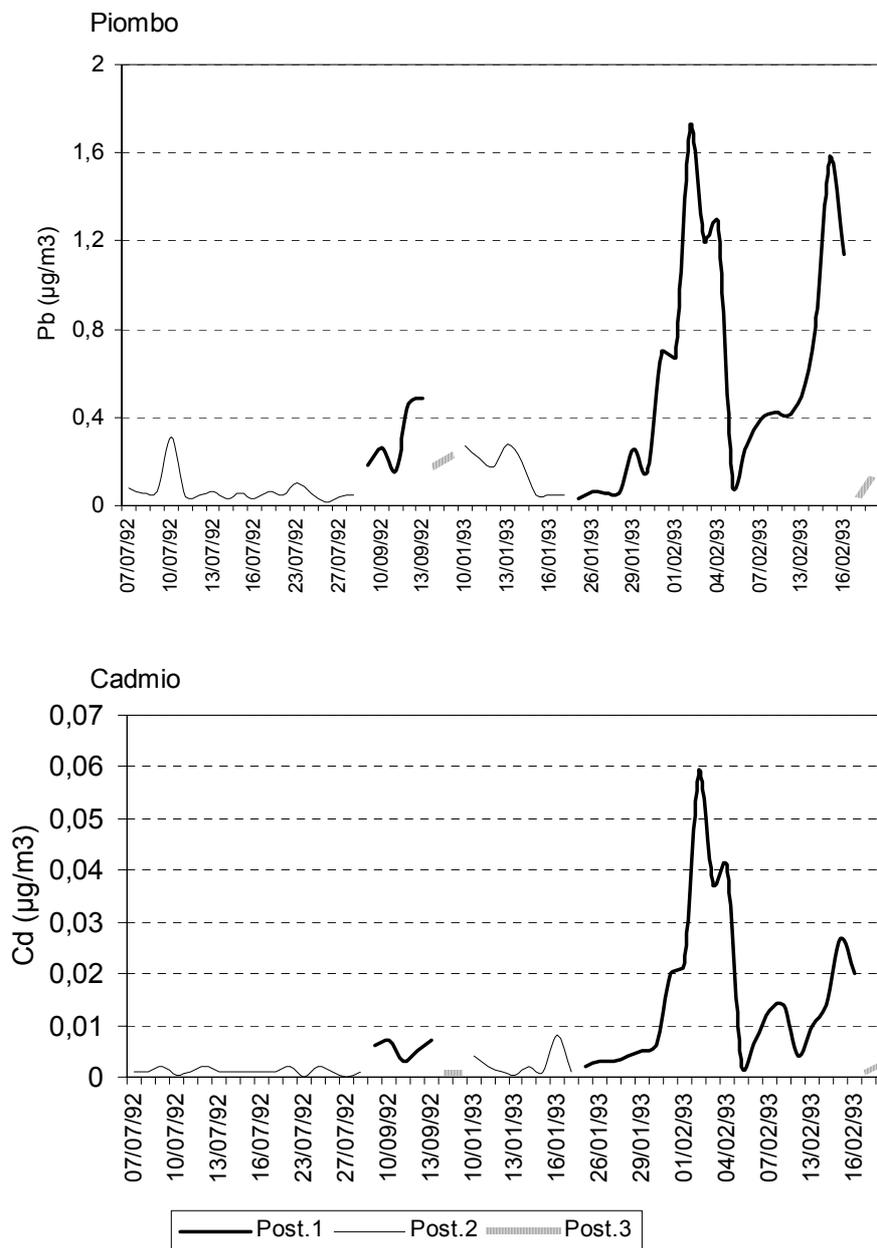


Figura 2. Andamenti di inquinanti aerodispersi (piombo e cadmio) in campioni prelevati nelle tre postazioni nel territorio comunale di Cervestina

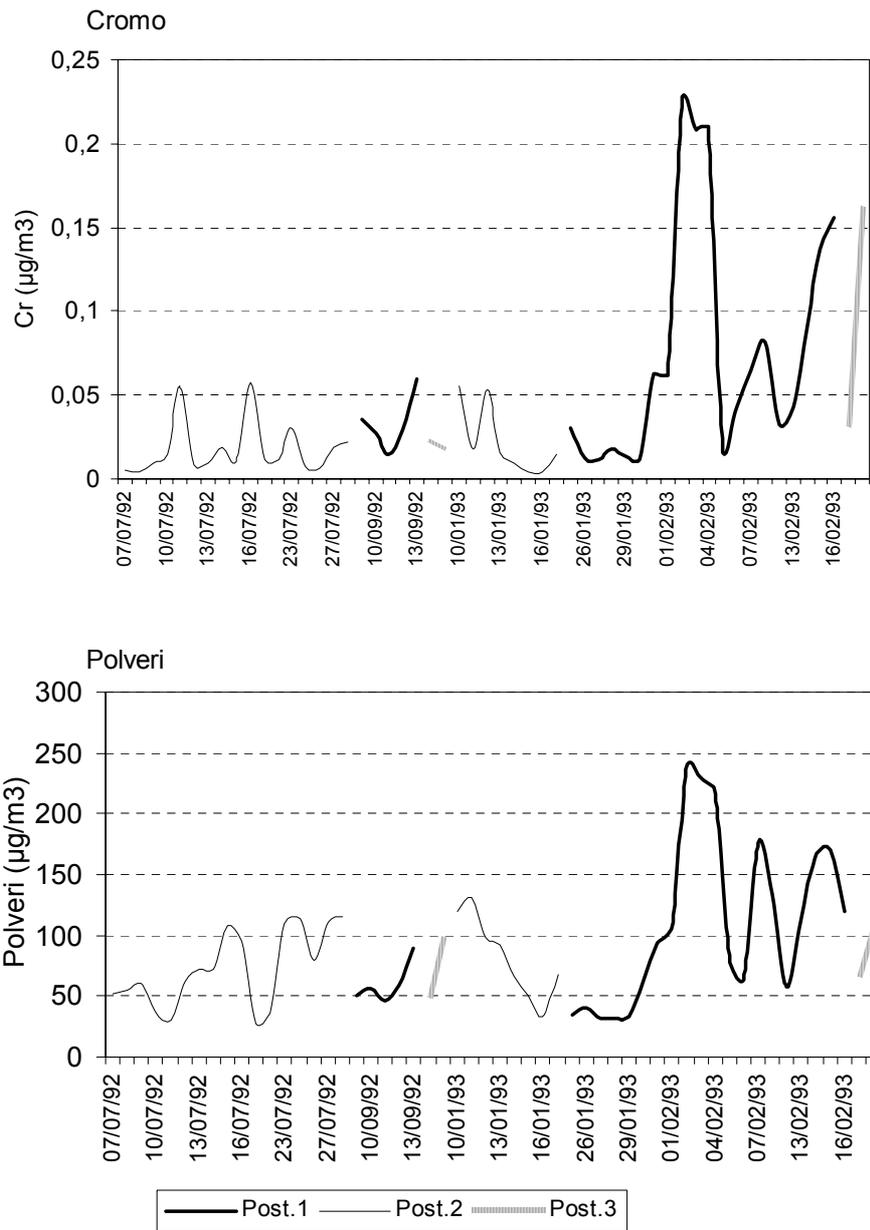


Figura 3. Andamenti di inquinanti aerodispersi (cromo e polveri) in campioni prelevati nelle tre postazioni nel territorio comunale di Cervésina

Qualità acque di falda

La discarica Ecolombardia è dotata di tre piezometri di controllo della falda acquifera: uno a monte, uno all'interno della discarica, uno a valle rispetto alla direzione del flusso di falda.

I parametri monitorati nelle acque profonde sono: pH, Conducibilità Elettrica; Nitrati; Cloruri; Solfati; Potassio; Magnesio; Alluminio; Cadmio; Cromo; Rame; Ferro; Manganese;

Nichel; Piombo; Zinco; Solventi Clorurati; Solventi Aromatici; Cloruro di Metilene; Cloroformio; Trielina; Percloroetilene; Tricloroetano; Tetracloruro di Carbonio (Tabella 1).

In Figura 4 vengono riportate le ubicazioni dei pozzi per la captazione delle acque di falda, mentre la Tabella 1 riporta le concentrazioni medie dei parametri ricercati: è stata calcolata la media per l'intero periodo del monitoraggio (anni 16, dal 1984 al 2000) in quanto meglio identifica la potenziale esposizione della popolazione in un arco di tempo sufficientemente lungo. Nell'area di interesse vi sono anche pozzi che alimentano l'acquedotto, tuttavia essi captano dalla falda profonda, mentre le acque ispezionate dai pozzi spia della discarica sono quelle della 1ª falda. Quest'ultima, invece, potrebbe essere utilizzata per scopi irrigui, e, quindi, si potrebbe ipotizzare un'esposizione indiretta della popolazione.

Dalla suddetta Tabella si evince che in generale le concentrazioni dei vari parametri ricercati tra monte e valle sono confrontabili, mentre si riscontra un lieve incremento a valle per: Zinco; Cloruro di Metilene; Cloroformio; Trielina; Percloroetilene e Tricloroetano.

Al fine di valutare la qualità di tali acque ispezionate dai pozzi spia della discarica se, in via estremamente cautelativa, si confrontano i valori medi ottenuti con le concentrazioni massime ammissibili per le acque destinate al consumo umano, si può affermare che la generalità dei parametri rientrano nei limiti ammissibili.

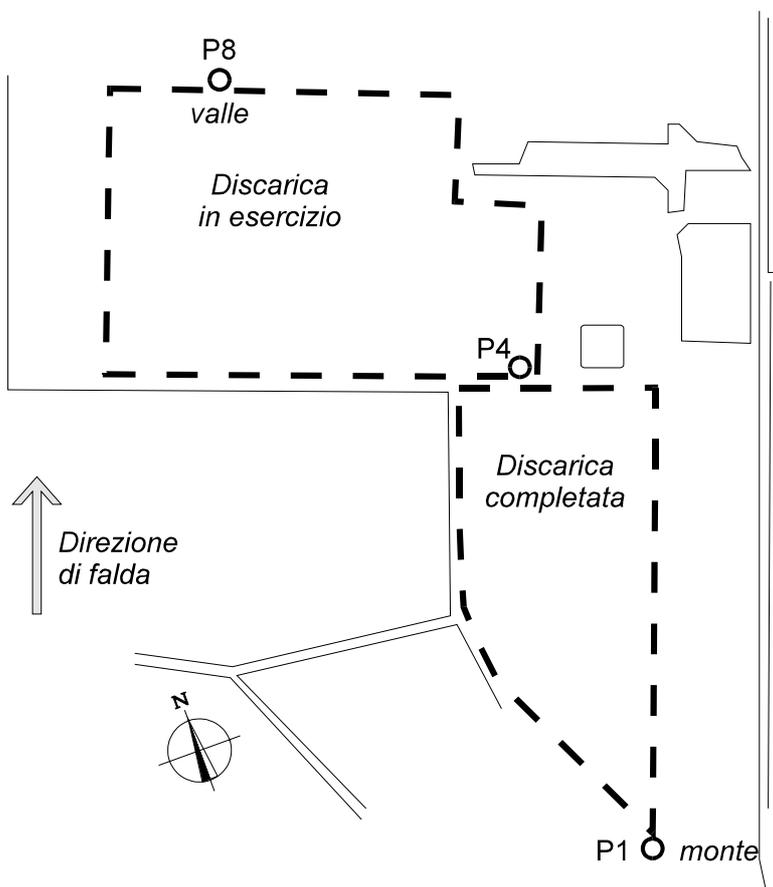


Figura 4. Schema dell'impianto Ecolombardia e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 16 anni

Parametro	Valore medio	
	pozzo P1 monte	pozzo P8 valle
PH	7,14	7,21
Conducibilità elettrica (μScm)	1060,44	995,43
Nitrati (mg/l)	52,44	40,97
Cloruri (mg/l)	42,73	41,29
Solfati (mg/l)	143,85	126,96
Potassio (mg/l)	4,6	4,8
Magnesio (mg/l)	50,67	48,08
Alluminio (mg/l)	0,04	0,02
Cadmio ($\mu\text{g/l}$)	3,89	1,35
Cromo ($\mu\text{g/l}$)	9,02	318,86
Rame ($\mu\text{g/l}$)	15,17	5
Ferro ($\mu\text{g/l}$)	90,78	47,83
Manganese ($\mu\text{g/l}$)	162,54	13,48
Nichel ($\mu\text{g/l}$)	27,74	18,26
Piombo ($\mu\text{g/l}$)	26	5
Zinco ($\mu\text{g/l}$)	40,47	295,47
Solventi clorurati ($\mu\text{g/l}$)	1,05	0,13
Solventi aromatici ($\mu\text{g/l}$)	0,64	0,01
Cloruro di Metilene ($\mu\text{g/l}$)	5,19	10
Cloroformio ($\mu\text{g/l}$)	0,47	1
Trielina ($\mu\text{g/l}$)	0,45	1
Percloroetilene ($\mu\text{g/l}$)	0,14	
Tricloroetano ($\mu\text{g/l}$)	0,46	1
Tetracloruro di carbonio ($\mu\text{g/l}$)	0,1	0,1

DISCARICA MODENA (provincia di Modena)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

La discarica di Modena, sita in Via Caruso, occupa un'area di circa m² 715000, ed è posta 4 km a NE della città di Modena, a circa m 900 dal fiume Panaro, a nord del comparto Torrazzi, e a est della frazione Navicello, lungo la via Nonantolana.

Nell'area polifunzionale sono allocati i seguenti impianti:

- n. 4 discariche di 1^a Categoria per rifiuti urbani e speciali assimilabili, delle quali le tre dismesse, ed una in esercizio;
- n. 1 discarica di 2^a Categoria Tipo B "super", per lo stoccaggio definitivo delle scorie dell'inceneritore RSU (Rifiuti Solidi Urbani);
- l'impianto "Soliroc" di innocuizzazione per incapsulamento in matrice cementizia, di rifiuti industriali (ex tossici e nocivi) a matrice inorganica, in esercizio dal 1987;
- fanghi ceramici;
- rifiuti di galvanica;
- polverini di elettrofiltro;
- acidi e calci esausti;
- n. 2 discariche di 2^a Categoria Tipo B per i silicati inertizzati derivanti dal ciclo di trattamento anzidetto, una delle quali dismessa e l'altra tuttora in attività;
- n. 2 impianti chimico fisici per il trattamento di rifiuti industriali allo stato liquido, e dei reflui dell'area impiantistica.

Tutti gli impianti di discarica sono dotati di sistema di captazione del percolato.

La natura dei rifiuti avviati allo stoccaggio definitivo presso gli impianti di discarica successivamente esercitati nell'area impiantistica di Via Caruso è dettagliatamente conosciuta solo da quando in attuazione delle disposizioni legislative dei primi anni '80 è divenuta prassi operativa la registrazione dei conferimenti.

Dalle ricostruzioni documentali e dai sondaggi compiuti, per quanto riguarda una partizione grossolana tra macro- categorie di rifiuti si può affermare che:

- RSU	30-37%
- Fanghi biologici	8,5%
- RSA	23-26%
- Inerti	30-39%
- Scorie IRSU	1,3-3%
- Quantità totale (ton)	3.800.000

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche dell'area circostante l'impianto

Data la localizzazione dell'impianto in un'area pianeggiante, il territorio circostante il sito di discarica ha un uso prevalentemente agricolo. In particolare, nell'area di interesse compresa nel raggio di 5 km dalla discarica, si osserva che, lì dove non sono presenti terreni agricoli, il territorio è occupato da insediamenti urbani e da aree industriali e commerciali; piccole aree

sono inoltre destinate a zone verdi e ricreative. Una descrizione sintetica dell'uso del territorio viene riportata in Figura 1.

Le principali industrie presenti nell'area di interesse sono: industrie chimiche, elettrotecniche, elettroniche, meccaniche, alimentari e industrie ceramiche, tutte comprese nel comune di Modena. Inoltre, sempre nello stesso comune e nel comune di Castelfranco Emilia, dalle dichiarazioni MUD 1997 e MUD 1999, si evidenzia la presenza di altre discariche.

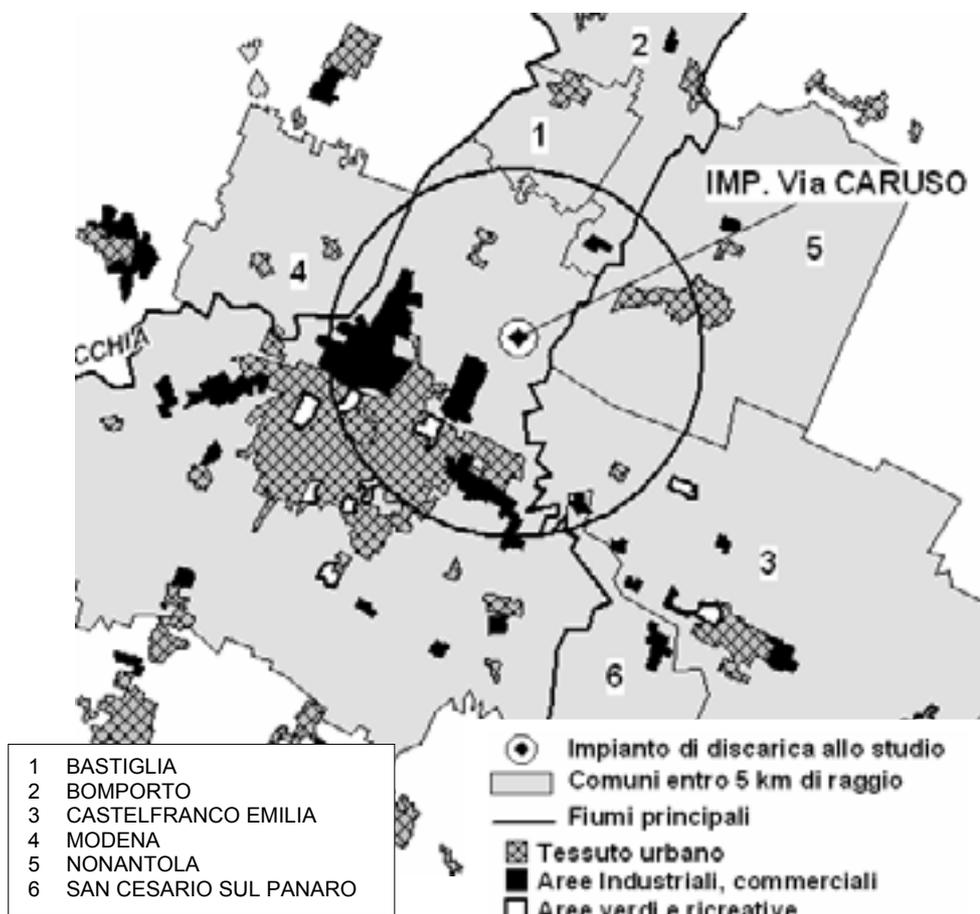


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Qualità acque di falda

Per la discarica di Modena, nella Tabella 1, vengono presentati i dati analitici relativi alle acque sotterranee ispezionate tramite due pozzi spia (P10, a monte dell'area di discarica; P2, a valle dell'area di discarica).

Il monitoraggio effettuato sul comparto acque sotterranee riguarda il periodo che va da marzo 1987 a luglio 2001. I pozzi scelti per tale studio, la cui ubicazione è riportata in Figura 2, sono da ritenersi rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto dell'attività di smaltimento

rifiuti urbani, speciali assimilabili e dei rifiuti industriali (costituiti da scorie dell'inceneritore di RSU).

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 14 anni

Parametro	Valore medio	
	pozzo 10 monte	pozzo 2 valle
pH	7,26	7,05
Conducibilità elettrica (µScm)	1210	1407
Cloruri (mg/l)	101,6	71,8
Nitrati (mg/l)	4,18	5,57
Solfati (mg/l)	113,27	9,37
Ammoniaca (mg/l)	3,06	7,56
COD (mg/l O ₂)	29,6	46,8
Potassio (mg/l)	1,37	1,92
Manganese (mg/l)	0,82	0,55
Ferro (mg/l)	1,73	2,55
Piombo (mg/l)	0,02	0,02
Zinco (mg/l)	0,18	0,25
Rame (mg/l)	0,02	0,02
Cadmio (mg/l)	0,01	0,01
Cromo (mg/l)	0,01	0,01
Nichel (mg/l)	0,01	0,01
Solventi clorurati (ppb)	0,35	1,86
Solventi aromatici (ppb)	0,01	0,01

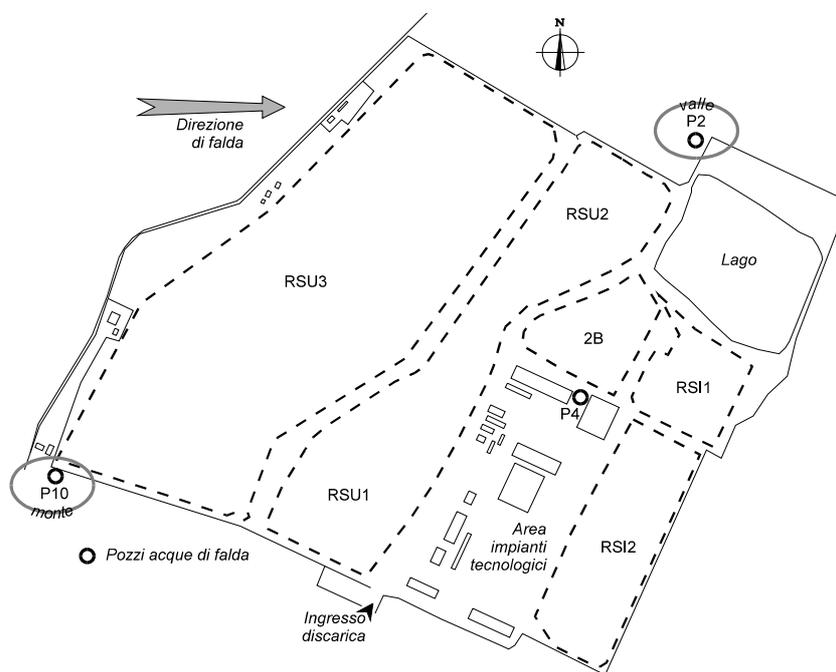


Figura 2. Schema dell'impianto di Modena e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

In particolare, per l'intero periodo di monitoraggio, sono stati forniti dati relativi ai seguenti parametri: Conducibilità Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ammoniaca, COD, Potassio, Manganese, Ferro, Piombo, Zinco, Rame, Cadmio, Cromo, Nichel, Solventi Clorurati, Solventi Aromatici. La frequenza del monitoraggio per gli anni 1987, 1988, 1989 è stata pressoché mensile mentre per gli anni dal 1990 al 2001 la frequenza del monitoraggio varia, da una periodicità quadrimestrale ad una semestrale.

Nella Tabella I viene riportata unicamente la concentrazione media dei parametri ricercati nel periodo 1987-2001, ciò in quanto tale rappresentazione meglio identifica la potenziale esposizione della popolazione in un arco di tempo sufficientemente lungo. Le acque di falda ispezionate dai due pozzi spia non vengono utilizzate a scopo potabile; data la presenza di aree agricole nell'intorno della discarica, esse potrebbero però essere potenzialmente utilizzate a scopo irriguo. Al fine di valutare la qualità di tali acque ispezionate dai pozzi spia della discarica, se, in via estremamente cautelativa, si confrontano i valori medi ottenuti con le concentrazioni massime ammissibili per le acque destinate al consumo umano, si può affermare che si ha qualche superamento per i parametri Conducibilità Elettrica e Cloruri: tali parametri sono, tuttavia, di scarsa importanza igienico-sanitaria. Se, invece, si paragonano le concentrazioni riscontrate nelle acque del pozzo spia collocato a monte della discarica, rispetto alle linee di deflusso delle acque profonde, ed a valle, si può osservare che si hanno maggiori concentrazioni a valle per i parametri Ammoniaca, COD, Ferro e Solventi Clorurati. Tali incrementi di concentrazione a valle dell'area di discarica potrebbero essere ascrivibili alla vecchie discariche situate sempre nell'area di via Caruso e non dotate degli idonei presidi ambientali tecnologici di legge, in quanto preesistenti alla prima normativa in materia di costruzione e gestione delle discariche (Delibera Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984).

È d'uopo sottolineare, tuttavia, che l'area del Comune di Modena e zona limitrofa è caratterizzata da un indice medio di "vulnerabilità degli acquiferi" e quindi si può desumere che le acque delle falde più profonde, utilizzate a scopi potabili, non siano state alterate.

DISCARICHE DI RIO VIGNE E DI RIO RIAZZONE (provincia di Reggio Emilia)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

Il polo di discariche controllate per RSU (Rifiuti Solidi Urbani) ed assimilabili di Rio Vigne e di Rio Riazzo (Comune di Castellarano-Reggio Emilia) è suddiviso in tre bacini distinti tra loro, che sono stati attivati in modo sequenziale a partire dal 1983 (Rio Vigne I ramo, Rio Vigne II ramo e Rio Riazzo). Il sito in esame, nell'ambito di un raggio di circa 3 km, interessa una popolazione di circa 45.000 abitanti, nei comuni di Scandiano, Casalgrande, S. Ruffino e altre piccole frazioni. Il paese di S. Ruffino (quello più vicino) dista circa 2,5 km per via stradale e circa 1,5 km per via aerea. La capacità totale del polo di discariche è di circa 3.000.000 m³, di cui una parte in attività; in esse vengono smaltiti RSU del Comune di Reggio Emilia e di alcuni comuni della fascia pedecollinare della provincia di Reggio Emilia. Vengono inoltre smaltiti i rifiuti speciali assimilabili agli urbani provenienti da attività artigianali ed industriali limitrofe. La discarica è dotata di un sistema di utilizzo del biogas e di un sistema di raccolta del percolato. La discarica viene monitorata costantemente, sia per la matrice acqua che aria.

All'interno della discarica è stata installata nel 1996 una centralina meteorologica che rileva con appositi sensori la temperatura, l'umidità e la pioggia con registrazione ogni minuto.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica è ubicata in area collinare, in prossimità del fiume Secchia.

Nella zona limitrofa alla discarica l'attività è prevalentemente di tipo agricolo e vi è la presenza di numerose aziende con allevamenti di suini e bovini.

In Figura 1 viene presentata una sintesi dell'uso del territorio compreso nel raggio di 5 km dalla discarica; si può evidenziare che, mentre la maggior parte del territorio è occupato da zone agricole, boschive e pascoli, per il resto si rileva la presenza di insediamenti urbani e di alcune aree industriali: in particolare, nei comuni di Castellarano, Scandiano, Casalgrande e Sassuolo sono molto sviluppate l'industria ceramica, l'industria per la produzione dei pigmenti, mordenti e smalti, l'industria dei fertilizzanti.

Circa la presenza di potenziali altre "fonti di rischio" nell'area di interesse, dalla dichiarazione MUD 97, si rileva la presenza di discariche nei comuni di Castellarano, Casalgrande, Sassuolo.



Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Qualità aria

Si fa riferimento allo studio descritto nella pubblicazione dell'ARPA Provincia di Reggio Emilia "Aggiornamento del piano infraregionale di smaltimento dei rifiuti urbani di Reggio Emilia" – Bologna, marzo 2001.

Il monitoraggio sulla qualità dell'aria nell'intorno della discarica è stato esteso, rispetto alle normali campagne, anche alle sostanze odorogene.

In Tabella 1 sono riportati i dati ricavati dai controlli effettuati sull'aria rapportate alla concentrazione minima di soglia olfattiva, concentrazione al di sopra della quale l'odore per ogni singola sostanza è percettibile.

A valle della discarica sono presenti alcune sostanze riconducibili alle emissioni della stessa ma in concentrazioni nei limiti di qualità dell'aria presi in considerazione dall'Organizzazione Mondiale della Sanità e dalla normativa italiana (obiettivi di qualità).

Alcuni composti clorurati, presenti in tracce, non sono percepiti in quanto presentano una soglia olfattiva molto elevata rispetto alla concentrazione rilevata.

Per quanto riguarda gli idrocarburi, (benzene, xilene, ecc.) l'impatto della discarica è prevalentemente indiretto, non tanto cioè derivante dal biogas, quanto piuttosto dal traffico indotto dall'attività di smaltimento.

Tabella 1. Monitoraggio dell'aria. Le concentrazioni sono espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Composto	Curva S.Ruffino	Ingresso discarica		Soglia olfattiva minima
		<i>mattino</i>	<i>sera</i>	
2metilpentano	204	92	130	288,6
n-esano	79	29	44	
Metil ciclopentano	76	32	56	
Acetone	204	92	130	47460
Benzene	23	15	18	450
Toluene	285	110	225	8020
Xilene	193	185	165	340
Etanolo	16	9	12	
3 metil pentano	87	42	53	
Clorofomio	4	5	20	250000
Tricloroetilene	13	6	12	1134
Tetracloroetilene	8	4	6	31350

In Figura 2 viene riportato in modo schematico l'indicazione del punto di rilevamento, le direzioni dei venti prevalenti. Come è possibile evincere da tale figura, la popolazione situata a Nord della discarica di Rio Riazzone è interessata per un numero di ore maggiore dalle emissioni della discarica stessa (infatti il punto di rilevamento è situato a Nord della discarica).

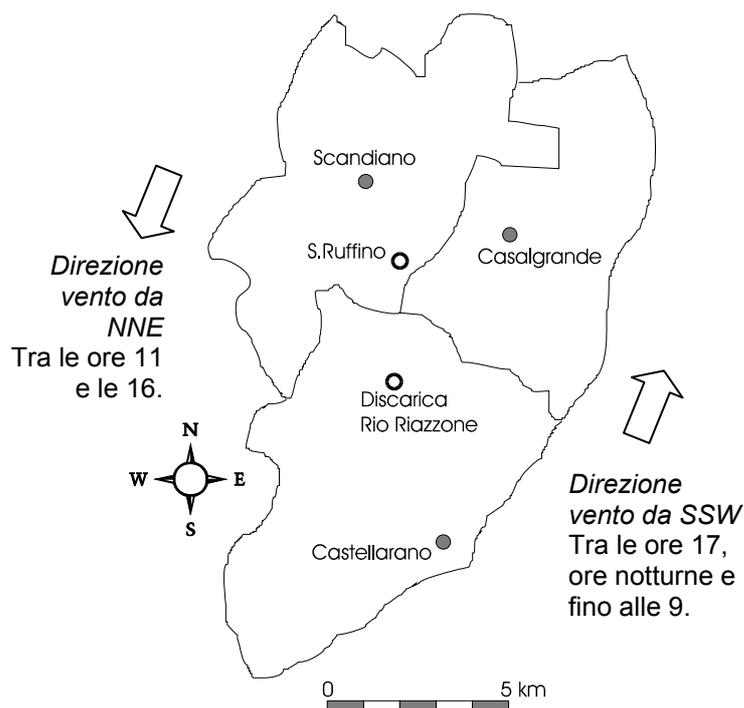


Figura 2. Piantina schematica dei territori comunali di Castellarano, Casalgrande e Scandiano (RE) con indicazione del punto di rilevamento dei parametri ambientali in località S.Ruffino e relativa posizione della discarica Rio Riazzone con rappresentazione grafica delle direzioni prevalenti dei venti registrate nel periodo di campionamento

Qualità acque di falda

La zona del polo delle discariche è ubicata all'interno di un polo di ex-attività estrattive di argilla, pertanto non sono presenti vere e proprie falde freatiche. Tuttavia sono stati posizionati 4 piezometri (2 a valle e 2 a monte della discarica) per monitorare le acque d'infiltrazione superficiali.

I parametri ricercati, sia nei piezometri di valle che di monte, sono: Ph, Conducibilità, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ammoniaca, Arsenico, Cadmio, Calcio, Cromo totale, Magnesio, Mercurio, Piombo, Rame, Zinco e TOC. Vengono fatte analisi periodiche di tali elementi.

In Figura 3 vengono riportate le ubicazioni dei pozzi per la captazione delle acque di falda, mentre nella Tabella 2 si riportano le concentrazioni medie dei parametri ricercati; è stata calcolata la media per l'intero periodo del monitoraggio (11 anni) in quanto meglio identifica la potenziale esposizione della popolazione in un arco di tempo sufficientemente lungo. Tale acqua di falda, tuttavia, non viene utilizzata a scopo potabile, ma, data la presenza di aree agricole e a pascolo nell'intorno della discarica, le acque di tale falda superficiale potrebbero essere state utilizzate per scopi irrigui e, quindi, si potrebbe ipotizzare una esposizione indiretta della popolazione. Al fine di valutare la qualità di tali acque ispezionate dai pozzi spia della discarica, se, in via estremamente cautelativa, si confrontano i valori medi ottenuti con le concentrazioni massime ammissibili per le acque destinate al consumo umano, si può affermare che, a parte il valore dei Cloruri e dei Solfati, di scarso interesse sanitario, tutti gli altri parametri rientrano nei limiti ammissibili. Peraltro, le concentrazioni riscontrate nelle acque dei due pozzi (pozzo 1 e pozzo 3), di cui si riportano i valori medi, sono assolutamente confrontabili, non evidenziando incrementi sostanziali.

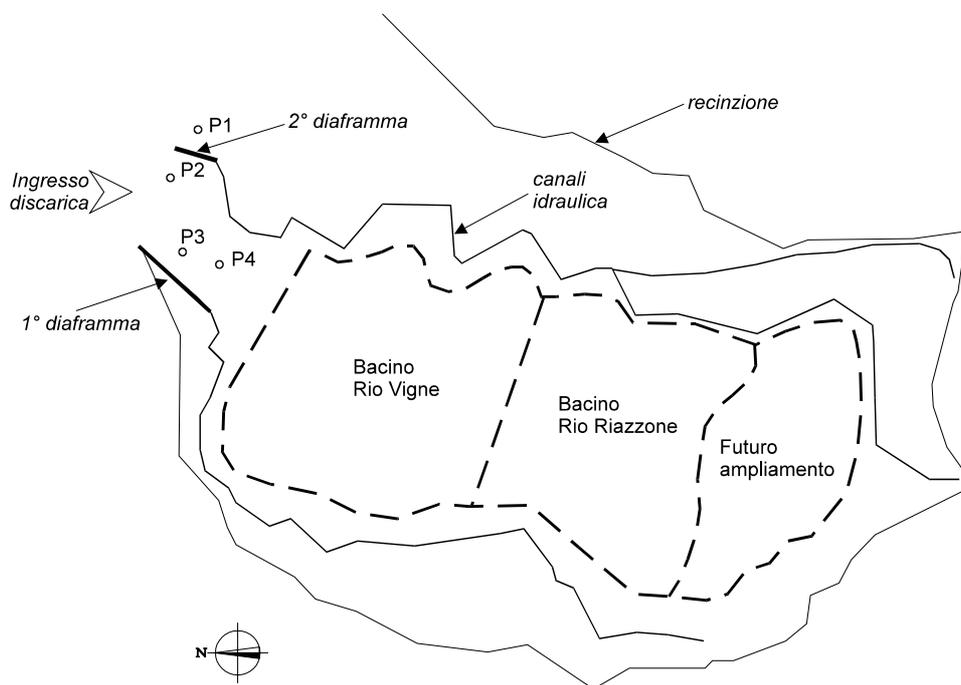


Figura 3. Schema dell'impianto Rio Riazzone-Rio Vigne e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 2. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 11 anni

Parametro	Valore medio	
	pozzo 1	pozzo 3
Conducibilità elettrica (μScm)	1191	2022
COD (mg/l)	110,47	82,86
Nitrati (mg/l)	7,98	8,43
Cloruri (mg/l)	1007,57	586,93
Solfati (mg/l)	3016,21	2633,97
Ammoniaca (mg/l)	2,68	1,81
Arsenio ($\mu\text{g/l}$)	3,38	1,29
Cadmio ($\mu\text{g/l}$)	0,28	0,17
Cromo ($\mu\text{g/l}$)	78,68	1,42
Magnesio (mg/l)	271,22	268,33
Mercurio ($\mu\text{g/l}$)	0,38	0,44
Piombo ($\mu\text{g/l}$)	5,22	2,64
Rame ($\mu\text{g/l}$)	8,67	6,57
Zinco ($\mu\text{g/l}$)	50,03	60,07
TOC (mg/l)	6,73	5,21

DISCARICA DIFRABI (provincia di Napoli)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

Si tratta di una discarica di 1^a Categoria che è stata attivata nella seconda metà degli anni '50, inizialmente senza i presidi tecnico-ingegneristici; solo dal 1984 ha seguito le prescrizioni contenute nel DPR 915/1982. Nel 1995 ha cessato la sua attività.

L'area complessiva della discarica è approssimativamente pari a 70 ha. È una discarica in *depressione*, infatti i volumi destinati all'abbancamento dei rifiuti sono a quota inferiore a quelli di campagna, con profondità massime di 50-60 m.

Nell'area si individuano n. 6 invasi di grandi dimensioni di cui quello situato nell'area del Cratere Senga sarebbe stato utilizzato dalla seconda metà degli anni 50 e fino al 1984. Tale invaso non era dotato di alcun presidio tecnologico. Dal 1984 è iniziato l'utilizzo degli altri invasi, in progressione, dotati questi ultimi degli idonei sistemi di protezione del fondo e delle pareti (sottofondo di circa 150 cm di spessore con permeabilità di 10^{-7} cm/s e manto in Polietilene ad Alta Densità di 2 mm di spessore sia sul fondo che sulle pareti).

I vari invasi della discarica sono dotati di impianto per la captazione del percolato e del biogas.

La discarica ha ricevuto nel corso degli anni fondamentalmente Rifiuti Solidi Urbani (RSU) e Rifiuti Solidi Assimilabili (RSA). Nel quinquennio 1989-1993 sono stati smaltiti Rifiuti Speciali e Rifiuti Tossici e Nocivi (RS e RTN) per un valore pari al 23% del totale di RSU smaltiti; fanghi assimilabili per un valore pari al 5-10%. Inoltre, fino al 1993 ha anche ricevuto rifiuti ospedalieri.

Complessivamente la discarica ha servito una popolazione di circa 4 milioni di abitanti.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica Difrabi è situata in località Pianura (Napoli) in una grossa cavità formatasi per l'estrazione, in epoca passata, di pozzolana.

Il sito in esame è ubicato nelle immediate vicinanze della città di Napoli, ma, oltre al suddetto comune, nel raggio di 5 km dalla discarica si trovano i comuni di Calvizzano, Marano, Pozzuoli, Quarto e Villaricca.

La maggior parte del territorio che circonda il sito entro un raggio di 5 km è occupata da zone agricole, boschive e pascoli. Per il resto del territorio, come si evince dalla Figura 1, prevalgono gli insediamenti urbani relativi ai suddetti comuni e alcune aree industriali: in particolare, per quanto riguarda queste ultime, nelle aree comunali di Napoli e Pozzuoli si rileva la presenza di industrie elettroniche, elettrotecniche e cementifici.

Circa la presenza di potenziali altre "fonti di rischio" nell'area di interesse, nel comune di Napoli si rileva la presenza di 3 discariche di 1^a Categoria per rifiuti urbani.

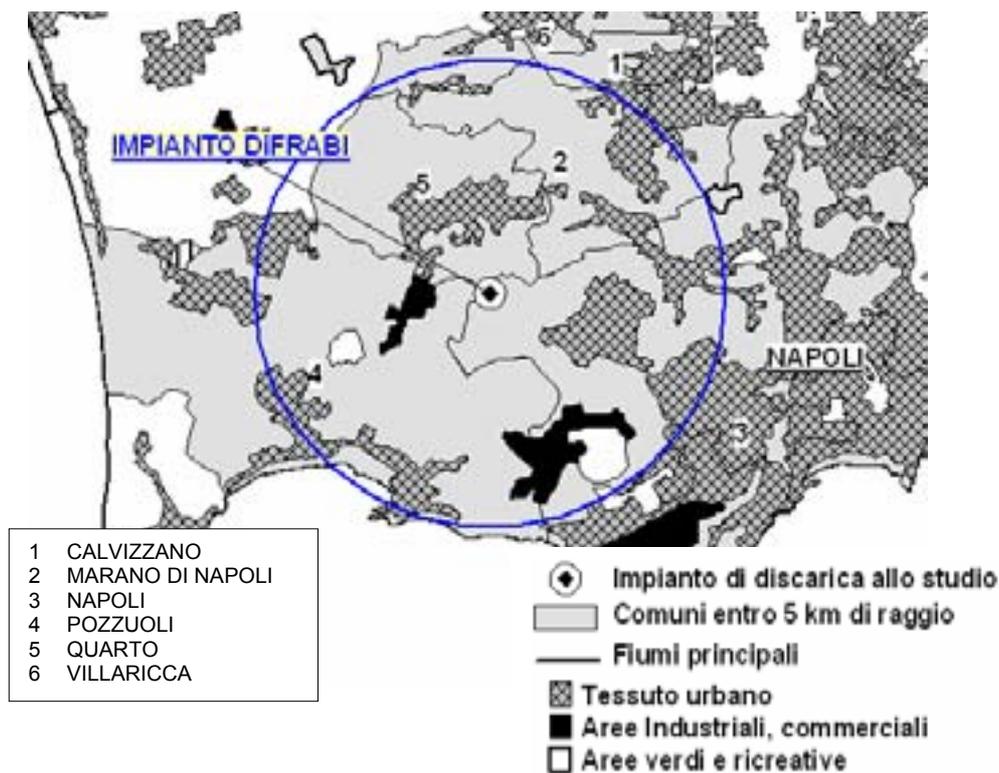


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Qualità acque di falda

Allo scopo di monitorare le acque di falda sono stati allestiti pozzi spia sia all'interno dell'area della discarica, sia all'esterno nelle immediate vicinanze; tra questi, i pozzi 4 e 9, situati rispettivamente a monte e a valle della discarica, si sono ritenuti rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento rifiuti può avere sulla qualità delle acque sotterranee (Figura 2).

Il periodo di monitoraggio (5 anni) è compreso tra il 1994 e il 1999 e i parametri ricercati sono stati: Conduttività Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ferro, Fosfati, Manganese, Magnesio, Tricloroetano, Tetracloroetano.

In Tabella 1 vengono riportate le concentrazioni medie dei parametri calcolate per l'intero periodo di monitoraggio: si è ritenuto che tale media meglio identifica la potenziale esposizione della popolazione in un arco sufficientemente lungo. Dal confronto tra i valori di concentrazione riscontrati nel pozzo a monte e quelli del pozzo a valle non si evidenziano variazioni significative. Solo per i parametri Nitrati, Solfati, Tricloroetano e, in minor misura, il Tetracloroetano si osserva un aumento dei valori di concentrazione nel pozzo a valle, presumibilmente ascrivibile al periodo in cui la discarica non era dotata dei presidi tecnologici ed oggi essi sono rinvenibili in falda, in quanto, data la presenza di un banco abbastanza potente di materiale impermeabile, i tempi di infiltrazione sono sufficientemente lunghi.

In ogni caso si evidenzia che le acque ispezionate con i pozzi spia considerati non vengono utilizzate a scopo potabile, bensì per uso irriguo, quindi l'eventuale esposizione della popolazione è di tipo indiretto.

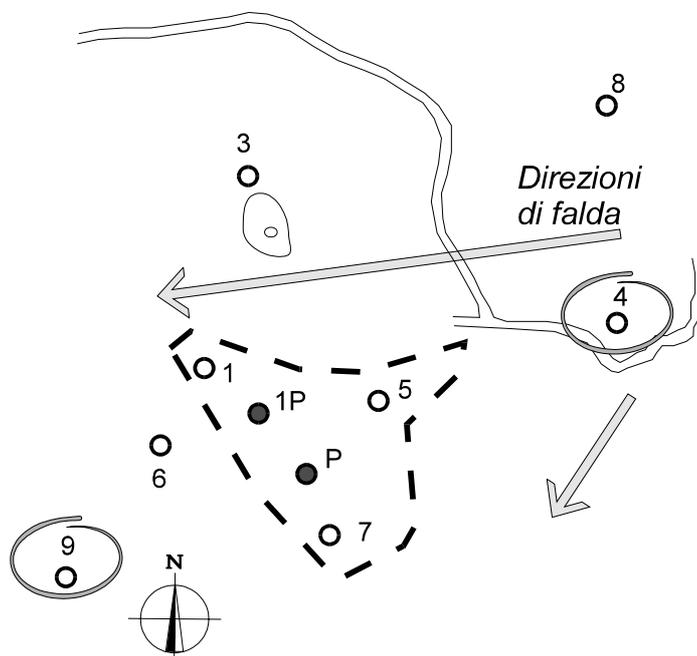


Figura 2. Schema dell'impianto Difrabi e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 5 anni

Parametro	Valore medio	
	Pozzo 4 (monte)	Pozzo 9 (valle)
Conducibilità elettrica (μScm)	55,53	45,52
Cloruri (mg/l)	64,71	37,11
Nitriti (mg/l)	3,28	29,14
Solfati (mg/l)	37,54	53,81
Ferro (mg/l)	2,01	0,16
Ortofosfato di potassio (mg/l)	0,15	0,27
Manganese (mg/l)	0,97	1,28
Magnesio (mg/l)	22,03	4,80

DISCARICA ARDOLINO (provincia di Napoli)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

Il sito di discarica in oggetto è ubicato in fosse della profondità di circa 18-20 metri ed è classificato come discarica di 1^a Categoria (Rifiuti urbani ed assimilabili).

È costituito da tre corpi adiacenti di cui il primo, indicato nel progetto di adeguamento dell'impianto come area da bonificare, risulta privo di impermeabilizzazione. Il secondo, esaurito nel corso del 1993, ed il terzo lotto, esaurito nel corso del 1996, sono dotati invece dei presidi tecnologici previsti dalle normative vigenti in materia.

La discarica ha un volume complessivo di circa 250.000 m³ ed è dotata del sistema di captazione del percolato e, limitatamente all'area perimetrale, del sistema di captazione del biogas.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica Ardolino è ubicata nel comune di Piazzolla di Nola (NA) a nord dell'apparato vulcanico Somma Vesuviana.

Altri comuni il cui territorio ricade in parte nell'area compresa nei 5 km a partire dal sito di discarica sono: Ottaviano, Palma Campania, San Gennaro Vesuviano, San Giuseppe Vesuviano, Saviano, Scisciano, Somma Vesuviana.

L'area su cui la discarica è ubicata è un'area pianeggiante, in gran parte occupata da terreni agricoli (subito nei pressi del sito) e da colture permanenti.

La Figura 1 mostra la distribuzione del tessuto urbano nell'area di interesse e l'uso del territorio al di fuori delle aree urbane. Come si può vedere, l'area in cui l'impianto è ubicato è caratterizzata da intensa attività di smaltimento rifiuti. Infatti, l'area presa in esame per tale studio (5 km) si sovrappone parzialmente con l'area in esame per un altro sito di discarica considerato nel presente studio (discarica Iovino), e si interseca con altre due aree in esame (discarica Paenzano e discarica Sari).

Ancora per quanto riguarda l'uso del territorio e la presenza di potenziali altre "fonti di rischio", si osserva che, nell'area di interesse, insistono altre fonti potenziali di rischio ascrivibili alla presenza di industrie vetrarie (Comune di Ottaviano), industrie chimiche, farmaceutiche e dei fertilizzanti (Comune di Saviano).

Circa la presenza di altre discariche, si evidenzia che nel comune di San Giuseppe Vesuviano si registrava (dichiarazione MUD 1997) la presenza di 1 discarica per rifiuti urbani e nel comune di Palma Campania, sempre dalla dichiarazione MUD 97, la presenza di 2 discariche, sempre della stessa tipologia.

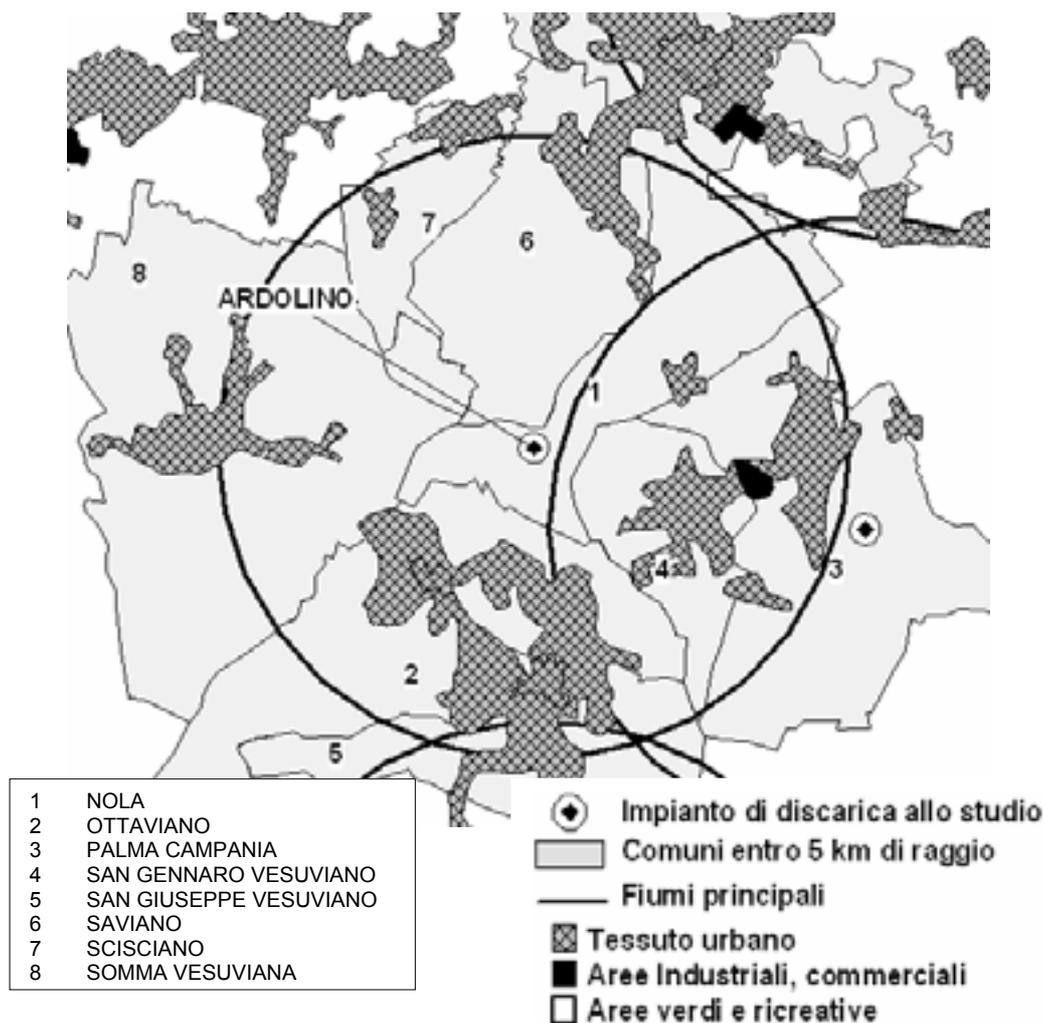


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Qualità acque di falda

Allo scopo di monitorare la qualità delle acque di falda, tra i pozzi censiti nell'area di discarica, ne sono stati scelti 2, pozzo 9 e pozzo 4, ubicati rispettivamente a monte e a valle della discarica, in quanto ritenuti rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento rifiuti può avere sulla qualità delle acque sotterranee (Figura 2).

Il periodo di monitoraggio (8 anni) è compreso tra il 1994 e il 2002 ed i parametri ricercati sono stati i seguenti: Conduttività Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ferro, Manganese, Fosfati, Triclorometano.

In Tabella 1 vengono riportate le concentrazioni medie dei parametri calcolate per l'intero periodo di monitoraggio: si è ritenuto che tale media meglio identifica la potenziale esposizione della popolazione in un arco sufficientemente lungo.

Dal confronto tra i valori di concentrazione riscontrati nel pozzo a monte della discarica e quelli del pozzo a valle risulta evidente che le concentrazioni riscontrate nelle acque dei due pozzi sono assolutamente confrontabili, non evidenziando incrementi sostanziali.

In generale si può affermare che, comunque, le acque ispezionate dai pozzi spia esaminati vengono utilizzate prevalentemente per uso irriguo.

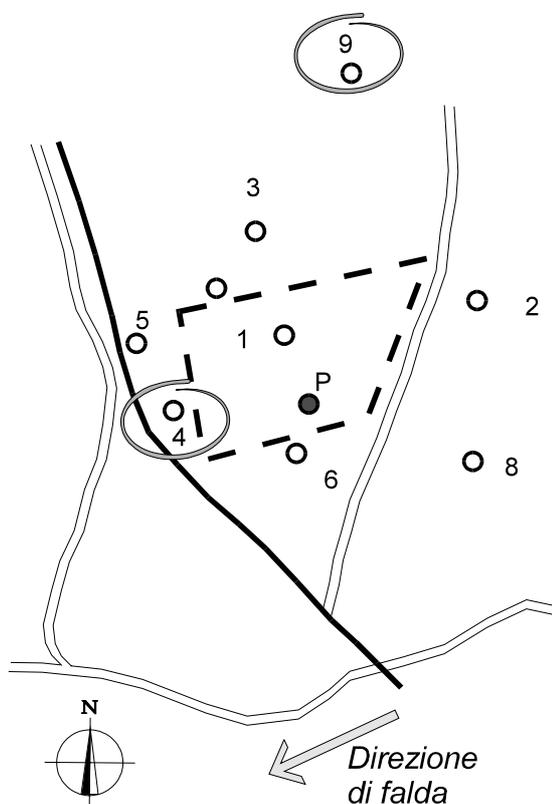


Figura 2. Schema dell'impianto Ardolino e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 8 anni

Parametro	Valore medio	
	Pozzo 9 (monte)	Pozzo 4 (valle)
Conducibilità elettrica (μScm)	40	34
Cloruri (mg/l)	76	79
Nitriti (mg/l)	67	61
Solfati (mg/l)	74	102
Ortofosfato di potassio (mg/l)	0,1	0,1
Tricloroetano ($\mu\text{g/l}$)	19	11

DISCARICA IOVINO (provincia di Napoli)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

La discarica ricade nel comune di Palma Campania (NA) ed è confinante con la sede autostradale A30 nel tratto nord orientale del suo perimetro.

Nel settore occidentale dell'impianto sono presenti, oltre agli uffici (comunque fuori dal perimetro effettivo della discarica), l'impianto di biogas, la piazzola per i mezzi meccanici e le strutture di servizio nonché un rilevato artificiale di terre di riporto di oltre 10 metri di altezza.

Nel settore orientale, l'aspetto morfologico è caratterizzato dalla presenza di una cava a fossa dalle ripide pareti che si estende nella direzione nord sud ed è sede di uno specchio d'acqua, in prossimità del quale vi è il pozzetto di raccolta del percolato.

Tale discarica è suddivisa in più invasi, di cui alcuni utilizzati per l'abbancamento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) negli anni passati, non provvisti dei presidi tecnologici di legge.

La discarica Iovino è attiva fin dal 1988, ha cessato formalmente la sua attività nel 1995, ma ha ricevuto ancora rifiuti fino al 2001, in base alle ordinanze relative alla emergenza rifiuti nella Regione Campania.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica Iovino, situata, come già detto, nel comune di Palma Campania in località Valle (NA), insiste in un'area già interessata dall'attività di una cava a fossa, utilizzata prevalentemente per l'estrazione di materiale lapideo impiegato nella realizzazione dell'autostrada A30 Caserta-Salerno. Altri comuni che ricadono nell'area compresa nel raggio di 5 km a partire dal sito sono quelli elencati in Figura 1. Dalla stessa Figura si rileva inoltre che l'area compresa nei 5 km dal sito interseca in parte l'area in cui è situato l'impianto di Ardolino e lambisce altre due aree di interesse (discarica Paenzano e discarica Sari): ciò può essere un elemento importante per caratterizzare l'intera area in tutte le sue potenziali fonti di rischio. Circa la distribuzione del tessuto urbano, si può osservare che nell'area di interesse esso risulta poco esteso, ma piuttosto concentrato nelle zone adiacenti al sito. La discarica è ubicata in un territorio pianeggiante, in gran parte occupato da colture permanenti e da zone agricole e boschive.

Ancora per quanto riguarda l'uso del territorio e la presenza di potenziali altre "fonti di rischio" si rileva che, nell'area di interesse, insistono altre fonti potenziali di rischio ascrivibili alla presenza di industrie vetrarie (Comune di Ottaviano).

Circa la presenza di altre discariche, si evidenzia che, dalla dichiarazione MUD 97 nel comune di San Giuseppe Vesuviano si registrava la presenza di 1 discarica di 1^a Categoria per rifiuti urbani e nel comune di Palma Campania di 2 discariche, sempre della stessa tipologia.

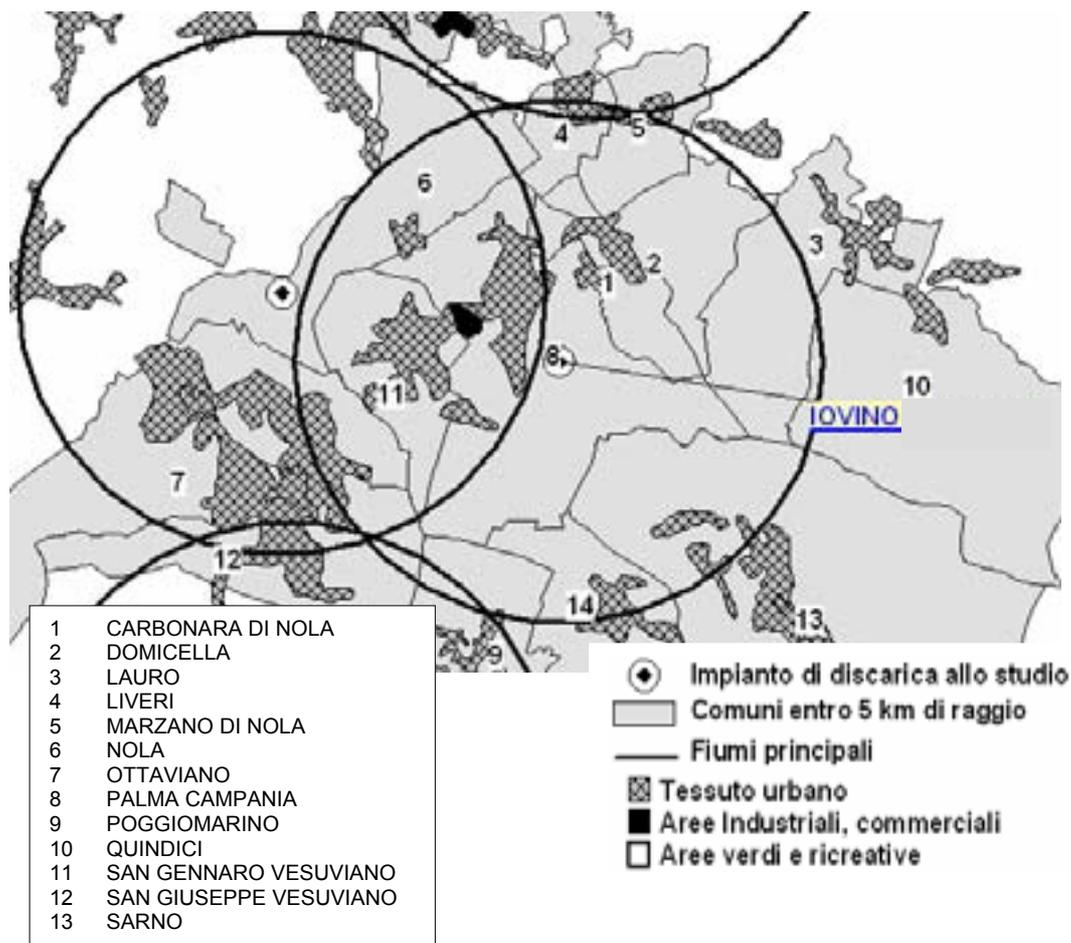


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Qualità acque di falda

Il monitoraggio delle acque di falda è stato effettuato in un periodo compreso tra il 1994 e il 2001 (7 anni) e, al fine di valutare un eventuale impatto ambientale, sono stati presi in considerazione i valori di concentrazione che si riferiscono ai pozzi spia 2 e 9, ubicati rispettivamente a monte e a valle della discarica (Figura 2).

Sono stati analizzati i seguenti parametri: Conducibilità Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ferro, Fosfati, Manganese, Magnesio.

La Tabella 1 riporta i valori di concentrazione media calcolati per ciascun parametro per l'intero periodo di monitoraggio, sia per il pozzo a monte che per il pozzo a valle. Dal confronto dei valori di concentrazione riportati per i due pozzi, non si rilevano incrementi sostanziali significativi.

Anche in questa area le acque ispezionate dai pozzi spia esaminati vengono utilizzate prevalentemente per uso irriguo.

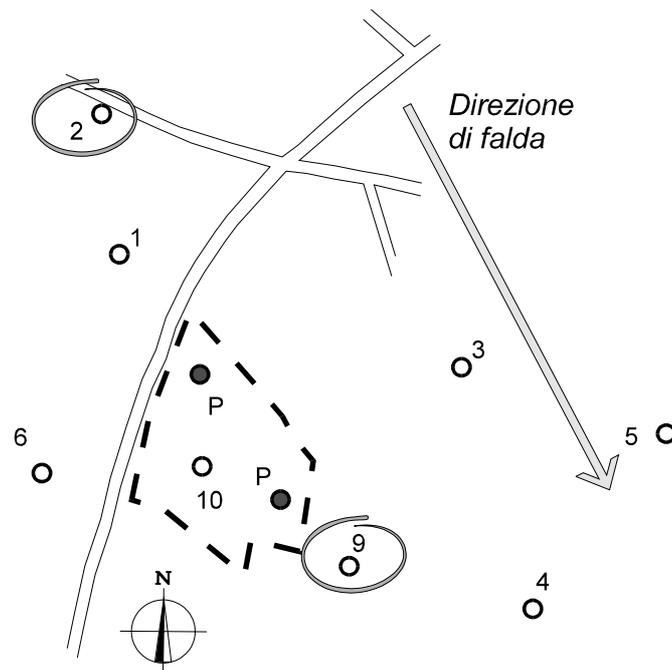


Figura 2. Schema dell'impianto Iovino e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 7 anni

Parametro	Valore medio	
	Pozzo 2 (monte)	Pozzo 9 (valle)
Conducibilità elettrica (μScm)	968	1039
Cloruri (mg/l)	77	111
Nitriti (mg/l)	122	29
Solfati (mg/l)	102	89
Ferro (mg/l)	5,42	0,36
Ortofosfato di potassio (mg/l)	0,10	0,11
Manganese (mg/l)	0,15	1,12
Magnesio (mg/l)	19	46

DISCARICA PAENZANO (provincia di Napoli)

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica Paenzano è ubicata nel comune di Tufino (NA) a pochi km dall'autostrada in un'area montana. Altri comuni compresi nell'area di interesse sono elencati in Figura 1.

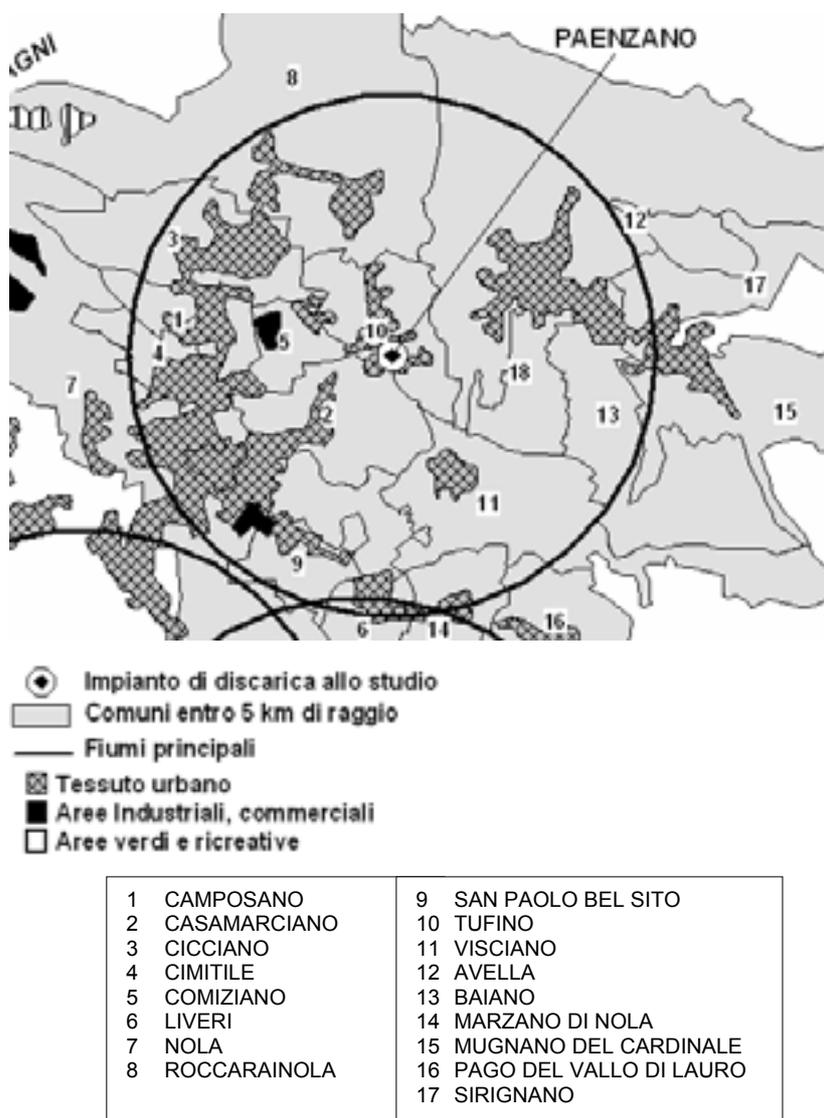


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Dalla stessa Figura si rileva che il tessuto urbano occupa una grossa parte dell'anello definito dal raggio di 5 km dalla discarica e che esso è presente anche a ridosso del sito. Nelle zone non occupate da insediamenti urbani prevalgono colture permanenti e, solo in una minima parte, si possono rilevare zone seminate.

Ancora per quanto riguarda l'uso del territorio e la presenza di potenziali altre "fonti di rischio" nell'area di interesse, si rileva che non vi è presenza né di altre discariche né di alcun tipo di industria.

Qualità acque di falda

Allo scopo di monitorare la qualità delle acque di falda, sono stati scelti due pozzi nell'area della discarica, in quanto ritenuti rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento rifiuti può avere sulla qualità delle acque sotterranee: si tratta dei pozzi 1 e 3 ubicati rispettivamente a monte e a valle della discarica (Figura 2).

Il periodo di monitoraggio (2 anni) è compreso tra il 1999 e il 2001 ed i parametri ricercati sono stati i seguenti: Conduttività Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ferro.

In Tabella 1 vengono riportate le concentrazioni medie dei parametri calcolate per l'intero periodo di monitoraggio: si è ritenuto che tale media meglio identifica la reale potenziale esposizione della popolazione in un arco sufficientemente lungo.

Dal confronto tra i valori di concentrazione riscontrati nel pozzo a monte della discarica e quelli del pozzo a valle risulta evidente che le concentrazioni riscontrate nelle acque dei due pozzi sono assolutamente confrontabili, non evidenziando incrementi sostanziali.

In generale si può affermare che, comunque, le acque ispezionate dai pozzi spia esaminati vengono utilizzate prevalentemente per uso irriguo.

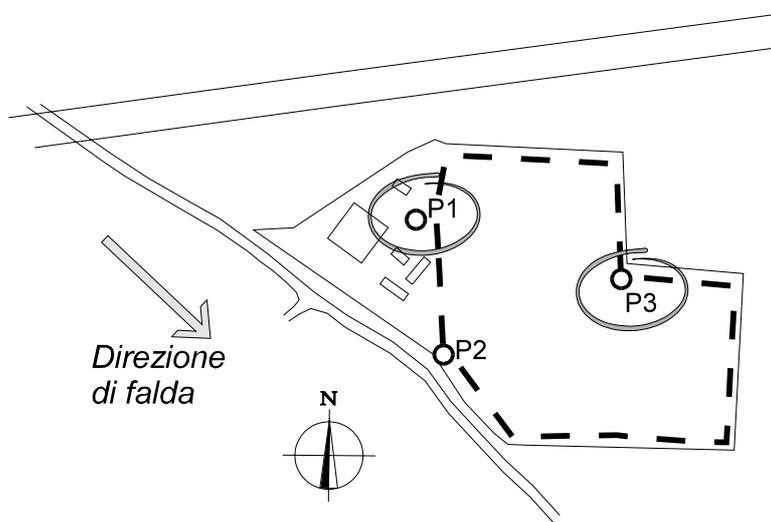


Figura 2. Schema dell'impianto Paenzano e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 2 anni

Parametro	Valore medio	
	Pozzo 1 (monte)	Pozzo 3 (valle)
Conducibilità elettrica (μScm)	733,3	817,5
Cloruri (mg/l)	47,8	70,3
Nitriti (mg/l)	14,4	12,5
Solfati (mg/l)	41,5	29,1
Ferro (mg/l)	90,1	73,4

DISCARICA SARI (provincia di Napoli)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

La discarica Sari è una discarica di 1^a Categoria per Rifiuti urbani ed assimilabili. Ha iniziato la sua attività nel 1988 e il 1994 è l'anno di fine attività. La sua capacità volumetrica è di 1130000 m³ e la sua superficie è di 18000 m². La quantità di rifiuti smaltiti è stata di 900000 tonnellate.

La discarica è divisa in tre zone denominate A, B, C. La zona B è corredata di impianto di biogas funzionante e di un impianto per l'irrorazione di acqua sulle terre di copertura finale. La zona C insiste in una cava a fossa ed è stata ampiamente utilizzata per lo stoccaggio di RSU. La zona A è stata parzialmente organizzata per la ricezione di RSU, con una capacità volumetrica di 1000000 m³.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica Sari è ubicata nel comune di Terzigno (NA) in un'area che insiste lungo le propaggini sud-orientali del rilievo vulcanico del Monte Somma, ad una quota variabile tra i 300-400 m s.l.m. Altri comuni compresi nell'area di interesse sono elencati in Figura 1.

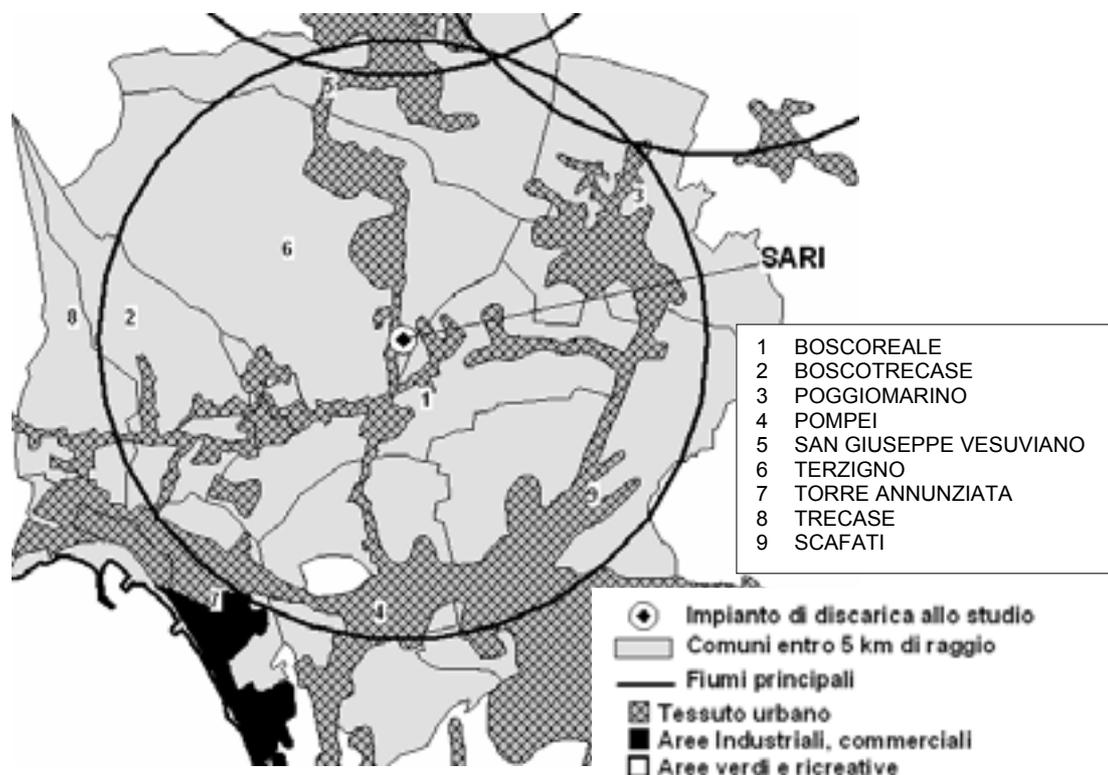


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

La discarica è ubicata in area collinare. Come si evince dalla Figura 1, nell'area definita dal raggio di 5 km dalla discarica, è presente un tessuto urbano piuttosto esteso e distribuito anche in zone limitrofe al sito. Per il resto, il territorio è occupato in gran parte da zone agricole e colture permanenti e una piccola zona è riservata ad attività sportive e ricreative.

Ancora per quanto riguarda l'uso del territorio e la presenza di potenziali altre "fonti di rischio" si rileva che, nell'area di interesse, insistono altre fonti potenziali di rischio ascrivibili alla presenza di industrie elettroniche ed elettrotecniche (Comune di Pompei).

Circa la presenza di altre discariche, si evidenzia la presenza di 1 discarica per rifiuti urbani nel Comune di San Giuseppe Vesuviano (dichiarazione MUD 1997).

Qualità acque di falda

Le acque di falda sono state monitorate nel periodo compreso tra il 1995 e il 2000 (5 anni) attraverso prelievi dai pozzi spia ritenuti rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento rifiuti può avere sulla qualità delle acque sotterranee. I pozzi scelti sono stati il pozzo 1, ubicato a monte della discarica e il pozzo 2, ubicato a valle (Figura 2).

I parametri ricercati sono stati i seguenti: Conducibilità Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ferro, Manganese, Idrogeno Solforato.

In Tabella 1 vengono riportate le concentrazioni medie dei parametri calcolate per l'intero periodo di monitoraggio: si è ritenuto che tale media meglio identifica la reale

Potenziale esposizione della popolazione in un arco sufficientemente lungo.

Dal confronto tra i valori di concentrazione riscontrati nel pozzo a monte della discarica e quelli del pozzo a valle risulta evidente che le concentrazioni riscontrate nelle acque dei due pozzi sono assolutamente confrontabili, non evidenziando incrementi sostanziali.

In generale si può affermare che, comunque, le acque ispezionate dai pozzi spia esaminati vengono utilizzate prevalentemente per uso irriguo.

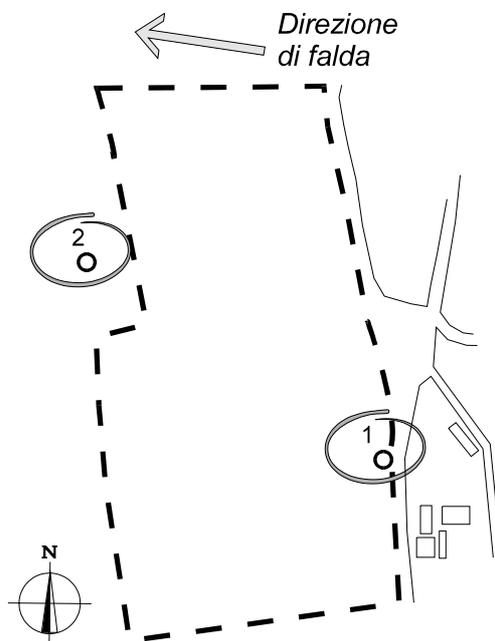


Figura 2. Schema dell'impianto Sari e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 5 anni

Parametro	Valore medio	
	Pozzo 1 (monte)	Pozzo 2 (valle)
Conducibilità elettrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	3467	2017
Cloruri (mg/l)	2072	216
Nitriti (mg/l)	3	2
Solfati (mg/l)	86	58
Ferro (mg/l)	1,30	0,80
Manganese (mg/l)	0,53	0,55
H ₂ S (mg/l)	0,37	0,41

DISCARICA SOGERI (provincia di Caserta)

Dati descrittivi dell'impianto

La discarica è situata nel Comune di Castelvolturno e dista dall'abitato 2,5 km. L'area della discarica è circondata da numerosi canali di bonifica.

La discarica di Sogeri è una discarica di 1^a Categoria per Rifiuti Urbani ed assimilabili. Ha iniziato l'attività a fine anni '80 ed è stata chiusa nel 1995. Complessivamente sono stati smaltiti 2.460.000 m³ di rifiuti urbani. L'impianto di discarica è dotato dei presidi tecnologici previsti dalla normativa vigente e di un sistema per la captazione del percolato.

Dati descrittivi delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

Il sito di discarica è ubicato in prossimità di altre potenziali fonti di rischio quali aree interessate da intenso traffico autoveicolare (autostrade e superstrade).

Per quanto riguarda l'uso del territorio nell'area intorno al sito di discarica, si osserva che la discarica è situata in pianura ed in prossimità di un'area caratterizzata da alta densità abitativa, soprattutto l'area costiera e ad immediato ridosso di quest'ultima (Figura 1).



Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Nei dintorni della discarica vi sono anche aree agricole (mais, avena, orzo, erba medica, trifoglio), con utilizzo presumibile di fitofarmaci. Nel territorio intorno alla discarica sono presenti allevamenti zootecnici (in particolare, bufale) e caseifici. Ad una distanza non inferiore a 100 m viene segnalata la presenza di strutture ricreative.

Ancorché non sia possibile affermarlo con sufficiente sicurezza, è noto che l'area è stata interessata in passato da smaltimenti abusivi.

Nel raggio di 5 km dalla discarica vi è presenza di un'altra discarica di 1^a Categoria per Rifiuti Urbani ed assimilabili e nel comune di Castelvoturno dalla dichiarazione MUD 97 risulta la presenza di altre 2 discariche.

Qualità acque di falda

Nella Figura 2 viene riportato lo schema dell'impianto di discarica Sogeri, dal quale si desume che la discarica è costituita da due invasi. All'interno dell'area di discarica sono stati predisposti tre pozzi spia per la captazione delle acque profonde, uno (P4) definibile a monte, uno interno (P2) ed uno a valle (P1).

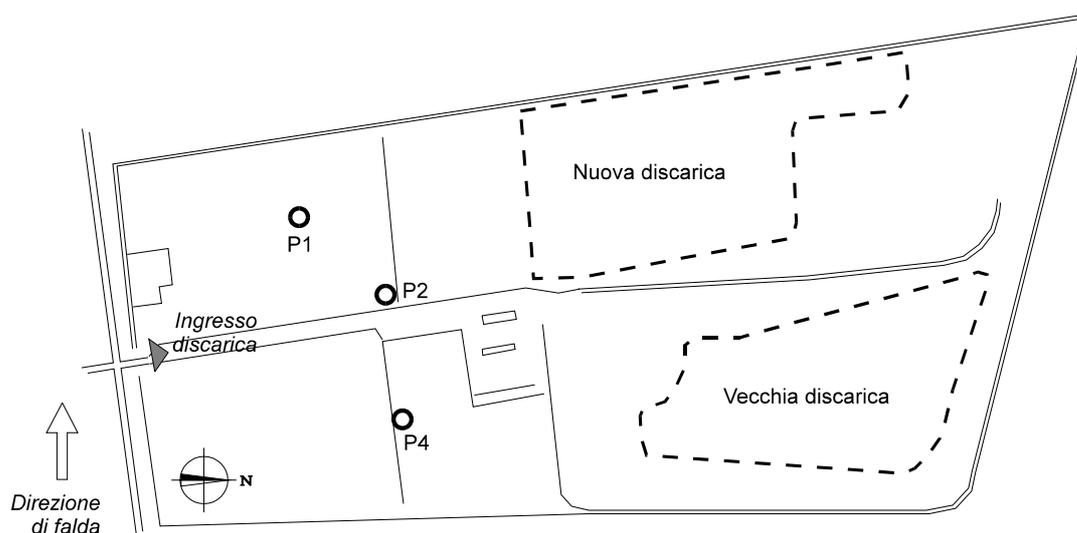


Figura 2. Schema dell'impianto Sogeri e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Nella Tabella 1, vengono riportate in forma tabellare le medie delle concentrazioni degli analiti ricercati nelle acque profonde nel periodo compreso tra il 1990 e il 1997. Si riporta il valore medio, in quanto si ritiene che, ove vi fosse una esposizione della popolazione per un utilizzo di dette acque, tale parametro medio meglio esemplifica l'esposizione complessiva per il periodo di interesse.

I valori medi delle concentrazioni riscontrate per i parametri riportati evidenziano che non vi è una alterazione della qualità delle acque profonde a causa dell'attività di discarica, in quanto non si registrano incrementi significativi tra monte e valle.

Si evidenzia che nell'area di interesse sono stati censiti 6 pozzi ad uso irriguo e nessuno ad uso potabile. Pertanto, l'eventuale esposizione della popolazione è di tipo indiretto e non per ingestione di acqua.

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 7 anni

Parametro	Valore medio	
	P4 Monte	P1 Valle
Conducibilità elettrica (μScm)	1813	1416
Cloruri (mg/l)	137	107
Nitrati (mg/l)	10,8	3,6
Solfati (mg/l)	1,7	1,5
Ferro (mg/l)	1,3	0,6
Fosforo (mg/l)	4,5	1,9
Zinco (mg/l)	0,019	0,019

DISCARICA UTTARO (provincia di Caserta)

Dati descrittivi dell'impianto di discarica e del territorio

La discarica Uttaro è situata nella località omonima, appartenente al Comune di Caserta. L'area della discarica dista 1-1,5 km dai centri abitati e 500 metri dalle masserie più vicine.

L'impianto di discarica Uttaro è un impianto di 1^a Categoria per RSU ed assimilabili del volume complessivo di circa 400.000 m³.

L'attività di discarica è iniziata a fine anni '80 ed è definitivamente cessata nel 1998.

La discarica è dotata di un sistema di captazione del percolato.

La Figura 1 sintetizza l'uso del suolo nell'area di interesse individuata da un raggio di 5 km a partire dall'impianto di discarica. Si può facilmente evidenziare che il sito si trova in un'area con alta urbanizzazione, vista la presenza di diversi comuni ad alta densità abitativa; lì dove manca il tessuto urbano, il territorio è occupato da attività agricole e da insediamenti industriali.

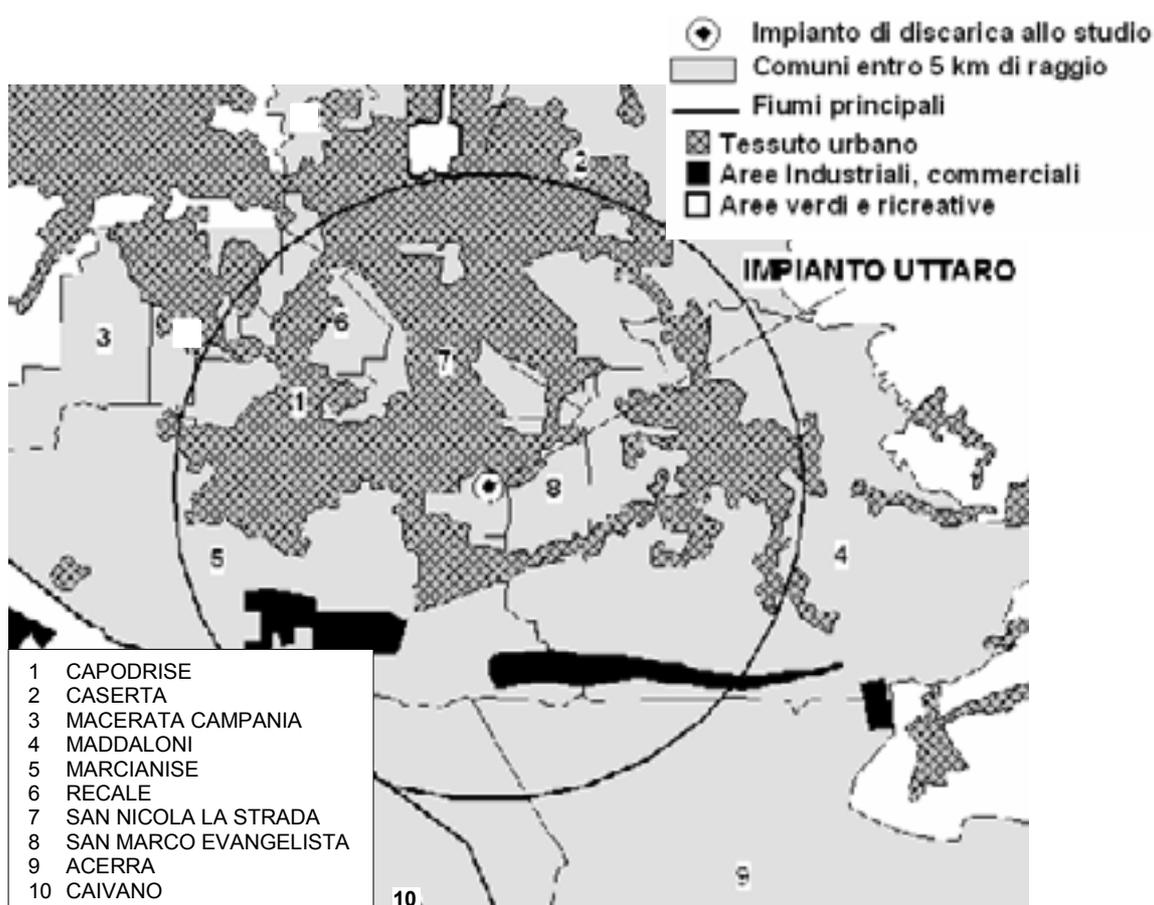


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

Tra le attività produttive si segnala la presenza del macello comunale. Tra gli insediamenti industriali si segnala la presenza di industrie meccaniche, elettrotecniche, cementifici, carpenterie, industrie per la produzione di detersivi, pigmenti, industrie vetrarie, tessili ed alimentari, industrie chimiche, ottiche e industrie per la produzione di emulsioni fotografiche.

Circa la presenza di altre eventuali fonti di rischio insistenti nell'area di interesse, è noto che, ancorché non sia possibile asserirlo con certezza, quasi tutta la provincia di Caserta è stata interessata in passato da smaltimenti abusivi di rifiuti. Inoltre, dalle dichiarazioni MUD 97, risultano presenti discariche nei comuni di Marcianise e San Marco Evangelista.

L'area di interesse risulta fortemente antropizzata con numerose "forzanti" industriali. Ciò costituisce un ulteriore forte elemento di confondimento per gli studi epidemiologici condotti nell'area.

Qualità acque di falda

Nella Figura 2 viene riportato lo schema dell'impianto della discarica Uttaro dal quale si desume che l'impianto è costituito da tre invasi e sono presenti 4 pozzi spia che intercettano la prima falda acquifera (circa -30 m s.l.m.). In base alla direzione di flusso delle acque profonde si può ritenere che il pozzo P2 sia a monte, il pozzo P1 e P5 siano all'interno dell'area di discarica e il pozzo P4 a valle.

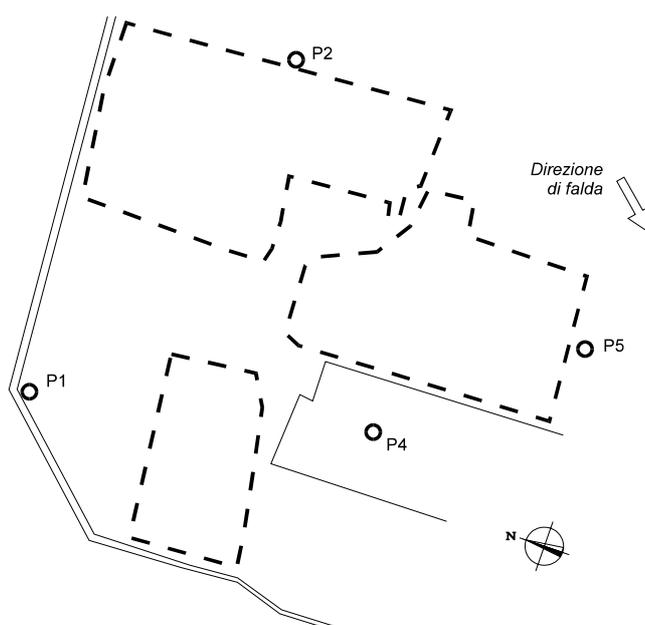


Figura 2. Schema dell'impianto Uttaro e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Nella Tabella 1 vengono riportate in forma tabellare le medie delle concentrazioni degli analiti ricercati nelle acque profonde ispezionate nel periodo compreso tra il 1995 e il 1998. Si riporta il valore medio in quanto si ritiene che, ove vi fosse una esposizione della popolazione per un utilizzo di dette acque, tale parametro medio meglio esemplifica l'esposizione complessiva per il periodo di interesse. I valori medi delle concentrazioni riscontrati per i

parametri riportati nella suddetta Tabella evidenziano che non vi è una alterazione della qualità delle acque profonde a causa dell'attività di discarica, in quanto non si registrano incrementi significativi tra monte e valle.

Nell'area di interesse sono stati censiti n. 2 pozzi, le cui acque vengono usate a scopo irriguo, mentre non sono stati censiti pozzi ad uso potabile. Pertanto, la eventuale esposizione della popolazione è di tipo indiretto.

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di 3 anni

Parametro	Valore medio	
	P2 Monte	P4 Valle
Conducibilità elettrica (μScm)	1446	830
Cloruri (mg/l)	123	38
Nitrati (mg/l)	15	5
Nitrito (mg/l)	6	0,079
Nitrato (mg/l)	26	20
Solfati (mg/l)	37	67
Ferro (mg/l)	0,591	0,283
Fosforo (mg/l)	0,141	0,175
Zinco (mg/l)	0,084	0,269

DISCARICA NARDÒ (provincia di Lecce)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

Si tratta di una discarica di 1^a Categoria che è stata attivata nel 1992 e che ha cessato la sua attività nel 1995. Ha un volume di 300000 m³ ed ha ricevuto esclusivamente RSU; in particolare sono stati conferiti circa 300 tonnellate/giorno di RSU.

È costituita da due lotti entrambi impermeabilizzati con teli in HDPE da 2 mm di spessore. La sistemazione finale è stata eseguita con un telo in HDPE da 0,5 mm di spessore, sul quale è stato posto uno strato di terreno di circa 50 cm.

La discarica insiste all'interno di una vasta cava a fossa, sede di pregresse attività di cava ed è provvista di sistemi di drenaggio, captazione del percolato e del biogas. Il percolato è stato raccolto e in genere riciclato all'interno del corpo della discarica, l'esuberato veniva avviato a smaltimento.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica Nardò è situata in una zona pianeggiante a sviluppo prevalentemente agricolo; come si può osservare in Figura 1, nell'area delimitata dal cerchio di raggio 5 km è presente un tessuto urbano poco esteso riferibile ai due comuni di Nardò e Galatone, mentre, riguardo alla presenza di altre fonti di rischio, nell'area di interesse risultano ubicate industrie meccaniche.

Qualità acque di falda

Allo scopo di monitorare le acque di falda sono stati allestiti pozzi spia sia all'interno dell'area della discarica, sia all'esterno nelle immediate vicinanze; tra questi, i pozzi 1 e 3, situati rispettivamente a monte e a valle della discarica, si sono ritenuti rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento rifiuti può avere sulla qualità delle acque sotterranee (Figura 2).

Il periodo di monitoraggio (3 anni) è compreso tra il 1992 e il 1995 e i parametri ricercati sono stati: Conducibilità Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ferro, Magnesio, Zinco.

In Tabella 1 vengono riportate le concentrazioni medie dei parametri calcolate per l'intero periodo di monitoraggio: si è ritenuto che tale media meglio identifica la potenziale esposizione della popolazione in un arco di tempo sufficientemente lungo. Dal confronto tra i valori di concentrazione riscontrati nel pozzo a monte e quelli del pozzo a valle non si evidenziano variazioni significative e si può quindi affermare che la discarica in oggetto non ha alcun impatto sulla qualità delle acque profonde.



Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

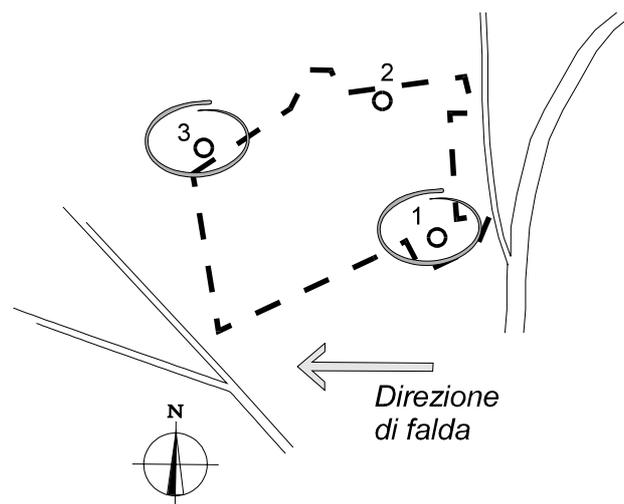


Figura 2. Schema dell'impianto Nardò e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di tre anni

Parametro	Valore medio	
	Pozzo 1 (monte)	Pozzo 3 (valle)
Conducibilità elettrica (μScm)	1300	1162
Cloruri (mg/l)	254	116
Nitrati (mg/l)	32	20
Solfati (mg/l)	56	26
Ferro (mg/l)	0,01	0,04
Magnesio (mg/l)	39	21
Zinco (mg/l)	0,18	0,08

DISCARICA UGENTO (provincia di Lecce)

Dati sintetici descrittivi dell'impianto

Si tratta di una discarica di 1^a Categoria che è stata attivata nel 1992 e che ha cessato la sua attività nel 1995. Ha un volume di 300000 m³ ed ha ricevuto esclusivamente Rifiuti Solidi Urbani (RSU); in particolare, sono stati conferiti circa 200 t/g di RSU.

L'area occupata dalla discarica è approssimativamente pari a 9,5 ha dei quali circa 8 sono relativi ad una preesistente cava di materiale calcareo.

La falda risulta presente ad una profondità dal piano campagna di circa 10 m. Il progetto dell'impianto di discarica prevede la costituzione di due lotti il primo dei quali copre una superficie di circa 3,3 ha.

Il percolato, pur idoneamente raccolto sul fondo impermeabilizzato della discarica, viene ricircolato all'interno dell'ammasso dei rifiuti.

Dopo la chiusura della discarica sono stati avviati i lavori per la captazione del biogas e per la sistemazione finale dell'area.

Dati generali descrittivi del territorio e delle attività antropiche nell'area circostante l'impianto

La discarica Ugento è situata in una zona pianeggiante a sviluppo prevalentemente agricolo; come si può osservare in Figura 1 nell'area delimitata dal cerchio di raggio 5 km è presente un tessuto urbano poco esteso riferibile ai comuni di Acquarica del Capo e di Presicce, mentre, riguardo alla presenza di altre potenziali fonti di rischio, nell'area di interesse non risultano ubicati impianti industriali.

Qualità acque di falda

Allo scopo di monitorare le acque di falda sono stati allestiti pozzi spia sia all'interno dell'area della discarica, sia all'esterno nelle immediate vicinanze; tra questi, i pozzi 4 e 2, situati rispettivamente a monte e a valle della discarica, si sono ritenuti rappresentativi per descrivere l'eventuale impatto che l'attività di smaltimento rifiuti può avere sulla qualità delle acque sotterranee (Figura 2).

Il periodo di monitoraggio (2 anni) è compreso tra il 1993 e il 1995 e i parametri ricercati sono stati: Conducibilità Elettrica, Cloruri, Nitrati, Solfati, Ferro, Magnesio, Zinco.

In Tabella 1 vengono riportate le concentrazioni medie dei parametri calcolate per l'intero periodo di monitoraggio: si è ritenuto che tale media meglio identifica la potenziale esposizione della popolazione in un arco di tempo sufficientemente lungo. Dal confronto tra i valori di concentrazione riscontrati nel pozzo a monte e quelli del pozzo a valle non si evidenziano variazioni significative e si può quindi affermare che la discarica in oggetto non ha alcun impatto sulla qualità delle acque profonde.

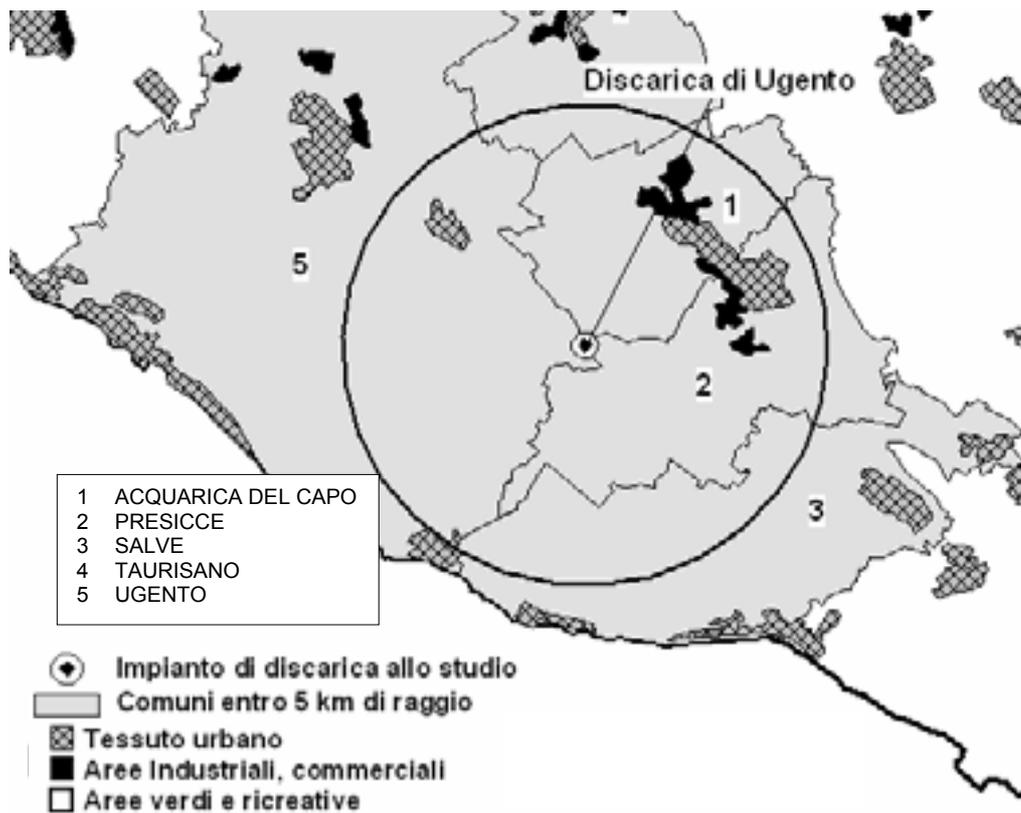


Figura 1. Ubicazione della discarica e descrizione del territorio circostante l'impianto

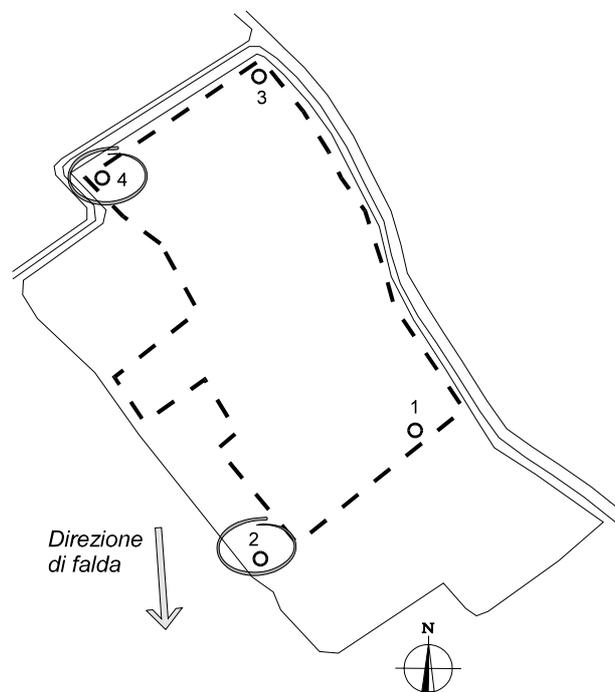


Figura 2. Schema dell'impianto Ugento e ubicazione dei pozzi di monitoraggio delle acque di falda

Tabella 1. Parametri ricercati nelle acque di falda e relative concentrazioni medie calcolate su un periodo di due anni

Parametro	Valore medio	
	Pozzo 4 (monte)	Pozzo 2 (valle)
Conducibilità elettrica (μScm)	1923	470
Cloruri (mg/l)	493	42
Nitrati (mg/l)	12	11
Solfati (mg/l)	77	20
Ferro (mg/l)	0,09	0,06
Magnesio (mg/l)	87,60	6,88
Zinco (mg/l)	0,054	0,022

SECONDA PARTE
Studi epidemiologici
condotti sulle popolazioni residenti
in prossimità dei siti di discarica

ANALISI DELLA MORTALITÀ CAUSA-SPECIFICA IN PROSSIMITÀ DI IMPIANTI PER LO SMALTIMENTO DI RIFIUTI SOLIDI URBANI

Stefano Belli (a), Alessandra Binazzi (b), Pietro Comba (a), Marina Mastrantonio (b),
Raffaella Uccelli (b)

(a) *Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Sezione di Tossicologia e Scienze biomediche, ENEA, Roma*

Introduzione

Obiettivo dello studio è la valutazione della mortalità specifica per alcune cause in ambiti territoriali caratterizzati dalla presenza di discariche per lo smaltimento di rifiuti solidi urbani e/o di rifiuti pericolosi.

Sulla base dei dati disponibili in letteratura e discussi nel contributo sulle malformazioni (Minichilli *et al.*) di questo stesso rapporto, l'attenzione è focalizzata su alcune cause di morte già segnalate come possibilmente associate alla residenza in prossimità di discariche.

Materiali e metodi

Sono state considerate 8 province per le quali è nota la mappatura dei siti di discarica:

1. Napoli,
2. Caserta,
3. Salerno,
4. Lecce,
5. Modena,
6. Reggio Emilia,
7. Pavia
8. Torino.

All'interno di ogni provincia sono stati studiati singolarmente tutti i comuni nei quali è nota la presenza di almeno una discarica in base ai dati del Modello Unico di Dichiarazione ambientale (MUD) 1997 (Tabella 1).

Le cause di morte considerate sono riportate in Tabella 2, che mostra anche i corrispondenti codici della classificazione internazionale delle malattie (IX Revisione)

Utilizzando i dati ISTAT di mortalità, estratti dalla Banca dati epidemiologica dell'ENEA, sono stati calcolati i decessi osservati, per ogni causa e per ogni entità territoriale, nel periodo 1983-1997. Relativamente allo stesso periodo sono stati stimati i corrispondenti decessi attesi sulla base dei tassi regionali di mortalità specifica, per causa, classe di età, sesso e periodo di calendario.

Il confronto fra osservati e attesi è ottenuto in termini di SMR (*Standardized Mortality Ratio*, rapporto standardizzato di mortalità), dove $SMR = \text{oss}/\text{att} \times 100$. L'intervallo di confidenza (al 95%) è stimato utilizzando la distribuzione di Poisson.

Tabella 1. Province e comuni considerati

Province	Comuni	Popolazione	
		0-4 anni	0-14 anni
Napoli:	Ercolano, Giugliano in Campania, Marano di Napoli, Napoli, Nola, Palma Campania, San Giuseppe Vesuviano, Terzigno, Tufino	1.340.923	4.439.549
Caserta:	Baia e Latina, Camigliano, Capriati a volturno, Casapesenna, Caserta, Castel Volturno, Ciorlano, Galluccio, Giano Vetusto, Gioia Sannitica, Liberi, Marcianise, Marzano Appio, Pastorano, Pietravairano, Rocchetta e Croce, San Tammaro	156.520	511.927
Salerno:	Acerno, Ascea, Bellosguardo, Buonabitacolo, Caggiano, Campora, Capaccio, Castel San Lorenzo, Castelcivita, Castelnuovo Cilento, Castiglione del Genovesi, Ceraso, Cicerale, Colliano, Cuccaro Vetere, Eboli, Felitto, Futani, Giffoni Valle Piana, Giungano, Magliano Vetere, Montano Antilia, Monte San Giacomo, Montecorvino Pugliano, Monteforte Cilento, Morigerati, Ogliastro Cilento, Olevano sul Tusciano, Omignano, Orria, Ottati, Perdifumo, Piaggine, Pisciotta, Polla, Pollica, Prignano Cilento, Roccadaspide, Roccagloriosa, Roscigno, Sacco, Sala Consilina, San Mango Piemonte, San Mauro Cilento, San Mauro La Bruca, San Rufo, Santa Marina, Sant'Angelo a Fasanella, Sant'Arsenio, Sanza, Sapri, Serramezzana, Sessa Cilento, Sicignano degli Alburni, Stio, Teggiano, Torre Orsaia, Vietri sul Mare	205.067	663.222
Lecce:	Lecce, Nardò, Ugento	114.775	401.199
Modena:	Carpi, Fanano, Finale Emilia, Medolla, Mirandola, Modena, Montefiorino, Pavullo nel Frignano, Pievepelago, Savignano sul Panaro, Sestola, Zocca	178.122	604.090
Reggio Emilia:	Carpineti, Castellarano, Novellara	15.397	54.342
Pavia:	Cervesina, Corteolona, Gambolò, Sannazzaro de' Burgondi	10.705	35.079
Torino:	Beinasco, Borgomasino, Bruzolo, Bussoleno, Cambiano, Castellamonte, Cercenasco, Collegno, Grosso, Inverso Pinasca, Ivrea, La Loggia, Luserna San Giovanni, Maglione, Mattie, Montalto Dora, Pianezza, Pinerolo, Riva presso Chieri, Rivara, Rivarolo Canavese, Robassomero, Rondissone, Torino, Venaus, Vinovo, Volvera	724.286	2.506.264

Tabella 2. Cause di morte considerate

Causa di morte	Numero identificativo	
Cause perinatali	ICD:	760.0-779.9
Materne	ICD:	760.0-762.9
Altre condizioni perinatali	ICD:	764.0-765.9
		770.0-772.9
		776.0-779.9
Postmaturità	ICD:	766.0-766.9
Malformazioni congenite (età 0-4 e 0-14)	ICD:	740.0-759.9
Anomalie del sistema nervoso (età 0-4 e 0-14)	ICD:	740.0-742.9
Anomalie cardiovascolari (età 0-4 e 0-14)	ICD:	745.0-747.9
Anomalie genito-urinarie (età 0-4 e 0-14)	ICD:	752.0-753.9
Anomalie cromosomiche (età 0-4 e 0-14)	ICD:	758.0-758.9
Leucemia (età 0-14)	ICD:	204.0-208.9
Tumore maligno dell'encefalo (età 0-14)	ICD:	191.0-192.9

Risultati

Le Tabelle seguenti (Tabelle 3-23) mostrano i risultati, per ogni provincia considerata, riguardanti l'aggregato dei comuni inclusi e i singoli comuni che evidenziano significativi incrementi della mortalità sulla base di almeno tre casi osservati. Gli eccessi statisticamente significativi sono evidenziati in grigio.

L'aggregato dei comuni della provincia di Napoli (Tabella 3) mostra eccessi di mortalità per cause perinatali e per malformazioni congenite; in particolare, fra queste ultime si osserva un significativo incremento delle anomalie cardiovascolari. Considerando i comuni separatamente, emergono eccessi di mortalità nel solo comune di Napoli (Tabella 4). Va notato che gli eccessi riguardano le stesse cause dell'aggregato provinciale; è dunque la situazione del comune di Napoli a spiegare i dati relativi all'intero aggregato (Tabella 5).

Tabella 3. Provincia di Napoli: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	1885	1787,82	105	101 - 110
Materne		91	96,76	94	76 - 115
Altre condizioni perinatali		1074	1064,20	101	95 - 107
Postmaturità		1	2,70	37	0 - 206
Malformazioni congenite	0-4	847	691,05	122	114 - 131
Malformazioni congenite	0-14	888	725,67	122	114 - 131
Anomalie del sistema nervoso	0-4	101	89,59	113	92 - 137
Anomalie del sistema nervoso	0-14	111	100,17	111	91 - 133
Anomalie cardiovascolari	0-4	429	324,57	132	120 - 145
Anomalie cardiovascolari	0-14	449	339,91	132	120 - 145
Anomalie genito-urinarie	0-4	10	12,16	82	39 - 151
Anomalie genito-urinarie	0-14	11	12,65	87	43 - 156
Anomalie cromosomiche	0-4	57	51,15	111	84 - 144
Anomalie cromosomiche	0-14	61	54,68	112	85 - 143
Leucemie	0-14	104	98,89	105	86 - 127
Tumori dell'encefalo	0-14	54	47,96	113	85 - 147

Tabella 4. Comune: Napoli: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	1528	1375,95	111	106 - 117
Malformazioni congenite	0-4	698	531,33	131	122 - 141
Malformazioni congenite	0-14	731	558,69	131	122 - 141
Anomalie cardiovascolari	0-4	362	249,14	145	131 - 161
Anomalie cardiovascolari	0-14	378	261,28	145	130 - 160

Tabella 5. Aggregato della provincia di Napoli eccetto il comune di Napoli: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	357	411,87	87	78 - 96
Malformazioni congenite	0-4	149	159,72	93	79 - 110
Malformazioni congenite	0-14	157	166,98	94	80 - 110
Anomalie cardiovascolari	0-4	67	75,43	89	61 - 113
Anomalie cardiovascolari	0-14	71	78,63	90	71 - 114

Il “pool” dei comuni della provincia di Caserta (Tabella 6) evidenzia un’eccessiva mortalità per cause perinatali, in particolare per “altre condizioni perinatali”. Questa situazione si rispecchia nei dati dei comuni di Caserta e Castel Volturno (Tabella 7).

L’eccesso di mortalità per malformazioni congenite, presente a livello provinciale, trova riscontro nel dato relativo al comune di Casapesenna (Tabella 7).

Tabella 6. Provincia di Caserta: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	250	205,91	121	107 - 137
Materne		8	10,95	73	31 - 144
Altre condizioni perinatali		178	122,98	145	124 - 168
Postmaturità		2	0,32	630	71 - 2276
Malformazioni congenite	0-4	80	79,83	100	79 - 125
Malformazioni congenite	0-14	84	83,77	100	80 - 124
Anomalie del sistema nervoso	0-4	19	10,19	187	112 - 291
Anomalie del sistema nervoso	0-14	20	11,39	176	107 - 271
Anomalie cardiovascolari	0-4	31	37,69	82	56 - 117
Anomalie cardiovascolari	0-14	34	39,42	86	60 - 121
Anomalie genito-urinarie	0-4	2	1,43	140	16 - 506
Anomalie genito-urinarie	0-14	2	1,48	135	15 - 488
Anomalie cromosomiche	0-4	10	5,87	170	82 - 313
Anomalie cromosomiche	0-14	10	6,27	159	76 - 293
Leucemie	0-14	10	11,21	89	43 - 164
Tumori dell'encefalo	0-14	8	5,53	145	62 - 285

Tabella 7. Comuni di Caserta, Casapesenna e Castel Volturno: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Caserta					
Altre condizioni perinatali	0-4	74	47,69	155	122 - 195
Casapesenna					
Malformazioni congenite	0-4	10	4,22	237	113 - 435
Malformazioni congenite	0-14	10	4,42	226	108 - 416
Anomalie del sistema nervoso	0-4	3	0,54	560	113 - 1637
Anomalie del sistema nervoso	0-14	3	0,60	504	101 - 1472
Castel Volturno					
Perinatali	0-4	37	24,36	152	107 - 209

I comuni della provincia di Salerno, nel loro insieme, non evidenziano eccessi statisticamente significativi (Tabella 8). Tuttavia, due comuni (San Mauro La Bruca e Stio) hanno eccessi di mortalità per alcune cause perinatali ed altri (Montano Antilia e Stio) per malformazioni congenite (Tabella 9).

C’è un eccesso di mortalità per cause perinatali che riguarda l’aggregato dei comuni (Tabella 10); tuttavia, come si evince dalle Tabella 11 e 12, solo l’incremento osservato nel comune di Lecce è statisticamente significativo.

Il “pool” dei comuni della provincia di Modena mostra un eccesso relativo al gruppo di cause denominato “altre condizioni perinatali” (Tabella 13). Come illustrato nelle Tabelle 14 e 15, detto eccesso è significativo nel solo comune di Modena. Il comune di Mirandola evidenzia un SMR significativamente maggiore di 100 per le malformazioni congenite (Tabella 14).

Tabella 8. Provincia di Salerno: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SRM e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	290	269,88	107	96 - 121
Materne		17	14,38	118	69 - 189
Altre condizioni perinatali		179	161,13	111	95 - 129
Postmaturità		2	0,42	481	58 - 1739
Malformazioni congenite	0-4	103	104,59	98	80 - 119
Malformazioni congenite	0-14	109	109,68	99	82 - 120
Anomalie del sistema nervoso	0-4	14	13,37	105	57 - 176
Anomalie del sistema nervoso	0-14	19	14,92	127	77 - 199
Anomalie cardiovascolari	0-4	47	49,32	95	70 - 127
Anomalie cardiovascolari	0-14	48	51,57	93	69 - 123
Anomalie genito-urinarie	0-4	2	1,87	107	13 - 387
Anomalie genito-urinarie	0-14	2	1,94	103	13 - 373
Anomalie cromosomiche	0-4	11	7,35	150	75 - 268
Anomalie cromosomiche	0-14	11	8,22	134	67 - 240
Leucemie	0-14	11	14,54	76	38 - 135
Tumori dell'encefalo	0-14	7	7,17	98	39 - 201

Tabella 9. Comuni di Montano Antilia, San Mauro La Bruca e Stio: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Montano Antilia					
Malformazioni congenite	0-4	5	1,24	403	130 - 940
Malformazioni congenite	0-14	5	1,31	383	123 - 894
Anomalie cardiovascolari	0-4	5	0,58	858	277 - 2002
Anomalie cardiovascolari	0-14	5	0,61	818	264 - 1909
San Mauro La Bruca					
Perinatali	0-4	4	1,02	393	106 - 1005
Stio					
Perinatali	0-4	6	1,06	569	208 - 1238
Malformazioni congenite	0-14	3	0,43	698	140 - 2039

Tabella 10. Provincia di Lecce: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	174	135,92	128	110 - 149
Materne		6	5,86	102	38 - 223
Altre condizioni perinatali		100	87,63	114	93 - 139
Postmaturità		0	0,00		
Malformazioni congenite	0-4	51	56,91	102	38 - 223
Malformazioni congenite	0-14	56	60,88	92	69 - 119
Anomalie del sistema nervoso	0-4	12	8,33	144	74 - 252
Anomalie del sistema nervoso	0-14	13	9,65	135	72 - 230
Anomalie cardiovascolari	0-4	19	25,20	75	45 - 118
Anomalie cardiovascolari	0-14	23	27,17	85	54 - 127
Anomalie genito-urinarie	0-4	0	1,06		
Anomalie genito-urinarie	0-14	0	1,06		
Anomalie cromosomiche	0-4	8	4,24	189	82 - 372
Anomalie cromosomiche	0-14	8	4,49	178	77 - 351
Leucemie	0-14	4	6,94	58	16 - 147
Tumori dell'encefalo	0-14	4	3,99	100	27 - 257

Tabella 11. Comune di Lecce: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	116	88,51	131	108 - 157

Tabella 12. Aggregato eccetto il comune di Lecce: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	58	47,41	122	93 - 158

Tabella 13. Provincia di Modena: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	149	142,88	104	88 - 122
Materne		7	7,99	88	35 - 181
Altre condizioni perinatali		110	86,19	128	105 - 154
Postmaturità		0	0,08		
Malformazioni congenite	0-4	67	63,99	105	81 - 133
Malformazioni congenite	0-14	71	68,52	104	81 - 131
Anomalie del sistema nervoso	0-4	5	7,63	66	21 - 153
Anomalie del sistema nervoso	0-14	6	8,89	67	25 - 147
Anomalie cardiovascolari	0-4	26	27,36	95	62 - 139
Anomalie cardiovascolari	0-14	28	29,83	94	62 - 136
Anomalie genito-urinarie	0-4	3	2,66	113	23 - 329
Anomalie genito-urinarie	0-14	3	2,66	113	23 - 329
Anomalie cromosomiche	0-4	7	5,56	126	51 - 259
Anomalie cromosomiche	0-14	7	5,72	122	49 - 252
Leucemie	0-14	8	9,86	81	35 - 160
Tumori dell'encefalo	0-14	3	5,92	51	10 - 148

Tabella 14. Comuni di Mirandola e Modena: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Mirandola					
Malformazioni congenite	0-4	10	4,29	233	112 - 429
Malformazioni congenite	0-14	10	4,60	217	104 - 400
Modena					
Altre condizioni perinatali	0-4	66	48,69	136	105 - 172

Tabella 15. Aggregato eccetto il comune di Modena: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Altre condizioni perinatali	0-4	44	37,5	117	85 - 158

La provincia di Reggio Emilia mostra SMR elevati, seppure originati da numeri relativamente modesti, per quanto riguarda le malformazioni congenite del sistema nervoso (Tabella 16). Come si evince dalle Tabelle 17 e 18, gran parte dell'eccesso è spiegato dal comune di Carpineti.

Tabella 16. Provincia di Reggio Emilia: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	17	12,44	137	80 - 219
Materne		0	0,70	0	
Altre condizioni perinatali		7	7,50	93	38 - 192
Postmaturità		0	0,01	0	
Malformazioni congenite	0-4	9	5,58	161	74 - 306
Malformazioni congenite	0-14	11	5,99	184	92 - 328
Anomalie del sistema nervoso	0-4	4	0,66	603	164 - 1544
Anomalie del sistema nervoso	0-14	5	0,78	640	208 - 1494
Anomalie cardiovascolari	0-4	1	2,39	42	1 - 233
Anomalie cardiovascolari	0-14	1	2,62	38	1 - 213
Anomalie genito-urinarie	0-4	1	0,23	435	11 - 2423
Anomalie genito-urinarie	0-14	1	0,23	435	11 - 2423
Anomalie cromosomiche	0-4	1	0,48	207	5 - 1155
Anomalie cromosomiche	0-14	1	0,50	201	5 - 1120
Leucemie	0-14	2	0,88	227	28 - 821
Tumori dell'encefalo	0-14	0	0,53	0	

Tabella 17. Comune di Carpineti: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Malformazioni congenite	0-4	4	0,85	471	127 - 1207
Malformazioni congenite	0-14	4	0,91	439	118 - 1124
Anomalie del sistema nervoso	0-4	2	0,10	1993	224 - 7196
Anomalie del sistema nervoso	0-14	2	0,12	1692	190 - 6109

Tabella 18. Aggregato eccetto il comune di Carpineti: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Anomalie del sistema nervoso	0-4	2	0,56	357	43 - 1290
Anomalie del sistema nervoso	0-14	3	0,66	455	94 - 1328

Tabella 19. Provincia di Pavia: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	12	7,58	158	82 - 276
Materne		0	0,33		
Altre condizioni perinatali		9	4,51	199	91 - 378
Postmaturità		0	0,00		
Malformazioni congenite	0-4	3	4,61	65	13 - 190
Malformazioni congenite	0-14	4	4,95	81	22 - 207
Anomalie del sistema nervoso	0-4	0	0,60		
Anomalie del sistema nervoso	0-14	0	0,73		
Anomalie cardiovascolari	0-4	1	2,01	50	1 - 278
Anomalie cardiovascolari	0-14	1	2,16	46	1 - 258
Anomalie genito-urinarie	0-4	0	0,14		
Anomalie genito-urinarie	0-14	0	0,15		
Anomalie cromosomiche	0-4	0	0,42		
Anomalie cromosomiche	0-14	0	0,44		
Leucemie	0-14	0	0,68		
Tumori dell'encefalo	0-14	1	0,34	295	8 - 1645

Nessun eccesso si registra nell'aggregato dei comuni della provincia di Pavia (Tabella 19), mentre il solo comune di Gambalò mostra un SMR elevato relativamente al dato "altre condizioni perinatali" (Tabella 20). I comuni della provincia di Torino mostrano eccessi di mortalità per cause perinatali, e particolarmente per le "altre condizioni perinatali" (Tabella 21). Come si può vedere dalle Tabelle 22 e 23, detti eccessi sono da riferire al solo comune di Torino. Significativi incrementi di mortalità per alcuni tipi di malformazioni si registrano nei comuni di Collegno, Ivrea e Pinerolo.

Tabella 20. Comune di Gambalò: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Altre condizioni perinatali	0-4	6	2,11	285	104 - 620

Tabella 21. Provincia di Torino: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	691	640,79	108	100 - 116
Materne		51	47,63	107	80 - 141
Altre condizioni perinatali		453	396,80	114	104 - 125
Postmaturità		0	0,53		
Malformazioni congenite	0-4	315	305,85	103	92 - 115
Malformazioni congenite	0-14	333	326,10	102	92 - 114
Anomalie del sistema nervoso	0-4	39	41,93	93	66 - 127
Anomalie del sistema nervoso	0-14	44	49,18	89	65 - 120
Anomalie cardiovascolari	0-4	152	141,31	108	91 - 126
Anomalie cardiovascolari	0-14	162	151,33	107	91 - 125
Anomalie genito-urinarie	0-4	8	8,06	99	43 - 196
Anomalie genito-urinarie	0-14	8	8,33	96	41 - 189
Anomalie cromosomiche	0-4	35	26,10	134	93 - 187
Anomalie cromosomiche	0-14	36	26,87	134	94 - 185
Leucemie	0-14	49	40,89	120	89 - 158
Tumori dell'encefalo	0-14	19	19,93	95	57 - 149

Tabella 22. Comuni di Torino, Collegno, Ivrea e Pinerolo: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Torino					
Perinatali	0-4	576	512,18	112	103 - 122
Altre condizioni perinatali	0-4	390	317,21	123	111 - 136
Collegno					
Malformazioni congenite	0-4	21	12,56	167	103 - 256
Anomalie cardiovascolari	0-4	12	5,81	206	107 - 361
Ivrea					
Anomalie cromosomiche	0-4	4	0,48	838	225 - 2146
Anomalie cromosomiche	0-14	4	0,49	813	219 - 2081
Pinerolo					
Malformazioni congenite	0-4	19	8,87	214	129 - 335
Malformazioni congenite	0-14	20	9,45	211	129 - 327

Tabella 23. Aggregato eccetto il comune di Torino: decessi osservati, attesi sulla base dei tassi regionali, SMR e suo IC al 95% per causa e classe di età

Cause	Età	Osservati	Attesi	SMR	IC 95%
Perinatali	0-4	63	79,59	79	61 - 101
Altre condizioni perinatali	0-4	115	128,61	89	74 - 107

Considerazioni conclusive

Preliminarmente alla formulazione di alcune considerazioni conclusive, è opportuno soffermarsi sul significato e sui limiti del presente studio.

Obiettivo dello studio era descrivere la mortalità per alcune cause, associate in letteratura con la residenza in prossimità di discariche, in una serie di ambiti territoriali nei quali fonti ufficiali indicavano la presenza di almeno una discarica.

Come avviene in tutti gli studi di mortalità, ci si è concentrati su un indicatore che riflette sia l'incidenza della patologia in esame, sia la loro sopravvivenza. Nell'interpretazione dei risultati va quindi considerato che un incremento di mortalità può dipendere da un reale incremento di incidenza o da una minore sopravvivenza, associata, ad esempio, al mancato accesso della popolazione a centri ospedalieri che forniscano i protocolli terapeutici più aggiornati.

Il criterio utilizzato per l'inclusione dei comuni nello studio è stato sensibile (presenza di almeno una discarica), ma non specifico, data la natura esplorativa dello studio stesso. Non è inoltre riportato, nella fonte utilizzata, il numero di anni per i quali la discarica stessa è stata in attività, e questo preclude la valutazione del criterio cronologico nel ragionamento causale.

Le patologie indagate sono tutte caratterizzate da eziologia multifattoriale: l'osservazione, in un comune con presenza di discariche, di un incremento della mortalità per una data patologia non consente quindi di dedurre un nesso eziologico.

Alla luce di quanto esposto, l'utilità della presente indagine è consistita nell'esplorare i dati di numerosi comuni sede di discariche, selezionando un limitato numero di segnali da sottoporre a verifiche più approfondite.

Come si evince dalla Tabella 24, la mortalità per cause perinatali risulta significativamente più elevata di quella attesa in 4 degli 8 aggregati di comuni considerati, relativi alle province di Napoli, Caserta, Lecce, e Torino.

La mortalità per malformazioni congenite, studiata considerando sia la classe 0-4 anni che la classe più ampia 0-14 anni, presenta SMR significativamente maggiori di 100 nel solo aggregato della provincia di Napoli, dove sembra riguardare le sole anomalie cardiovascolari. Eccessi di mortalità per malformazioni congenite relative al sistema nervoso si registrano a Caserta e Reggio Emilia.

Tabella 24. Aggregati provinciali con eccessi statisticamente significativi

Cause	NA	CE	SA	LE	MO	RE	PV	TO
Perinatali	sì	sì		sì				sì
Materne								
Altre condizioni perinatali		sì			sì			sì
Postmaturità								
Malformazioni congenite	sì							
Anomalie del sistema nervoso		sì				sì		
Anomalie cardiovascolari	sì							
Anomalie genito-urinarie								
Anomalie cromosomiche								
Leucemie								
Tumori dell'encefalo								

In aggiunta a queste osservazioni, superamenti significativi della mortalità attesa, per almeno una delle cause considerate, sono stati rilevati nei comuni di Napoli, Caserta, Casapesenna (CE), Montano Antilia (SA), San Mauro La Bruca e Stio (SA), Lecce, Modena, Mirandola (MO), Carpineti (RE), Gambalò (PV), Torino, Collegno, Ivrea e Pinerolo (TO).

Sulla base di quanto discusso in precedenza, questi comuni rappresentano aree nelle quali è opportuno effettuare studi epidemiologici mirati, basati sull'accertamento a livello individuale della diagnosi e delle modalità di esposizione a fattori ambientali e ad altri fattori. Le procedure da impiegare dovranno essere coerenti con le indicazioni metodologiche riportate nel contributo di F. Bianchi nel presente rapporto.

È opportuno che tali verifiche vengano svolte secondo procedure standardizzate e che i risultati vengano resi noti alle popolazioni interessate, trasferendo anche i margini di incertezza dei dati in esame. In questo modo un sistema di sorveglianza epidemiologica, finalizzato all'individuazione di eventuali effetti avversi in comuni sede di discariche, si innesta in un più generale programma di sanità pubblica comprendente ricerche, interventi e comunicazione.

STUDIO DI MORTALITÀ NELLE VICINANZE DI DUE DISCARICHE DI RIFIUTI A TORINO

Francesco Mitis (a), Marco Martuzzi (a), Roberto Bertollini (a), Ennio Cadum (b), Moreno Demaria (b)
(a) *World Health Organization – European Centre for Environment and Health, Roma*
(b) *ARPA Piemonte, Area di Epidemiologia Ambientale, Torino*

Introduzione

L'impatto ambientale e le possibili conseguenze sanitarie avverse associate alla presenza di discariche di rifiuti sul territorio causano crescente preoccupazione tra la popolazione residente nei pressi degli impianti di smaltimento. Studi epidemiologici di popolazioni professionalmente esposte ad agenti chimici prodotti dal trattamento di rifiuti (pericolosi e non) hanno indicato un aumento di rischio di diverse patologie (1, 2). Osservazioni sui rischi per la popolazione generale sono disponibili ma riguardano prevalentemente le conseguenze di incidenti industriali seguiti da emissioni eccezionali di inquinanti. Al contrario, i dati epidemiologici sugli effetti sulla salute delle popolazioni esposte ad ordinarie emissioni di impianti di trattamento, incenerimento e stoccaggio di rifiuti urbani e rifiuti pericolosi sono limitati (3). Questo a fronte della crescente preoccupazione di opinione pubblica ed operatori sanitari e a fronte di una forte domanda di nuovi impianti.

Uno studio dell'Istituto Superiore di Sanità (4) sulla valutazione della qualità delle acque profonde in prossimità della discarica di Barricalla ha evidenziato valori di parametri che rientrano nelle concentrazioni massime ammissibili. Un'esauriente rassegna critica su un totale di 50 articoli, rapporti e abstract pubblicati dal 1980 al 1998 è stata effettuata recentemente (5). Per quanto riguarda gli studi geografici si sono registrati eccessi di rischio per il tumore polmonare maschile (6, 7), per il tumore vescicale in entrambi i sessi (8, 9), per la leucemia (10), per la leucemia infantile (11), per il tumore al fegato negli uomini (6), per il tumore alla prostata (6), per il tumore allo stomaco in entrambi i sessi (7) e nei soli uomini (6), per il tumore all'utero (6), per il tumore al retto (7) e per le malformazioni alla nascita (12). Per quanto riguarda gli studi retrospettivi di coorte sono stati segnalati eccessi di rischio per il basso peso alla nascita (13) e per le malformazioni alla nascita (14). Gli studi caso-controllo effettuati riportano eccessi di rischio per il basso peso alla nascita (15), per il tumore vescicale femminile (16), per la leucemia nelle sole donne (16) e per la leucemia infantile (17).

Il presente studio, condotto in collaborazione con l'ARPA Piemonte, intende contribuire ad avviare una valutazione della rilevanza del problema dello smaltimento dei rifiuti in termini di sanità pubblica in Italia, attraverso analisi di mortalità di alcune popolazioni residenti in prossimità di importanti discariche di rifiuti solidi urbani. Nonostante numerosi studi epidemiologici siano stati dedicati alla materia dalla letteratura scientifica negli ultimi venti anni e nonostante sia stato trovato un consistente numero di segnalazioni di aumento del rischio per diverse patologie, relazioni causali tra esposizione ed esiti sanitari sono lontane dall'essere provate. Questo fatto è anche legato alla carenza di misure di esposizione diretta e a problemi metodologici. Adeguate informazioni sull'eventuale esposizione delle popolazioni alle emissioni di impianti di smaltimento di rifiuti solidi urbani e sull'ordine di grandezza di tale esposizione sono spesso assenti o carenti. L'uso della distanza dal sito inquinante come variabile di misurazione indiretta dell'esposizione, insieme alla lunga latenza di molte patologie di origine tumorale comportano una sensibilità e specificità limitate per questo tipo di studi. I

problemi metodologici consistono nella difficoltà di distinguere nei piccoli incrementi di rischio che si osservano, in seguito ad esposizioni a piccole dosi di inquinanti chimici protratte per lungo tempo, gli effetti reali dovuti alla presenza delle discariche sul territorio dai fattori di confondimento e dalle distorsioni.

La carenza di dati inerenti l'esposizione diretta suggerisce, nella maggioranza degli studi epidemiologici, di utilizzare modelli di regressione basati sulla distanza dall'ipotetica fonte inquinante, seppur disaggregata a livello di sezione di censimento. Questa approssimazione verosimilmente preserva una scala ordinale di esposizione: tale approccio, utile anche in virtù della sua rilevanza in termini di possibili interventi di sanità pubblica, è stato usato in precedenti studi eseguiti in Gran Bretagna sui residenti prossimi ad inceneritori municipali (3) ed altri studi in epidemiologia ambientale. I possibili fattori di confondimento di natura socio-economica, potenzialmente importanti in questo tipo di studi, sono solitamente controllati (probabilmente in modo solo parziale) grazie all'uso di indici di deprivazione economica e all'inclusione nell'analisi di altre variabili quali la provenienza geografica e il grado di istruzione.

Materiali e metodi

Entrambe le discariche oggetto di analisi (Barricalla e Basse di Stura) sono situate nell'area studiata (Tabella 1), in cui sono presenti sei aziende a rischio di incidente rilevante (18). Lo studio si basa su dati di mortalità di fonte ISTAT. Per le analisi descrittive di mortalità, l'accesso ai dati è stato effettuato utilizzando l'“Atlante Italiano di Mortalità”, sviluppato dall'Istituto di Biometria dell'Università di Milano in collaborazione con il CILEA. Gli approfondimenti a livello sub-comunale sono stati effettuati grazie ad una collaborazione con l'Area di Epidemiologia Ambientale dell'ARPA Piemonte.

Tabella 1. Comuni oggetto di studio

Comuni	Popolazione
Torino	962507
Venaria Reale	30614
Borgaro Torinese	10544
Cruento	7567
Collegno	47161

Analisi descrittive

Una prima componente delle analisi è di natura descrittiva e prevede la produzione di statistiche, elaborate su dati ISTAT (1990-1994), per ognuna delle cause di morte selezionate ed elencate nella Tabella 2.

Sono state calcolate le seguenti statistiche descrittive: (a) tassi di mortalità, grezzi e standardizzati per età; (b) rapporti standardizzati di mortalità (*Standardized Mortality Ratio*, SMR) specifici per età (con riferimento alla popolazione regionale del 1991); (c) SMR standardizzati, oltre che per età, anche per indice comunale di deprivazione socio-economica (19), costruito sulla base di diverse variabili di censimento (proporzione della popolazione di più di sei anni di età con sola licenza elementare o senza, proporzione di disoccupati tra la popolazione attiva, proporzione della popolazione abitante in case non di proprietà, proporzione di famiglie di genitori soli con figli e superficie media delle abitazioni); (d) rapporti

standardizzati proporzionali di mortalità (SPMR) per residenti stabili (cioè nati nei comuni in esame o comuni limitrofi), utilizzato allo scopo di evidenziare eventuali differenze tra la mortalità di tutti i residenti e dei “nativi”, in modo da riconoscere la presenza di effetti legati a flussi migratori, molto forte come componente nell’analisi in questione; (e) rischio cumulativo per classi di età inferiori a 64 anni, interpretabile direttamente come la probabilità di morte per la causa in questione fino al compimento di 65 anni di età.

Tabella 2. Patologie oggetto di studio e classificazione ICD IX

Cause di morte	Patologie	Codice ICD IX
Mortalità per tutte le cause		0-999
Malattie non tumorali	Mal. sistema circolatorio	390-459
	Infarto	410-414
	Malattie cerebrovascolari	430-438
	Malattie apparato respiratorio	460-519
	Malattie croniche apparato respiratorio	490-493
	Malattie apparato digerente	520-579
	Cirrosi epatica	571
	Malattie apparato genito-urinario	580-629
	Malattie infettive	001-139
	Diabete	250
	Cause maldefinite	780-799
	Malattie neuropsichiatriche	290-303, 305-319
	Traumatismi ed avvelenamenti	800-999
	Malattie tumorali	Tutti i tumori
Stomaco		151
Colon e retto		153-154
Fegato e dotti biliari		155.0-155.1, 156
Laringe		161
Trachea, bronchi e polmoni		162
Pleura		163
Vescica		188
Sistema nervoso centrale		191-192, 225
Sistema linfematopoietico		200-208
Linfoma non Hodgkin		200, 202
Morbo di Hodgkin		201
Mieloma multiplo		203
Leucemia		204-208
Osso e tessuti molli		170-171
Melanoma		172
Utero (<i>solo donne</i>)		179-180, 182
Prostata (<i>solo uomini</i>)		185
Mammella (<i>solo donne</i>)		174
Testicolo (<i>solo uomini</i>)		186
Ovaio (<i>solo donne</i>)	183	

Tutte le analisi sono state condotte separatamente per uomini e donne, in modo da mettere in evidenza gli eccessi e difetti di mortalità che hanno luogo in uno solo dei sessi. I tassi e gli SMR sono corredati di intervalli di confidenza al 95% per valutare statisticamente l’errore campionario associato alla stima. Le analisi sono state effettuate anche per gli stessi comuni ad eccezione del capoluogo di regione. I risultati più significativi sono stati riportati successivamente.

Analisi spaziali

Una seconda componente delle analisi è costituita da analisi spaziali di eterogeneità. L'area studiata viene suddivisa nei comuni che la compongono e collocata nel proprio contesto spaziale. L'obiettivo è quello di mettere in luce eventuali irregolarità nella distribuzione spaziale della mortalità (ad esempio a causa della presenza di eccessi localizzati) che possano fornire indicazioni circa la presenza di fattori di rischio particolari. L'analisi è stata effettuata considerando una regione approssimativamente circolare e contenente i comuni intorno all'area (è stato scelto un cerchio con centro nel comune di Venaria Reale e raggio di 20 km, comprendente 71 comuni dalla popolazione totale di circa 1600000 abitanti). La popolazione residente in tale cerchio è utilizzata come riferimento per il calcolo delle stime di rischio. A causa delle onerose procedure di calcolo, le analisi spaziali per comune sono state effettuate solo per alcune cause di morte: mortalità totale, per tutti i tumori, per alcune cause in eccesso significativo nelle analisi per l'area nel suo complesso e quelle per le quali le conoscenze disponibili suggeriscano l'opportunità di un approfondimento, come ad esempio precedenti segnalazioni in letteratura o presenza di esposizioni con effetti noti (malattie dell'apparato respiratorio, tumore polmonare, vescicale, epatico, al sistema linfoematopoietico).

Le analisi spaziali comprendono il calcolo degli SMR per comune, il suo valore massimo e minimo tra i comuni del cerchio considerato e l'applicazione di un modello statistico (20) per la stima dell'eterogeneità fra comuni basato sull'assunzione che i rischi per comune siano distribuiti in modo regolare (secondo una distribuzione di probabilità gamma). I casi osservati ed attesi per comune sono utilizzati per valutare la significatività statistica dell'eterogeneità del rischio e per stimarne la dimensione. Infine sono stati calcolati il quinto ed il novantacinquesimo percentile della distribuzione del rischio stimata dal modello, che descrivono gli estremi entro i quali sono compresi il 90% dei rischi dei comuni. I risultati più significativi sono riportati nel capitolo seguente.

Mappe

Nei casi in cui l'analisi spaziale riveli la presenza di eterogeneità spaziale di rischio, si è proceduto alla mappatura del rischio stesso nella regione, per evidenziare i comuni a maggior rischio. In molte circostanze, tuttavia, gli SMR calcolati per comune sono instabili, in quanto basati su un numero esiguo di casi, fenomeno ancor più accentuato per le cause di morte più rare. Per non indurre il lettore ad erronee conclusioni le mappe sono state preparate usando due diversi indicatori di rischio: gli SMR e gli stimatori Bayesiani empirici (EBR) (21) con i quali i valori estremi degli SMR basati su pochi casi vengono ricondotti a valori prossimi alla media ed è possibile evidenziare gli eccessi più attendibili.

Trend temporali ed effetti per coorte di nascita

Per collocare i risultati delle analisi precedenti nel contesto dell'andamento temporale della mortalità sono stati esaminati i valori e le evoluzioni di determinati indicatori dal 1981 al 1994. Per i tre periodi 1981-1984, 1985-1989 e 1990-1994 sono stati calcolati sia i tassi standardizzati di mortalità che gli SMR, entrambi corredati di intervalli di confidenza al 95%. I tassi standardizzati per età sono ottenuti usando come riferimento la popolazione nazionale del 1991. Gli SMR vengono invece calcolati usando le popolazioni di riferimento regionali (1981 per il primo periodo, 1991 per il terzo e una popolazione stimata per il secondo); viene inoltre fornito un valore di significatività statistica del loro trend (p), calcolato con un modello di regressione

di Poisson. In questo modo vengono paragonate variazioni assolute dei tassi di mortalità dell'area all'andamento del rischio relativo rispetto alla regione di appartenenza.

È stata inoltre effettuata l'analisi di coorte per alcune cause di morte ritenute di particolare interesse e per sesso. In queste analisi viene seguito l'andamento della mortalità di cinque generazioni – le coorti di nascita dei quinquenni con inizio nel 1920, 1925, 1930, 1935 e 1940 – per la durata dei tre periodi oggetto di analisi. Per ognuna delle coorti viene calcolato il rischio cumulativo di morire entro i 65 anni per una determinata causa tramite un modello di regressione di Poisson età-coorte di nascita. I rischi cumulativi di ogni coorte sono corredati di intervalli di credibilità al 95% calcolati tramite il metodo iterativo *bootstrap* (22).

I risultati più significativi sono stati riportati nel paragrafo seguente.

Approfondimento sub-comunale

Questa ultima parte dell'analisi è stata svolta in collaborazione con l'Area di Epidemiologia Ambientale dell'ARPA Piemonte. I dati disaggregati a livello di sezione di censimento sono stati tratti dallo Studio Longitudinale Torinese, consistente in un sistema di archivi che integrano, attraverso procedure di *record-linkage* (23), basi di dati anagrafiche, censuarie e socio-sanitarie, permettendo quindi di condurre analisi di coorte retrospettiva. Sono state esaminate le relazioni fra mortalità per alcune cause di morte e residenza da un lato, con particolare riferimento alla distanza dalle discariche di Barricalla e di Basse di Stura, intesa come surrogato dell'esposizione ad inquinanti rilasciati dalle discariche dall'altro, con riferimento alle mutazioni socio-demografiche. Sono state analizzate, separatamente per uomini e per donne tutte le cause di morte tumorali, tumore polmonare, vescicale e leucemie. Per le leucemie infantili uomini e donne sono stati raggruppati. Obiettivo di ogni singolo studio microgeografico, effettuato tramite un modello di regressione di Poisson, senza far ricorso a questionari individuali, è stato studiare l'ipotesi di rischio decrescente, all'aumentare della distanza dalle discariche, per la popolazione residente in prossimità dei siti di smaltimento. Per la valutazione di un eventuale rischio ambientale è stato necessario conoscere la sezione di censimento della residenza più rilevante per la patologia in esame. Le coordinate del centroide della sezione censuale sono state usate per la descrizione del rischio di malattia, di per sé ed in funzione della distanza dalla sorgente ipotetica di inquinamento, con e senza aggiustamento per indice di deprivazione socio-economica.

Sono stati considerati tutti i deceduti per le cause di morte sopra riportate residenti nelle sezioni di censimento entro un cerchio con centro nel sito e raggio di 3,5 km, nel periodo 1971-1999, esposti per almeno cinque anni. Parte delle sezioni di censimento interessate alle due analisi si sovrappongono. Il calcolo degli attesi è stato effettuato utilizzando i dati disponibili per sezione di censimento e i tassi di mortalità dell'intero comune di Torino. Gli attesi considerati nell'analisi sono stati standardizzati per età (classi decennali), istruzione e provenienza geografica. Per la leucemia infantile gli attesi sono stati standardizzati solamente per sesso e per età (classi quinquennali). Alla funzione distanza-rischio risultante sono stati applicati due diversi metodi di regressione locale, i metodi "spline" e "loess" (24), per smussare l'influenza nel trend di eventuali unità statistiche anomale. Il test di Stone (25) è stato inoltre applicato a tutte le analisi effettuate per verificare l'esistenza di una relazione decrescente tra distanza dalla fonte inquinante e rischio e il corrispondente livello di significatività statistica. Per ogni cerchio concentrico attorno all'ipotetica fonte inquinante sono stati riportati il numero di casi (sotto l'assunzione che seguano una distribuzione di Poisson con media proporzionale ai corrispondenti valori attesi), di attesi, l'SMR corredato di significatività statistica (IC 95%) e i rischi relativi calcolati con la regressione isotonica.

Risultati

Analisi descrittive

L'area studiata è ad alta connotazione industriale: dal censimento del 1991 risulta che il 53% degli uomini e il 47% delle donne occupate lavora nel settore manifatturiero; un decimo degli uomini è occupato nel settore delle costruzioni mentre quasi la metà delle donne è occupata nel settore dei servizi. L'area è caratterizzata da un intenso flusso interregionale e regionale di pendolari, da emigrazione e da forte mobilità alla pensione. L'indice di deprivazione, pesato per popolazione, è molto elevato (4,97) ad indicare una condizione socio-economica svantaggiata rispetto ai valori medi regionali.

Le analisi condotte per l'insieme dei cinque comuni indicano, per entrambi i sessi, una mortalità per tutte le cause inferiore ai valori regionali (SMR rispettivamente pari a 95,5 e 94,6, circa 26000 casi sia per gli uomini che per le donne). Il totale delle cause tumorali è allineato ai valori regionali. Le uniche cause in eccesso statisticamente significativo sono il tumore al colon (SMR = 109 in entrambi i sessi), al fegato (126,4 negli uomini, 105,3 nelle donne), alla vescica negli uomini (116,8) e al polmone nelle donne (123,5). Questi risultati non subiscono sostanziali modifiche una volta aggiustati per indice di deprivazione. Le percentuali degli SMR in eccesso e in difetto significativo (sul totale degli SMR calcolati per entrambi i sessi) restano simili, nonostante in alcune cause di morte si registrino slittamenti dei valori notevoli. Diminuiscono di 10 punti percentuali il tumore al fegato negli uomini e quello polmonare nelle donne. La componente della popolazione migrante è assai elevata: in entrambi i sessi solo la metà dei decessi (46% negli uomini, 50% nelle donne) si registra nella popolazione stabile. La differenza tra gli SMR e gli SPMR è notevole. Nelle donne gli SPMR sono sistematicamente maggiori. In entrambi i sessi, nella popolazione stabile, le stime di rischio per il totale delle cause tumorali sono in eccesso significativo (103,2 negli uomini, 105,3 nelle donne). Analizzando la stessa area, ad esclusione del comune di Torino, i valori delle stime di rischio variano notevolmente, specialmente nelle donne. Si registrano eccessi significativi di mortalità per la mortalità generale (107,9), per le malattie dell'apparato respiratorio – croniche e non (rispettivamente 166,2 e 133,4) –, per le cause tumorali (110,5) e per il tumore polmonare (143,9). Gli SPMR sono inferiori, con effetto protettivo sulla popolazione stabile. Non si registrano valori delle stime statisticamente significative negli uomini, ad eccezione delle cause violente, che risultano in difetto rispetto ai valori medi regionali.

Per gli uomini si osservano differenze significative per diverse cause di morte selezionate (mortalità generale, tutte le cause tumorali) tra i comuni del cerchio considerato per l'analisi spaziale mentre non risultano significative tutte le cause tumorali di sedi specifiche. In entrambi i sessi è eterogenea la mortalità per malattie dell'apparato respiratorio (rischio relativo da 71,2 a 132,9 per gli uomini, da 70,2 a 134,1 per le donne). La mappatura dei dati comunali non evidenzia situazioni particolarmente a rischio. I comuni con rischi elevati sono distribuiti in maniera irregolare e si trovano anche al di fuori dell'area esaminata.

Le analisi dei trend temporali mostrano tendenze contrastanti. La mortalità per tutte le cause è al di sotto dell'atteso regionale in entrambi i sessi (nelle donne diminuisce significativamente, $p = 0,022$); diminuiscono le malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i sessi ($p < 0,01$ negli uomini, trend non significativo nelle donne) anche rispetto alla nazione. L'insieme delle cause tumorali è in calo rispetto alla regione in entrambi i sessi ($p = 0,004$ negli uomini e $0,003$ nelle donne, dove rimane tuttavia al di sopra dei valori attesi) mentre aumenta rispetto alla nazione; per il tumore al fegato e alla vescica, in entrambi i sessi, non esistono trend significativi, ma i valori sono costantemente superiori all'atteso; il tumore polmonare maschile è in calo significativo ed è, nell'ultimo periodo considerato, al di sotto dell'atteso regionale.

Nelle analisi per coorti di nascita gli andamenti dei due sessi sono speculari. I trend sono decrescenti per la mortalità generale e per le malattie dell'apparato respiratorio mentre presentano andamenti più irregolari per le cause di morte tumorali. Il tumore polmonare rispecchia l'andamento generale delle malattie tumorali, con un rischio cumulativo maggiore per la generazione del 1930; i rischi sono più grandi per le generazioni più giovani, invece, per il tumore al fegato e al sistema linfoematopoietico, per le più anziane per il tumore vescicale.

Approfondimenti sub-comunali: discarica di Basse di Stura

Il numero di casi e degli attesi considerati per la discarica di Basse di Stura è riportato nella Tabella 3.

Tabella 3. Discarica di Basse di Stura: SMR, numero di osservati e di attesi per le patologie oggetto di studio

Cause di morte	Uomini			Donne			Uomini + donne		
	osservati	attesi	SMR	osservati	attesi	SMR	osservati	attesi	SMR
Tutti i tumori	4811	4578	105,1*	3428	3276	104,6*	-	-	-
T. polmonare	1452	1383	105,0	273	265	103,0	-	-	-
T. vescica	287	271	105,9	65	68	95,6	-	-	-
Leucemie	150	139	107,9	120	112	107,1	-	-	-
Leuc. infantili	-	-	-	-	-	-	12	7	171,1

* Significativo (IC 95%)

L'unico trend decrescente statisticamente significativo che è stato trovato con i metodi di regressione di Poisson (esempi dei quali sono riportati in e Figura 2) risulta essere quello per il tumore alla vescica maschile (con uno dei metodi "loess" applicati i valori di "p" sono pari a 0,017 nel modello generale e a 0,024 in quello corretto per indice di deprivazione).

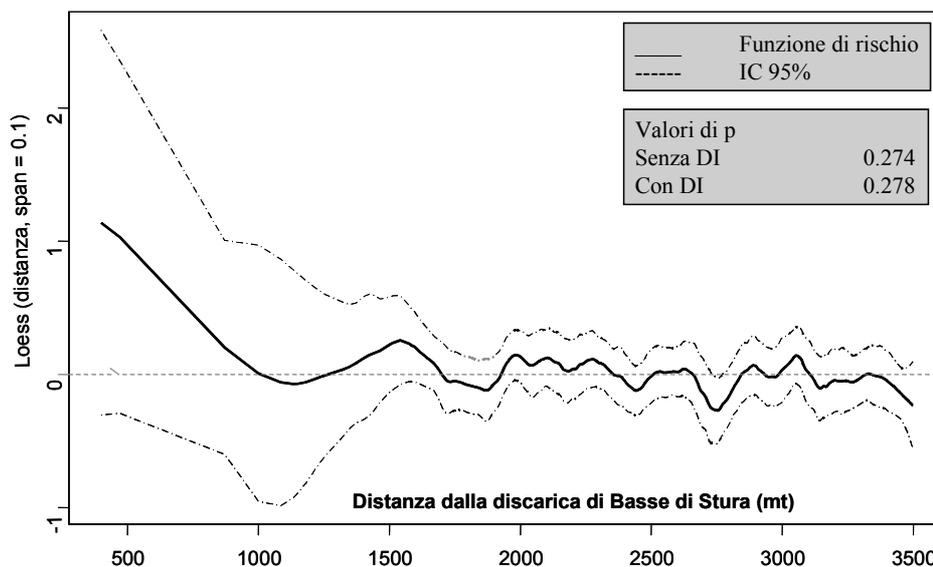


Figura 1. Discarica di Basse di Stura: tumore alla trachea, ai bronchi e ai polmoni, uomini

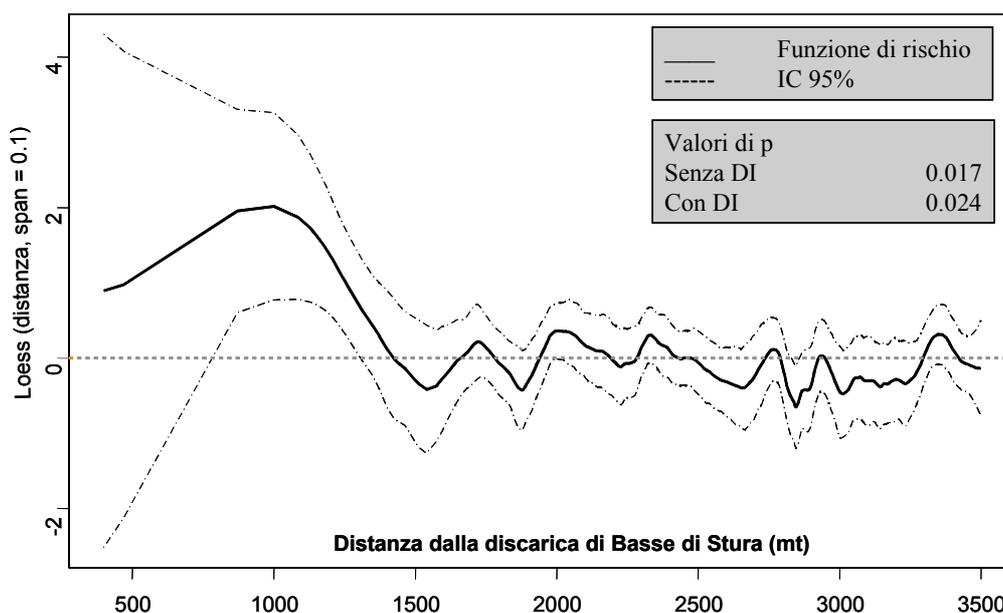


Figura 2. Discarica di Basse di Stura: tumore alla vescica, uomini

Test di Stone

Trend di rischio significativi, decrescenti in funzione della distanza, sono stati trovati per il tumore polmonare in entrambi i sessi, per il tumore vescicale maschile e per la leucemia infantile per uomini e donne. Tutte le analisi effettuate sono state riassunte nella Tabella 8.

Tumore alla trachea, ai bronchi e ai polmoni, uomini

Il test basato sul massimo rischio relativo dà un valore di 3,611 (2 casi) corrispondente ad un raggio di 0,5 km. La significatività statistica del trend (il Monte Carlo p-level) è uguale a 0,033. I risultati sono riportati nella Tabella 4.

Tabella 4. Discarica di Basse di Stura: tumore alla trachea, ai bronchi e ai polmoni, uomini. Test di Stone

Fasce km	RR	Singole fasce					Valori cumulati		
		OSS	ATT	SMR	IC 95%	OSS	ATT	SMR	
0-0,5	3,611	2	0,554	3,611	0,047	10,058	2	0,554	3,611
0,5-1,0	1,111	0	0,106	0	-	-	2	0,66	3,032
1,0-1,5	1,111	17	15,203	1,118	0,602	1,709	19	15,863	1,198
1,5-2,0	1,103	255	231,17	1,103	0,973	1,274	274	247,033	1,109
2,0-2,5	1,079	383	355,112	1,079	0,977	1,194	657	602,145	1,091
2,5-3,0	1,018	390	387,062	1,008	0,915	1,115	1047	989,206	1,058
3,0-3,5	1,018	405	393,978	1,028	0,934	1,135	1452	1383,185	1,050

OSS: osservati; ATT: attesi

Tumore alla trachea, ai bronchi e ai polmoni, donne

Il test basato sul massimo rischio relativo dà un valore di 14,598 (1 caso) corrispondente ad un raggio di 0,5 km. La significatività statistica del trend (il Monte Carlo p-level) è uguale a 0,002. I risultati sono riportati nella Tabella 5.

Tabella 5. Discarica di Basse di Stura: tumore alla trachea, ai bronchi e ai polmoni, donne. Test di Stone

Fasce km	RR	Singole fasce					Valori cumulati			
		OSS	ATT	SMR	IC 95%		OSS	ATT	SMR	
0-0,5	14,598	1	0,069	14,598	0	53,464		1	0,069	14,598
0,5-1,0	1,071	0	0,005	0,000	-	-		1	0,074	13,587
1,0-1,5	1,071	2	2,693	0,743	0,01	2,069		3	2,767	1,084
1,5-2,0	1,071	43	42,307	1,016	0,715	1,342		46	45,073	1,021
2,0-2,5	1,071	74	66,121	1,119	0,865	1,388		120	111,194	1,079
2,5-3,0	0,996	74	76,580	0,966	0,765	1,388		194	187,775	1,033
3,0-3,5	0,996	79	77,048	1,025	0,765	1,263		273	264,822	1,031

OSS: osservati; ATT: attesi

Tumore alla vescica, uomini

Il test basato sul massimo rischio relativo dà un valore di 2,026 (6 casi) corrispondente ad un raggio di 1,5 km. La significatività statistica del trend (il Monte Carlo p-level) è uguale a 0,041. I risultati sono riportati nella Tabella 6.

Tabella 6. Discarica di Basse di Stura: tumore alla vescica uomini. Test di Stone

Fasce km	RR	Singole fasce					Valori cumulati			
		OSS	ATT	SMR	IC 95%		OSS	ATT	SMR	
< 1,5	2,026	6	2,962	2,026	0,548	3,939		6	2,962	2,026
1,5-2,0	1,204	49	44,044	1,113	0,804	1,445		55	47,006	1,170
2,0-2,5	1,204	86	68,1	1,263	0,997	1,543		141	115,106	1,225
2,5-3,0	0,938	70	77,252	0,906	0,695	1,130		211	192,358	1,097
3,0-3,5	0,938	76	78,475	0,969	0,752	1,198		287	270,833	1,060

OSS: osservati; ATT: attesi

Leucemie infantili, uomini e donne

Il test basato sul massimo rischio relativo dà un valore di 9,447 (1 caso) corrispondente ad un raggio di 1,5 km. La significatività statistica del trend (il Monte Carlo p-level) è uguale a 0,017. I risultati sono riportati nella Tabella 7.

Tabella 7. Discarica di Basse di Stura: leucemie infantili, uomini e donne. Test di Stone

Fasce km	RR	Singole fasce					Valori cumulati			
		OSS	ATT	SMR	IC 95%		OSS	ATT	SMR	
< 1,5	9,447	1	0,106	9,447	0	34,802		1	0,107	9,337
1,5-2,0	2,394	3	1,253	2,394	0,194	5,766		4	1,360	2,941
2,0-2,5	1,709	3	1,756	1,709	0,138	4,114		7	3,116	2,247
2,5-3,0	1,591	3	1,885	1,591	0,129	3,833		10	5,001	2,000
3,0-3,5	1,161	2	1,722	1,161	0,015	3,236		12	6,723	1,785

OSS: osservati; ATT: attesi

Tabella 8. Discarica di Basse di Stura: patologie oggetto di studio. Test di Stone

Cause di morte	Valori di p	
	<i>uomini</i>	<i>donne</i>
Tutti i tumori	0,066	0,429
Tumore polmonare	0,021	0,003
Tumore alla vescica	0,04	0,816
Leucemie	0,259	0,162
Leucemie infantili	0,017	

Approfondimenti sub-comunali: discarica di Barricalla

La popolazione residente nelle immediate vicinanze della discarica è scarsa: solo una sezione di censimento è situata a distanza inferiore di 1,775 km dal sito. Il numero di casi e degli attesi considerati per la discarica di Barricalla è riportato in Tabella 9.

Tabella 9. Discarica di Barricalla: SMR, numero di osservati e di attesi per le patologie oggetto di studio

Cause di morte	Uomini			Donne			Uomini +donne		
	<i>osservati</i>	<i>attesi</i>	<i>SMR</i>	<i>osservati</i>	<i>attesi</i>	<i>SMR</i>	<i>osservati</i>	<i>attesi</i>	<i>SMR</i>
Tutti i tumori	963	951	101,3	640	623	102,7	-	-	-
T. polmonare	288	292	98,6	60	50	120,0	-	-	-
T. vescica	53	56	94,6	10	12	83,3	-	-	-
Leucemie	24	29	82,8	31	21	147,6	-	-	-
Leuc. infantili	-	-	-	-	-	-	2	1,5	133,3

Non sono stati trovati trend decrescenti statisticamente significativi con i metodi di regressione di Poisson.

Test di Stone

Il primo cerchio considerato per il test di Stone è situato a una distanza di 2 km dalla discarica. In nessuna delle analisi effettuate sono stati trovati valori statisticamente significativi del trend per la funzione distanza-rischio. I risultati ottenuti sono riassunti in Tabella 10.

Tabella 10. Discarica di Barricalla: patologie oggetto di studio. Test di Stone

Cause di morte	Valori di p	
	<i>uomini</i>	<i>donne</i>
Tutti i tumori	0,146	0,470
Tumore polmonare	0,160	0,534
Tumore alla vescica	0,555	0,230
Leucemie	0,492	Casi solo nell'ultima corona
Leucemie infantili	Casi solo nell'ultima corona	

Commento

L'analisi descrittiva della mortalità è in linea con il quadro generale descritto dalla letteratura (26). La mortalità generale è al di sotto dei valori regionali per entrambi i sessi ed i profili di mortalità sono assai differenti per i gruppi di popolazioni stabili e migranti. Il sottoinsieme delle popolazioni "migranti" non è però omogeneo. Torino ha ricevuto nel corso degli ultimi 50 anni grandi flussi migratori di lavoratori dalle regioni del Sud (popolazioni con tassi di mortalità più bassi) e del Nord Est (tassi di mortalità più elevati) e il totale effetto sulla mortalità non è facilmente calcolabile così come un effetto "migrante sano" non è direttamente stimabile: per questo, oltre al calcolo dei tassi per le popolazioni stabili, nell'analisi descrittiva, si è proceduto, negli approfondimenti microgeografici, ad includere nei modelli di regressione la standardizzazione degli attesi per regione di provenienza geografica.

Sono da segnalare, inoltre, l'eccesso nel tumore vescicale maschile per l'intera area, omogeneo nei comuni dell'area e sempre al di sopra dell'atteso nei tre periodi esaminati e valori più accentuati per le patologie a carico dell'apparato respiratorio – tumorali e non – per le donne nell'area privata del comune di Torino, indicazione confermata in parte dalle mappature di rischi comunali.

Per quanto riguarda gli approfondimenti sub-comunali effettuati, gli esiti sanitari per i quali si sono registrati trend di rischi decrescenti nei pressi della discarica di Basse di Stura sono il tumore al polmone per entrambi i sessi, il tumore alla vescica maschile e le leucemie infantili. I rischi per la popolazione residente di contrarre queste patologie diminuiscono in maniera statisticamente significativa all'aumentare della distanza dalla discarica. Questi trend decrescenti permangono anche dopo l'inserimento nei modelli di regressione dell'indice di deprivazione socio-economica, effettuato al fine di eliminare un possibile confondimento derivante da condizioni di vita disagiate.

Non sono inserite nel modello, tuttavia, per carenza di dati individuali, informazioni su tutti i potenziali confondenti: il fumo di sigaretta è il fattore di rischio principale per il tumore al polmone e alla vescica. È pertanto problematico mettere in relazione l'eccesso di rischio registrato per queste due patologie alla presenza della discarica nel territorio. Mentre il tumore polmonare sembra seguire uno stesso andamento in entrambi i sessi, possibile indicazione di rischio ambientale e non professionale, ciò non accade per il tumore alla vescica che segue un trend decrescente solo negli uomini.

Non si osservano trend significativi per le altre patologie oggetto di studio, con l'eccezione di un rischio decrescente per le leucemie infantili ma basato su un totale di soli 12 casi in tutte le sezioni di censimento esaminate.

I dati a disposizione, sebbene disaggregati a livello di sezione censuale e aggiustati per diverse variabili (indice di deprivazione socio-economica, provenienza geografica, età), non ci hanno consentito di prendere in considerazione variabili di esposizione più pertinenti della distanza dalla ipotetica fonte inquinante. Sono infatti carenti, o del tutto assenti, informazioni su altri potenziali veicoli di esposizione quali la quantità di sostanze chimiche rilasciate nell'aria, nelle acque e nel suolo, con le conseguenti infiltrazioni nelle falde acquifere di acqua potabile e non, gli effetti direzionali dei contaminanti aerodispersi (gas e polveri), dati sulla contaminazione per mezzo della catena alimentare nel caso di consumo di vegetali e frutta autoprodotti sul territorio in studio.

Data la complessità della regione in studio, caratterizzata da un coacervo di attività produttive, è difficile pronunciarsi sui fattori di rischio predominanti nel territorio considerato: i potenziali esiti sanitari derivanti dalla presenza delle discariche sul territorio coesistono con quelli dovuti ad una molteplicità di esposizioni presenti nell'ambiente e sono difficilmente separabili.

La disponibilità di dati su esiti riproduttivi-malformazioni congenite, basso peso alla nascita (gli esiti sanitari più associati in letteratura alla presenza di discariche sul territorio) – disaggregati a livello di sezione censuale, sarebbe d’ausilio in ulteriori future analisi.

Bibliografia

1. Bresnitz EA, Roseman J, Becker D, Gracely E. Morbidity among municipal waste incinerator workers. *Am J Ind Med* 1992;22(3):363-78.
2. Rapiti E, Sperati A, Fano V, Dell’Orco V, Forastiere F. Mortality among workers at municipal waste incinerators in Rome: a retrospective cohort study. *Am J Ind Med* 1997;31(5):659-61.
3. Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, *et al.* Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 1996;73(5):702-10.
4. Bellino M, Falleni F, Forte T, Musmeci L. *Valutazione della qualità delle acque profonde in prossimità di impianti di discarica per rifiuti solidi urbani e per rifiuti pericolosi*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 1999. (Rapporti ISTISAN 99/20).
5. Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environ Health Perspect* 2000;108 Suppl 1:101-12.
6. Goldberg MS, al Homsy N, Goulet L, Riberdy H. Incidence of cancer among persons living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Arch Environ Health* 1995; 50(6): 416-424.
7. Griffith J, Duncan RC, Riggan WB, Pellom AC. Cancer mortality in U.S. counties with hazardous waste sites and ground water pollution. *Arch Environ Health* 1989;44(2):69-74.
8. Budnick LD, Logue JN, Sokal DC, Fox JM, Falk H. Cancer and birth defects near the Drake Superfund site, Pennsylvania. *Arch Environ Health* 1984;39(6):409-13.
9. Mallin K. Investigation of a bladder cancer cluster in northwestern Illinois. *Am J Epidemiol* 1990;132(1 Suppl):S96-S106.
10. Greiser E, *et al.* Increased incidence of leukemias in the vicinity of a previous industrial waste dump in North Rhine-Westfalia, West Germany. *Am J Epidemiol* 1991;134:755.
11. Cutler JJ, *et al.* *Childhood leukemia in Woburn, Massachusetts*. 101, 201-205. 1986. Public Health Report.
12. Fielder HMP, *et al.* *Report on the health of residents living near the Nant-Y-Gwyddon landfill site using routinely available data*. Cardiff: Welsh Combined Centres for Public Health; 1997.
13. Vianna NJ, *et al.* Incidence of low birth weight among Love Canal residents. *Science* 1984; 226: 1217-1219.
14. Deane M, Swan SH, Harris JA, Epstein DM, Neutra RR. Adverse pregnancy outcomes in relation to water contamination, Santa Clara County, California, 1980-1981. *Am J Epidemiol* 1989;129(5):894-904.
15. Goldberg MS, Goulet L, Riberdy H, Bonvalot Y. Low birth weight and preterm births among infants born to women living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Environ Res* 1995;69(1):37-50.
16. Lewis-Michl, *et al.* Investigation of cancer incidence and residence near 38 landfills with soil gas migration conditions: New York State, 1980-1989. Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry; 1998. ATSDR/HS-98-93.
17. Lagakos SW, *et al.* An analysis of contaminated well water and health effects in Woburn, Massachusetts. Public Health Report 1986;101:201-5.
18. Ministero dell’Ambiente. *Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti*. 2002.

19. Cadum E, Costa G, Biggeri A, Martuzzi M. Deprivation and mortality: a deprivation index suitable for geographical analysis of inequalities. *Epidemiol Prev* 1999;23(3):175-87.
20. Martuzzi M, Hills M. Estimating the degree of heterogeneity between event rates using likelihood. *Am J Epidemiol* 1995;141(4):369-74.
21. Clayton D, Kaldor J. Empirical Bayes estimates of age-standardized relative risks for use in disease mapping. *Biometrics* 1987;43(3):671-81.
22. Efron B, Tibshirani R. *Introduction to the bootstrap*. 1990.
23. Costa G, Demaria M. Un sistema longitudinale di sorveglianza della mortalità secondo le caratteristiche socio-economiche, come rilevate ai censimenti di popolazione: descrizione e documentazione del sistema. *Epidemiologia e prevenzione* 1988;(36):37-47.
24. Chambers JM, Hastie TJ. Generalized additive models. In: Chapman & Hall (Ed.). *Statistical models in S*. New York - London: 1993: 293-295.
25. Stone RA. Investigations of excess environmental risks around putative sources: statistical problems and a proposed test. *Stat Med* 1988;7(6):649-60.
26. Costa G, Cardano M, Demaria M. *Torino. Storie di salute in una grande città*. Città di Torino UdsOst; 1998.

STUDIO EPIDEMIOLOGICO SUL RISCHIO DI MALFORMAZIONI CONGENITE IN PROSSIMITÀ DI SITI DI DISCARICA IN DUE REGIONI ITALIANE

Fabrizio Minichilli (a), Nunzia Linzalone (a), Anna Pierini (a), Elisa Calzolari (b), Gioacchino Scarano (c), Fabrizio Bianchi (a)

(a) Sezione di Epidemiologia e Ricerca sui Servizi Sanitari, Istituto di Fisiologia Clinica del CNR di Pisa

(b) Dipartimento di Medicina Sperimentale e Diagnostica, Sezione Genetica Medica, Università di Ferrara; Registro delle Malformazioni Congenite Emilia Romagna (IMER)

(c) Unità Operativa Complessa di Genetica Medica, Azienda Ospedaliera Rilievo Nazionale "Gaetano Rummo", Benevento; Registro Campano Difetti Congeniti (RCDC)

Introduzione

Le problematiche connesse alle discariche hanno assunto negli ultimi anni proporzioni sempre maggiori. La produzione di rifiuti sia urbani che industriali è aumentata col passare degli anni e con essa è aumentato l'interesse per gli effetti nocivi delle discariche sull'ambiente e sulle popolazioni.

Dalla quantità e soprattutto dalla qualità dei rifiuti prodotti dipende l'impatto generato sull'ambiente e di conseguenza dipende lo stato di salute delle popolazioni abitanti in zone contaminate. Le sostanze tossiche rilasciate nell'aria (biogas) e nel suolo (percolati) possono generare una contaminazione dell'aria e delle falde acquifere. Nella maggior parte dei casi, la preoccupazione prevalente delle comunità è associata all'inquinamento da biogas definito come una miscela chimica complessa associata ad odori sgradevoli (1).

Dall'aumento dell'inquinamento da discariche si può ipotizzare l'aumento di rischio di Malformazioni Congenite (MC) per le popolazioni residenti in aree contaminate dalle discariche.

Numerosi studi, sia basati su singole discariche (2) (utili per valutare se la preoccupazione di singole comunità residenti in prossimità di siti è ragionevole), sia basati su più discariche (studi multisito (3) che rendono i test più potenti perché basati su più osservazioni) hanno valutato la relazione tra gli effetti riproduttivi e la residenza in prossimità di siti di discarica ed hanno riportato incrementi di rischio di MC nelle zone esposte (4). Nonostante ciò lo stato delle conoscenze rispetto all'impatto sulla salute umana dovuto all'utilizzo di discariche più o meno conformi alle disposizioni di legge vigenti risulta, a tutt'oggi, legato a modeste informazioni (4-7).

Questa carenza informativa richiede un approfondimento tramite studi epidemiologici sulle possibili associazioni tra MC e contaminanti presenti nelle discariche. L'informazione sui potenziali rischi sulla salute è la base conoscitiva per la definizione della regolamentazione su discariche inquinanti.

Lo studio dei tassi di prevalenza per le MC selezionate, è stato effettuato nelle Province di Caserta, Napoli e Salerno, per la Regione Campania, e di Reggio Emilia e Modena, per la Regione Emilia Romagna, al fine di valutare, attraverso indicatori specifici, eventuali eccessi di rischio per aree o Comuni posti in prossimità di siti di discariche di rifiuti solidi urbani o rifiuti pericolosi.

La scelta di queste Province risulta legata alla disponibilità di servizi di sorveglianza (Registri dei Difetti Congeniti, RDC) che in maniera routinaria raccolgono informazioni a riguardo degli esiti dei parti su base di popolazione (8-13). Per le Province di Lecce, Pavia e

Torino si è tentato il recupero informativo sulle MC selezionate tramite le strutture ospedaliere, ma la mancanza di un coordinamento locale (RDC) e di un referente sul posto non ha permesso la raccolta dei dati sufficienti allo svolgimento delle analisi. In seguito si potrà sviluppare un protocollo operativo al fine di contattare le strutture ospedaliere stesse e costituire un database completo di difetti congeniti anche per queste aree.

La natura dei dati analizzati richiede che vengano presi in considerazione più anni di sorveglianza al fine di costituire un database adeguato a generare una maggiore potenza nei test statistici adoperati.

Le analisi descrittive realizzate risultano utili alla individuazione di:

- 1) situazioni di rischio sanitario in atto,
- 2) possibili associazioni degli outcome indagati con la distanza da siti di discariche,
- 3) discariche a maggiore pericolosità,
- 4) caratterizzazione delle popolazioni in studio attraverso la valutazione di alcune variabili socio-economiche.

Una dettagliata descrizione delle popolazioni e delle discariche oggetto di studio è utile a spiegare eventuali eccessi di rischio di MC.

La frammentarietà di questi dati e la difficoltà nel reperirli sono una limitazione ai fini dell'interpretazione dei risultati delle analisi statistiche. Alcune variabili descrittive della popolazione (es. età materna, occupazione della madre e del padre, poli di attività industriali, ecc.) agiscono come fattori di confondimento e limitano la possibilità di affinare il rischio stimato.

Obiettivi

Il presente lavoro si pone come obiettivo quello di:

- indagare eventuali associazioni tra la residenza della madre vicino a siti di discarica autorizzati censiti MUD, di diversa categoria, tipologia e diversa quantità di rifiuti contenuta, ed eccessi di rischio di MC;
- svolgere approfondimenti su possibili interazioni salute-ambiente;
- valutare i vantaggi del modello bayesiano rispetto a quello classico negli studi effettuati su aree di piccole dimensioni;
- proporre un modello di analisi e un ambiente di visualizzazione web da impiegare in settori per i quali si riscontrino le caratteristiche e le finalità del presente studio.

Materiali

Nel presente studio sono stati usati i dati sulle MC rilevate dal RDC Campano (RCDC) e dal RDC Emilia Romagna (IMER).

Rappresentano oggetto di registrazione per i Registri:

- le Interruzioni Volontarie di Gravidanza a seguito di diagnosi prenatale di MC fino alla 24^a settimana di età gestazionale (IVG^a);
- le morti fetali dalla 20^a settimana di gestazione (Nati Morti, NM);
- i Nati Vivi (NV) in cui la MC viene accertata alla nascita o in periodo post-natale.

L'analisi è basata sui dati dei Registri, relativi alle MC rilevate nei nati e nelle IVG^a nel periodo 1992-1999.

I principali criteri di selezione per i gruppi di MC analizzati sono stati:

- essere oggetto di studio in precedenti studi presenti in letteratura;
- essere oggetto di registrazione da parte dei Registri delle malformazioni congenite operanti in Italia;
- essere oggetto di sorveglianza da parte dei sistemi internazionali: *International Clearinghouse for Birth Defects monitoring System* – ICBDMMS (14) e *European Registration of Congenital Anomalies* – EUROCAT (15);
- essere di rilevante interesse per la diagnosi e il trattamento dei portatori;
- essere di interesse scientifico in termini di ricerca epidemiologica.

Le MC oggetto di studio, suddivise in 4 gruppi (creati sulla base dell'eziologia dei singoli difetti congeniti), sono:

1. *MC cromosomiche*

Sindrome Down (7580.01-7580.91)

Trisomia 13 (7581.01-7581.12 + 7581.21 + 7581.31 + 7581.41 + 7581.91)

Trisomia 18 (7582.01 + 7582.02 + 7582.11 + 7582.12 + 7582.21 + 7582.91)

2. *MC del tubo neurale (DTN)*

Anencefalia (7400.20-7400.40+7401.10-7401.90)

Spina bifida (7411.10-7419.90)

Encefalocele (7420.11-7420.99)

3. *MC dell'apparato urinario-genitale*

Epispadia (7526.11)

Sesso indeterminato (7527.01-7527.99)

Agenesia Renale (7530.01 + 7530.11 + 7530.90)

Rene policistico (7531.01-7531.89)

Estrofia vescica (7535.01-7535.03)

4. *MC cardiovascolari (MCV)*

Trasposizione Grossi Vasi (7451.01-7451.03 + 7451.11)

Tetralogia di Fallot (7452.00)

Canale atrio-ventricolare (7456.00-7456.90)

Ipoplasia cuore sinistro (7467.10-7467.90)

Coartazione aorta (7471.00-7471.90).

Oltre ai 4 gruppi sopra considerati è stata anche studiata la totalità delle MC (campione di 44 MC sul totale delle MC).

Per la definizione della MC (16) e la relativa codifica, viene utilizzato il sistema EUROCAT a 6 cifre, estensione della *British Paediatric Association Classification of Diseases* (17), basato sulla IX revisione dell'*International Classification of Diseases* (ICD IX).

Le analisi sono state svolte senza considerare i difetti minori.

Essendo lo studio focalizzato sui gruppi di MC, un caso che presenta più difetti congeniti di gruppi diversi entra nelle analisi più volte.

I registri sorvegliano una casistica basata su popolazione residente.

I denominatori (nati a livello comunale) sono stati prelevati:

- dal servizio di statistica della Regione Campania (dati fonte ISTAT dell'Informatore Statistico Campano);
- dall'Ufficio Sistemi Statistici della Regione Emilia Romagna.

Le discariche oggetto di studio, localizzate in 2 Province della Regione Emilia Romagna (RE, MO) e in 3 Province della Regione Campania (CE, NA, SA), sono presenti in Tabella 1.

Le informazioni sui siti di discarica presenti nelle Province si riferiscono al censimento MUD del 1997.

Tabella 1. Discariche di primario interesse selezionate nelle 5 Province oggetto di studio

Provincia	Nome discarica
Modena	Discarica di Modena
Reggio Emilia	Discarica di Rio Riazzone
Caserta	Discarica di Sogeri Discarica di Uttaro
Napoli	Discarica di Difrabi Discarica di Schiava Paenzano Discarica di Sari Discarica di Ardolino Discarica di Iovino
Salerno	Discarica di Cucchiara

Nonostante l'interesse principale sia indirizzato agli effetti delle discariche sopra citate, è fondamentale valutare anche gli effetti della totalità delle discariche presenti in ogni Provincia oggetto di studio.

Definizione della zona esposta: analisi sulle singole discariche selezionate

L'area esposta a contaminanti è definita come la Totalità dei Comuni che hanno il centro urbano parzialmente o interamente all'interno della circonferenza con raggio 5 km intorno ad una delle discariche selezionate.

L'area non esposta è definita come la totalità dei Comuni della stessa Provincia esterni al raggio di 5 km (area non esposta a contaminanti).

Nello studio della singola discarica la definizione di zona esposta come area delimitata da un raggio di 5 km intorno alla discarica è dipesa da un compromesso tra due esigenze: avere una zona che contenga potenziali sostanze nocive e avere una zona che contenga una casistica non estremamente bassa.

Definizione della zona esposta: analisi sulla totalità delle discariche provinciali o interprovinciali

Nello studio su più discariche, l'area di riferimento (Provincia o più Province della stessa Regione) è caratterizzata dalla totalità dei Comuni che hanno discariche censite (area esposta) e dalla totalità dei Comuni che non hanno discariche all'interno del territorio comunale (aree non esposta).

Nello studio su più discariche, la definizione di zona esposta, diversa da quella sullo studio della singola discarica, è dipesa dalla mancanza di informazioni precise sui Comuni che sono inclusi nel raggio dei 5 km attorno ad ogni discarica presente sul territorio di riferimento e dalla presenza di dati sul numero di discariche per ogni Comune.

Oltre ai due tipi di esposizione definiti dal tipo di analisi condotta, per ogni Comune si conosce:

- il numero di casi per ogni gruppo di MC,
- il numero di nati,
- lo stato socio-economico, stimato mediante un indice di deprivazione (18).

L'indice di deprivazione è stato calcolato mediante l'utilizzo di 5 variabili socio-economiche:

- proporzione di abitazioni occupate in affitto;
- proporzione di abitazioni occupate senza bagno interno all'abitazione;
- proporzione di popolazione attiva disoccupata o in cerca di prima occupazione;
- proporzione di famiglie monogenitoriali con figli;
- proporzione di popolazione istruita in possesso di licenza elementare.

Metodi statistici

Per valutare l'associazione tra la residenza della madre vicino a discariche ed il rischio di MC sono state implementate analisi spaziali sia a livello di area con più Comuni esposti sia a livello comunale.

Analisi spaziale a livello di area: aggregati di comuni esposti a contaminanti

I Rischi Relativi (RR) stimati indicano se il rischio di MC nell'area esposta a contaminanti è significativamente superiore al rischio dell'area esterna all'esposizione.

Per calcolare i RR sono stati utilizzati modelli di Poisson per tassi (19) implementati con STATA 7 SE (20).

Analisi di una singola discarica

L'analisi spaziale è basata sul calcolo di RR non aggiustati e di RR aggiustati sia per la variabile categorica indice di deprivazione (sono state costruite 4 classi: 1. Comune ricco, 2. Comune poco deprivato 3. Comune deprivato, 4. Comune molto deprivato, suddividendo in quartili la distribuzione della variabile) sia per la variabile dummy "Comune esposto ad altre discariche esclusa quella selezionata oggetto di studio".

Analisi sulla totalità delle discariche presenti a livello provinciale o interprovinciale

L'analisi spaziale è basata sul calcolo di Rischi Relativi (RR) non aggiustati e di RR aggiustati per la variabile categorica indice di deprivazione.

Analisi descrittiva geografica a livello comunale

Nelle analisi descrittive sono stati calcolati i seguenti indicatori:

- Tasso di prevalenza grezzo totale (nati + IVG^a) di MC per ogni Comune oggetto di studio
- Rapporto Standardizzato di Morbosità (21) (SMR) non corretto calcolato a livello comunale con riferimento provinciale
- SMR calcolato a livello comunale (con riferimento provinciale) e corretto per: la variabile indice di deprivazione; la variabile dummy esposizione ad altre discariche comunali; la variabile dummy esposizione alle discariche di primario interesse presenti nella Provincia. Gli SMR sono stati calcolati utilizzando modelli lineari generalizzati (22) con variabile dipendente (casi di MC) poissoniana implementati con STATA 7 SE.

- Calcolo, a livello comunale, di RR bayesiani non aggiustati e RR bayesiani corretti per: la variabile indice di deprivazione; la variabile dummy esposizione ad altre discariche comunali; la variabile dummy esposizione alle discariche di primario interesse presenti nella Provincia.

I RR sono stati stimati mediante il Rapporto Bayesiano di Morbosità (BMR) (23) calcolato utilizzando il modello bayesiano gerarchico di convoluzione gaussiana di Besag, York e Mollié (24). Il modello sopra citato considera il RR dipendente da:

1. una variabile stocastica V (con distribuzione normale) che rappresenta l'eterogeneità geografica non strutturata spazialmente,
2. una variabile stocastica U (distribuita mediante un modello autoregressivo gaussiano) che rappresenta l'eterogeneità geografica strutturata spazialmente,
3. le variabili fisse (nel caso di BMR aggiustati): i. indice di deprivazione, ii. esposizione ad altre discariche comunali, iii. esposizione alle discariche di primario interesse presenti nella Provincia.

Il modello proposto che fa parte della famiglia dei modelli lineari generalizzati misti (25) è stato implementato con WinBugs 1.3 (26).

Ambiente di visualizzazione web

Gli SMR e i BMR, ottenuti nel seguente lavoro, sono stati mappati utilizzando il Sistema Informativo Geografico (*Geographic Information System*, GIS) che lavora in ambiente Internet e quindi consente di rendere facilmente disponibile alla comunità scientifica i risultati ottenuti.

IMS-cube (*Internet Map Statistical Server*), sviluppato da Sistemi Territoriali Srl di Navacchio (PI), consente di effettuare in ambiente Internet analisi multidimensionali su un Data Warehouse e di compiere successivamente, proprio sui dati risultanti, analisi geografiche.

IMS-cube si basa su SAS System per effettuare la navigazione multidimensionale e Sister IMS per compiere le analisi geografiche.

I due ambienti sono fra loro perfettamente integrati in quanto utilizzano gli stessi dati e la stessa metainformazione. Questo significa che l'utente può visualizzare innumerevoli carte tematiche sempre diverse avendo a disposizione le stesse dimensioni, gli stessi filtri, le stesse gerarchie e le stesse variabili di analisi impostate durante la navigazione multidimensionale. Tutto il processo si basa sui seguenti passi:

- *Estrazione dati alfanumerici dal data warehouse*
Tramite l'interfaccia standard fornita da MDDB Report Viewer di SAS vengono selezionate gerarchie e variabili da estrarre dal Data Warehouse ed applicati eventuali filtri da utilizzare in fase di visualizzazione.
- *Navigazione multidimensionale*
L'utente può sfruttare tutta la gamma di elaborazioni multidimensionali che SAS mette a disposizione. In particolare può decidere di compiere nuove estrazioni di dati modificando dimensioni, filtri, gerarchie, variabili di analisi.
- *Estrazione dati dal data warehouse*
Al termine della navigazione multidimensionale l'utente indica la statistica descrittiva da tematizzare ed il livello di aggregazione territoriale con cui realizzare la carta tematica di partenza. Queste selezioni potranno essere successivamente modificate in fase di navigazione geografica. Ai dati alfanumerici estratti dal Data Warehouse si aggiungono le variabili geografiche utilizzate nella fase successiva.

– *Navigazione geografica*

Viene mostrata una carta tematica conforme alle richieste fatte. La carta è interattiva e su di essa possono essere compiute operazioni di zoom in e zoom out, spostamenti, interrogazioni relative alle singole aree, selezioni o cancellazioni di strati geografici, ricerche geografiche. L'utente può richiedere nuove carte ad un diverso livello di aggregazione con operazioni di "geo-drilldown", oppure impostare un nuovo filtro o un diverso algoritmo di classificazione.

IMS-cube è immediatamente operativo tenendo presente che:

- il Data Warehouse può risiedere su qualunque piattaforma supportata da SAS;
- tutte le personalizzazioni legate all'ambiente possono essere effettuate mediante un apposito modulo di Amministratore;
- sulla stazione client è richiesto solamente il browser;
- accetta dati geografici di qualunque fornitore in modo nativo o dopo che sono stati trasformati in un qualsiasi formato di scambio.

Risultati

Risultati dell'analisi geografica a livello di area: aggregati di comuni esposti a contaminanti

In Tabella 2a e 2b, per ogni discarica o per la totalità delle discariche sia di ogni Provincia sia di ogni Regione, sono presenti il numero di casi di ogni gruppo di MC e i denominatori (nati) per i Comuni esposti (codice 1) e per la zona non esposta (codice 0).

Tabella 2a. Casistica per gruppo di MC e per discarica nella Regione Campania

Discariche	Esposizione	n. Comuni	Nati	Casi Crom	Casi dtn	casi gen	casi mcv	casi tot
Uttaro	0	92	63399	35	30	14	24	166
	1	12	26129	15	5	5	8	52
Sogeri	0	103	87308	47	33	17	30	208
	1	1	2220	3	2	2	2	10
Provincia CE	0	76	57551	32	26	12	22	152
	1	28	31977	18	9	7	10	66
Iovino	0	93	338237	259	141	101	206	1132
	1	7	5218	4	0	0	2	17
Ardolino	0	94	332585	255	137	98	205	1116
	1	6	10870	8	4	3	3	33
Paenzano	0	85	333547	255	136	95	203	1115
	1	15	9908	8	5	6	5	34
Sari	0	95	326942	248	136	94	197	1098
	1	5	16513	15	5	7	11	51
Difrabi	0	97	324188	251	137	98	201	1092
	1	3	19267	12	4	3	7	57
Provincia NA	0	61	159058	108	60	46	74	488
	1	39	184397	155	81	55	134	661
Cucchiara	0	155	96136	75	30	46	50	304
	1	3	690	1	0	0	0	1
SA	0	99	78102	64	27	36	38	259
	1	59	18724	12	3	10	12	46
Province CE-NA-SA	0	236	294711	204	113	94	134	899
	1	125	230055	179	92	70	154	758

Tabella 2b. Casistica per gruppo di MC e per discarica nella Regione Emilia Romagna

Discariche	Esposizione	n. Comuni	nati	casi Crom	casi dtn	casi gen	casi mcv	casi tot
Rio Riazzone	0	40	25409	26	3	19	20	118
	1	5	4021	4	1	3	2	19
Provincia RE	0	38	24435	26	3	19	20	116
	1	7	4995	4	1	3	2	21
Modena	0	42	26125	20	12	22	25	123
	1	5	13867	9	3	13	10	54
Provincia MO	0	31	17658	18	7	12	16	81
	1	16	22334	11	8	23	19	96
Province	0	69	42093	44	10	31	36	197
RE - MO	1	23	27329	15	9	26	21	117

I risultati, ottenuti dai confronti effettuati tra area esposta a contaminanti e area non esposta, sono presentati in Tabella 3.

Tabella 3a. Risultati analisi geografica per la Provincia di Caserta, Napoli e Salerno

Discariche	MC	RR grezzo	IC (95%)	RR Aggiustato	IC (95%)
Sogeri (CE)	cromosomiche	2,51	0,78-8,06	6,42*	1,11-38,45
	DTN	2,38	0,57-9,93	2,15	0,38-12,19
	genitali	4,62*	1,06-20,02	4,30 lim	0,95-20,08
	MCV	2,62	0,62-10,97	2,13	0,49-9,28
	totali	1,89*	1,01-3,57	3,94 **	1,59-9,74
Uttaro (CE)	cromosomiche	1,04	0,57-1,90	1,04	0,53-2,04
	DTN	0,40	0,16-1,05	0,47	0,17-1,30
	genitali	0,87	0,31-2,41	0,80	0,27-2,40
	MCV	0,81	0,37-1,80	0,81	0,34-1,94
	totali	0,76	0,55-1,16	0,84	0,60-1,18
Discariche Provincia di Caserta	cromosomiche	1,01	0,57-1,80	0,98	0,52-1,84
	DTN	0,62	0,29-1,33	1,01	0,47-2,09
	genitali	1,04	0,41-2,66	0,94	0,34-2,54
	MCV	0,81	0,38-1,72	0,87	0,37-2,12
	totali	0,78	0,57-1,23	0,94	0,68-1,27
Difrabi (NA)	cromosomiche	0,80	0,45-1,44	1,11	0,59-2,07
	DTN	0,49	0,20-1,32	0,58	0,20-1,64
	genitali	0,52	0,17-1,62	0,55	0,17-1,82
	MCV	0,58	0,27-1,25	1,06	0,47-2,41
	totali	0,88	0,67-1,15	0,92	0,79-1,22
Ardolino (NA)	cromosomiche	0,96	0,47-1,94	1,09	0,52-2,29
	DTN	0,90	0,33-2,41	1,03	0,37-2,91
	genitali	0,94	0,29-2,95	1,01	0,30-3,23
	MCV	0,45	0,14-1,40	0,55	0,15-1,57
	totali	0,90	0,67-1,28	1,06	0,74-1,53
Schiava Paenzano (NA)	cromosomiche	1,01	0,50-2,04	1,07	0,52-2,20
	DTN	1,18	0,48-2,88	1,20	0,48-3,00
	genitali	2,02	0,90-4,62	1,76	0,75-4,13
	MCV	0,95	0,42-2,14	1,30	0,56-2,98
	totali	1,01	0,72-1,41	1,08	0,77-1,53

segue

continua

Discariche	MC	RR grezzo	IC (95%)	RR Aggiustato	IC (95%)
Iovino (NA)	cromosomiche	1,10	0,41-2,95	1,21	0,44-3,32
	DTN	nessun caso rilevato nell'area esposta			
	genitali	nessun caso rilevato nell'area esposta			
	MCV	0,34	0,05-2,45	0,50	0,07-3,62
	totali	1,01	0,61-1,65	1,13	0,68-1,88
Sari (NA)	cromosomiche	1,20	0,71-2,02	1,58	0,91-2,74
	DTN	0,73	0,30-1,78	0,91	0,36-2,29
	genitali	1,47	0,68-3,17	1,72	0,77-3,87
	MCV	1,11	0,60-2,03	1,91*	1,01-3,64
	totali	0,92	0,69-1,22	1,17	0,88-1,58
Discarica Provincia di Napoli	cromosomiche	1,30*	1,01-1,66	1,39*	1,05-1,84
	DTN	1,16	0,83-1,62	1,04	0,72-1,48
	genitali	1,03	0,70-1,52	1,07	0,69-1,64
	MCV	1,56**	1,18-2,07	1,59**	1,16-2,19
	totali	1,16**	1,04-1,31	1,18**	1,03-1,34
Cucchiara (SA)	cromosomiche	1,85	0-25-13,36	2,12	0,29-15,59
	DTN	nessun caso rilevato nell'area esposta			
	genitali	nessun caso rilevato nell'area esposta			
	MCV	nessun caso rilevato nell'area esposta			
	totali	0,46	0,06-3,24	0,49	0,08-3,48
Discariche Provincia di Salerno	cromosomiche	0,78	0,42-1,45	0,85	0,45-1,59
	DTN	0,46	0,14-1,53	0,48	0,14-1,65
	genitali	1,16	0,58-2,34	1,15	0,56-2,39
	MCV	1,32	0,69-2,52	1,36	0,69-2,64
	totali	0,74	0,54-1,02	0,81	0,59-1,12
Discariche di Caserta, Napoli e Salerno @	cromosomiche	1,12	0,91-1,38	1,12	0,91-1,38
	DTN	1,00	0,74-1,31	1,00	0,74-1,32
	genitali	1,05	0,76-1,47	1,04	0,75-1,44
	MCV	1,42**	1,12-1,82	1,39**	1,09-1,78
	totali	1,05lim	0,95-1,17	1,04lim	0,95-1,16

*p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001; @ RR è stato aggiustato anche per Provincia dove è stata testata una differenza significativa tra i rischi di MC. Lim: RR ai limiti della significatività

Tabella 3b. Risultati analisi geografica per la Provincia di Reggio Emilia e Modena

Discariche	MC	RR grezzo	IC (95%)	RR Aggiustato	IC (95%)
Rio Riazzone (RE)	cromosomiche	0,97	0,34-2,79	1,02	0,34-3,01
	DTN	2,10	0,22-20,25	1,50	0,15-15,03
	genitali	1	0,30-3,37	1,20	0,34-4,18
	MCV	0,64	0,15-2,70	0,60	0,13-2,61
	totali	1,02	0,63-1,65	1,01	0,61-1,65
Discariche Provincia di Reggio Emilia	cromosomiche	0,75	0,26-2,15	0,91	0,37-2,29
	DTN	1,63	0,17-15,67	1,15	0,11-11,48
	genitali	0,77	0,23-2,61	0,91	0,26-3,19
	MCV	0,50	0,11-2,10	0,50	0,11-2,10
	totali	0,89	0,56-1,41	0,89	0,55-1,43

segue

continua

Discariche	MC	RR grezzo	IC (95%)	RR Aggiustato	IC (95%)
Discarica di Modena (MO)	cromosomiche	0,84	0,38-1,86	1,13	0,39-3,28
	DTN	0,47	0,13-1,66	0,64	0,11-3,71
	genitali	1,11	0,56-2,21	1,28	0,46-3,55
	MCV	0,75	0,36-1,57	1,08	0,36-3,24
	totali	0,83	0,60-1,13	0,94	0,58-1,50
Discariche Provincia di Modena	cromosomiche	0,48	0,23-1,06	0,50	0,18-1,13
	DTN	0,90	0,33-2,49	1,15	0,34-3,90
	genitali	1,51	0,75-3,04	1,87	0,80-4,36
	MCV	0,94	0,48-1,82	1,40	0,58-3,40
	totali	0,94	0,70-1,25	1,05	0,72-1,53
Discariche di Modena + Reggio Emilia @	cromosomiche	0,56	0,29-1,04	0,65	0,35-1,20
	DTN	0,99	0,38-2,55	1,19	0,44-3,23
	genitali	1,25	0,71-2,22	1,19	0,66-2,15
	MCV	0,82	0,46-1,46	0,91	0,50-1,66
	totali	0,92	0,72-1,18	0,95	0,73-1,23

*p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001; @RR è stato aggiustato anche per Provincia; Lim: RR ai limiti della significatività

Stime dei RR grezzi

Dai RR grezzi, presenti in Tabella 3, si evidenziano alcuni eccessi di rischio per le zone esposte a contaminanti.

Per la Provincia di Caserta si notano eccessi di rischio significativi nell'area intorno alla discarica di Sogeri sia per le MC dell'apparato urinario-genitale (RR=4,62) sia sul totale delle MC (RR=1,89).

Per la Provincia di Napoli emergono:

- eccessi di rischio di MC dell'apparato urinario-genitale (RR=2,02) non significativi (ma degni di essere commentati) per l'area intorno alla discarica di Schiava Paenzano;
- eccessi di rischio significativi di MC cromosomiche (RR=1,30), di MC cardiovascolari (RR=1,56) e di MC totali (RR=1,16) per le aree con discariche rispetto alle aree che non presentano siti MUD.

L'analisi effettuata sul totale delle discariche della Regione Campania (CE-NA-SA) è consistente con alcuni risultati ottenuti per la singola Provincia di Napoli. Si notano eccessi di rischio significativi di MC cardiovascolari (RR=1,42) per le aree con discariche rispetto alle aree che non presentano siti MUD.

Passando dalle stime dei RR grezzi (che non sono risultati significativi) ai RR aggiustati, si notano aumenti del rischio di MC per le zone esposte a contaminanti, sia per le analisi sui singoli siti sia per le analisi sulla totalità delle discariche a livello provinciale e regionale. Per la Provincia di Napoli, l'aggiustamento dei RR grezzi significativi porta a rischi di MC per le aree esposte sempre significativamente maggiori rispetto alle zone non esposte.

Stime dei RR aggiustati

I risultati ottenuti correggendo le stime dei RR, presenti in Tabella 3, mettono in evidenza alcuni eccessi di rischio nelle aree limitrofe alle discariche rispetto al resto della zona oggetto di studio.

Per la Provincia di Caserta si notano:

- eccessi di rischio significativi nell'area intorno alla discarica di Sogeri sia per le MC cromosomiche (RR=6,50) sia sul totale delle MC (RR=3,94);

- eccessi di rischio di MC dell'apparato urinario-genitale ai limiti della significatività per gli esposti della discarica di Sogeri (RR=4,30).

Per la Provincia di Napoli emergono:

- un eccesso di rischio di MC cardiovascolari significativo nell'area intorno alla discarica di Sari (RR=1,91) rispetto al resto della zona oggetto di studio;
- eccessi di rischio significativi di MC cromosomiche (RR=1,39), di MC cardiovascolari (RR=1,59) e di MC totali (RR=1,18) per le aree con discariche rispetto alle aree che non presentano siti MUD;
- un eccesso di rischio non significativo (ma degno di essere commentato) di MC cromosomiche (RR=1,58) nell'area intorno alla discarica di Sari.

Per la Provincia di Salerno non si segnalano rischi di particolare interesse. Unici dati da notare sono:

- un eccesso di rischio di MC cromosomiche non significativo (RR=2,12) per gli esposti alla discarica di Cucchiara;
- un eccesso di rischio di MC cardiovascolari (RR=1,36) non significativo per gli esposti alla totalità delle discariche localizzate nella Provincia di Salerno.

L'analisi effettuata sul totale delle discariche della Regione Campania (CE-NA-SA) conferma l'eccesso di rischio significativo di MC cardiovascolari (RR=1,39) per le aree con discariche rispetto alle aree che non presentano siti MUD.

Per le Province emiliane non sono risultati eccessi di rischio significativi. Tra i rischi non significativi si nota un eccesso di rischio di MC dell'apparato urinario-genitale (RR corretto = 1,87) per gli esposti alle discariche della Provincia di Modena.

Risultati dell'analisi geografica a livello comunale

Per consultare gli indicatori di rischio e i relativi intervalli di confidenza, calcolati a livello comunale nelle 5 Province oggetto di studio si può accedere all'indirizzo <http://stsas.sister.it:8080/Portal/idp> ottenendo una rappresentazione su carte tematiche prodotta da IMS-cube. Inoltre tramite l'interfaccia è possibile visualizzare tutte le informazioni sullo stato socioeconomico e sulla presenza di discariche relative al territorio analizzato.

Stime di SMR e BMR nelle province campane selezionate

Di seguito sono riportati gli eccessi di rischio di MC evidenziati a livello comunale nella regione Campania.

MC cromosomiche

Il Comune Napoli (63049) dove sono presenti 2 discariche censite presenta un SMR grezzo pari a 1,25 significativo al 95%. Il Comune di Sala Consilina (65114) che presenta nel suo territorio due discariche ha un SMR aggiustato maggiore di 1 ai limiti della significatività. Il Comune di Napoli presenta un BMR di MC cromosomiche sia grezzo che aggiustato statisticamente maggiore di 1 (BMR grezzo = 1,17 con intervallo di confidenza al 95% pari a 1,01-1,30; BMR corretto = 1,24 con intervallo di confidenza al 95% pari a 1,02-1,50).

Si nota che considerando gli SMR, il Comune di Castelvolturo presenta eccessi di rischio non significativi ma degni di essere notati. Inoltre considerando il BMR aggiustato si nota che diversi Comuni esposti alle discariche oggetto di studio hanno generalmente eccessi di rischio (anche non sono significativi).

MC del tubo neurale

Il Comune di Roccarainola (63065), esposto alla discarica di Paenzano, ed i comuni di Pietramelara (61058), San Felice a Canello (61075), Afragola (63002) Massa Lubrense (63044), non esposti a discariche, presentano un SMR di MC del tubo neurale sia grezzo che aggiustato significativamente maggiore di 1. In generale, dalle mappe di MC del tubo neurale si possono notare alcuni eccessi di rischio di intorno alla discarica di Sogeri e Paenzano, anche se nessun BMR è risultato significativo.

MC dell'apparato genitale

Il Comune di Saviano (63076) esposto alla discarica di Ardolino, presenta un SMR sia grezzo che aggiustato statisticamente maggiore di 1. Inoltre Il Comune di Serramezzana (65139) esposto ad una discarica localizzata nel suo territorio, presenta SMR significativamente maggiori di 1. Salerno (65116) e Contursi Terme non esposti a discariche hanno degli eccessi di rischio significativi maggiori alla media provinciale.

In generale nelle mappe delle MC dell'apparato genitale si possono notare eccessi di rischio intorno alle discariche di Sogeri, Paenzano e Ardolino anche se gli indicatori sono significativi solo in alcuni Comuni esposti.

MC cardiovascolari

Il Comuni di Boscotrecase (63009) e Roccarainola (63065), esposti rispettivamente alle discariche di Sari e Paenzano, presentano eccessi di rischio significativamente superiori alla media provinciale (Boscotrecase: SMR grezzo = 7,12, SMR corretto = 6,72; Roccarainola: SMR grezzo = 4,80, SMR corretto = 9,54. Il Comune di Napoli (63049) esposto a discariche localizzate nel territorio di amministrazione comunale, presenta sia SMR che BMR significativamente maggiori di 1. Inoltre il Comune di S. Sebastiano (63070) non esposto a discariche ha degli eccessi di rischio significativi, ottenuti tramite SMR, maggiori alla media provinciale.

MC totali

I Comuni di Capodrise (61013), Castel Volturno (61027), Boscotrecase (63009), Carbonara di Nola (63015), Liveri (63040), Roccarainola (63065), Saviano(63076), esposti rispettivamente a discariche di primario interesse, i comuni di Napoli (63049) e di Serramezzana (65139) esposti ad altre discariche ed i Comuni di San Felice (61075), San Marcellino (61077), Santa Maria a Vico (61082), Castellammare di Stabia (63024), Massa Lubrense (63044), San Sebastiano (63070), Angri (65007), Salerno (65116) che non sono esposti a discariche, presentano SMR sia grezzi che aggiustati statisticamente maggiore di 1.

Inoltre tramite BMR si evidenzia eccesso di rischio significativo per il Comune di Napoli.

Focalizzando l'attenzione sui grafici delle MC totali si possono notare eccessi di rischio intorno alle discariche di Sogeri, Paenzano e Sari anche se gli indicatori sono significativi solo in alcuni Comuni esposti (precedentemente citati).

Stime di SMR e BMR nelle province emiliane selezionate

Di seguito sono riportati gli eccessi di rischio di MC evidenziati a livello comunale nella regione Emilia Romagna.

Il Comune di San Felice sul Panaro (36037), non esposto a nessuna discarica, presenta un eccesso di rischio di MC cromosomiche significativo (SMR sia grezzo che aggiustato maggiore di 1) superiore alla media provinciale. Questo eccesso scompare con l'utilizzo dei BMR.

Il Comune di Mirandola (36022) esposto a 5 discariche localizzate nel suo territorio di amministrazione, presenta eccessi di rischio di MC del tubo neurale, dell'apparato genitale e

totali superiore alla media provinciale rappresentato da un SMR sia grezzo che aggiustato maggiore di 1. Questo eccesso di rischio scompare con l'utilizzo dei BMR.

Il Comune di Finale Emilia (36012), esposto a 5 discariche localizzate nel suo territorio di amministrazione, presenta un eccesso di rischio di MC cardiovascolari superiore alla media provinciale rappresentato da un SMR corretto maggiore di 1. Questo eccesso di rischio si attenua con l'utilizzo dei BMR.

Per i Comuni di Bagnolo in Piano (35002) e S. Possidonio (36038), non esposti a nessuna discarica provinciale, si notano, tramite SMR, eccessi di rischio di MC cardiovascolari significativamente superiori alla media provinciale. Questi eccessi si attenuano con l'utilizzo dei BMR.

Considerazioni per tipologia di indagine

Analisi spaziale a livello di area: aggregati di comuni esposti a contaminanti

Nelle analisi svolte sulle aree costituite da aggregati di Comuni si evidenziano eccessi di rischio significativi e ai limiti della significatività nelle zone esposte alla discarica di Sogeri e alla discarica di Sari. Questi eccessi sono da considerare come indicativi in quanto i RR, calcolati su casistiche molto rare, non sono così stabili da far ipotizzare una associazione tra MC ed esposizione a contaminanti contenuti in discariche. Considerazione di maggior rilievo è da attribuire allo studio effettuato sulla totalità delle discariche della Provincia e sulla totalità dei siti della Regione. In questa analisi è aumentata la casistica e di conseguenza è aumentata la potenza dei test utilizzati. Gli eccessi di rischio trovati per la Provincia di Napoli ed evidenziati per la totalità delle Province campane selezionate permettono di considerare più attendibile la relazione tra MC e presenza di discariche, anche se le analisi mancano di completezza per la poca informazione sui possibili confondenti presenti sul territorio. Gli eccessi di rischio di MC cromosomiche, MC cardiovascolari e MC totali evidenziati sono concordi ad alcuni risultati di studi epidemiologici riportati in letteratura (27-30).

Analisi spaziale a livello comunale

Le analisi sui singoli Comuni (calcolo di SMR e BMR) sono servite per:

- confermare alcuni risultati ottenuti nello studio su aree costituite da aggregati di più Comuni esposti,
- evidenziare andamenti caratteristici ovvero aggregazioni di comuni con tratto particolare (pattern),
- evidenziare i singoli Comuni esposti a discariche che presentano eccessi di rischio,
- comprendere quali Comuni hanno contribuito ad avere un eventuale eccesso di rischio intorno ad una discarica di primario interesse.

L'analisi di eterogeneità spaziale a livello comunale mette in evidenza la dominanza della componente di variabilità non strutturata spazialmente rispetto alla variabilità con struttura spaziale, infatti, la mappatura dei dati non indica pattern particolari, specialmente intorno alle discariche di primario interesse. I Comuni con rischi elevati sono distribuiti in maniera irregolare e comunque solo pochi di loro risultano avere eccessi di rischio significativi.

In particolare si sono evidenziati eccessi di rischio sia per Comuni che sono esposti alle 10 discariche di primario interesse sia per Comuni che sono esposti ad altre discariche Provinciali

(non comprese nell'elenco dei 10 siti di Tabella 1) che confermano alcuni dei rischi elevati stimati nello studio su grandi aree esposte.

In Tabella 4 è presente un sommario dei rischi stimati in tutti i Comuni che sono esposti ad una o più discariche di primario interesse.

Tabella 4. SMR e BMR aggiustati dei Comuni esposti a discariche campane di primario interesse

Discariche	Comuni esposti	MC cromosomiche		MC DTN		MC genitali		MC MCV		MC totali	
		SMR	BMR	SMR	BMR	SMR	BMR	SMR	BMR	SMR	BMR
Ardolino(NA)	Ottaviano	0,53	0,74	1,07	0,90	0,00	0,71	0,91	0,67	1,20	0,97
	S. Giuseppe V.	1,03	1,25	0,79	1,03	0,00	0,62	0,00	0,64	0,65	0,70
	Saviano	1,70	1,09	2,25	0,87	5,23*	3,14	0,00	0,47	2,20*	1,50
	Scisciano	0	0,78	7,00	0,96	0,00	1,13	0,00	0,56	0,79	0,84
Ardolino-Iovino(NA)	Palma Campania	0,70	1,13	0,00	1,00	0,00	0,76	0,00	0,72	0,74	0,80
	S. Gennaro V.	0,98	0,89	0,00	0,79	0,00	0,92	0,00	0,51	0,82	0,74
Cucchiara (SA)	Pertosa	0	1,59	0,00	0,66	0,00	1,05	0,00	0,96	0,00	0,83
	Polla	1,47	1,62	0,00	0,53	0,00	1,03	0,00	1,03	1,50	0,76
	S. Arsenio	0	1,22	0,00	0,50	0,00	1,10	0,00	1,10	0,00	0,63
Difrabi (NA)	Marano di Napoli	1,33	1,13	0,45	0,79	0,53	0,74	1,50	0,80	1,11	0,93
	Pozzuoli	0,17	0,41*	0,68	0,81	0,80	0,86	0,87	0,63	0,46*	0,43*
	Quarto	1,56	1,22	0,74	0,79	0,00	0,63	0,00	0,44*	0,76	0,65
	Villaricca	0,44	0,64	3,15	1,03	0,00	0,71	0,00	0,47	1,08	0,86
Iovino(NA)	Carbonara di Nola	6,30	1,41	0,00	0,86	0,00	1,21	0,00	0,60	5,07*	2,10
	Domicella	0	0,82	0,00	0,83	0,00	0,83	0,00	0,83	0,00	0,83
	Lauro	0	0,97	0,00	0,97	0,00	0,97	0,00	0,97	1,11	1,38
	Striano	0	0,72	0,00	0,82	0,00	0,99	0,00	0,56	0,82	0,78
Iovino-Paenzano (NA)	Liveri	6,94	1,588	0,00	0,91	0,00	1,11	11,31	0,92	5,13*	2,12
Paenzano(NA)	Avella	0	0,89	0,00	0,89	0,00	0,89	3,06	1,14	0,90	1,25
	Baiano	0	0,85	0,00	0,85	0,00	0,85	0,00	0,95	0,00	1,18
	Camposano	0	0,83	0,00	0,86	0,00	1,05	0,00	0,62	0,00	0,57
	Casamarciano	0	0,94	0,00	0,90	0,00	1,10	0,00	0,68	0,00	0,68
	Cicciano	0,92	0,97	3,49	1,09	2,28	1,32	0,00	0,64	1,34	1,06
	Cimitile	0	0,88	0,00	0,91	5,65	1,74	0,00	0,70	1,11	0,93
	Comiziano	6,49	1,46	0,00	0,87	0,00	1,18	0,00	0,61	1,72	1,12
	Marzano di Nola	0	0,98	0,00	0,98	0,00	0,98	0,00	0,98	0,00	0,82
	Nola	1,26	1,00	0,00	0,73	2,66	2,08	2,10	0,63	1,06	0,83
	Roccarainola	0	0,74	14,8*	1,32	4,39	1,86	9,54*	0,91	3,92*	2,30
	S. Paolo B.S.	3,31	1,29	0,00	0,86	0,00	1,12	0,00	0,61	0,87	0,87
	Sirignano	6,64	1,06	0,00	0,96	0,00	0,96	0,00	0,96	3,66	1,10
	Sperone	0	1,03	0,00	1,04	0,00	1,04	0,00	1,03	2,79	1,20
	Tufino	0	1,43	0,00	1,18	0,00	0,95	0,00	0,97	0,00	0,69
	Visciano	0	0,85	0,00	0,87	0,00	1,04	0,00	0,62	0,00	0,61
Sari (NA)	Boscotrecase	0,44	0,67	2,75	1,07	1,03	1,03	0,79	0,62	1,23	0,99
	Boscotrecase	2,56	1,65	0,00	1,00	3,54	1,38	6,72*	2,17	2,21	1,68
	Poggiomarino	0,6	0,8	1,20	0,91	2,93	1,71	1,00	0,69	0,75	0,69
	Pompei	0,50	0,66	0,00	0,75	1,06	1,14	0,00	0,47	0,40	0,46
	Terzigno	2,92	1,80	0,00	0,82	0,00	0,79	2,67	0,83	1,68	1,27
Sogeri (CE)	Scafati	1,43	1,55	0,53	1,13	0,92	0,82	0,85	0,89	0,87	0,91
	Castel Volturno	3,25	1,05	2,31	1,09	4,10	1,33	3,99	0,81	2,43*	1,09

segue

continua

Discariche	Comuni esposti	MC cromosomiche		MC DTN		MC genitali		MC MCV		MC totali	
		SMR	BMR	SMR	BMR	SMR	BMR	SMR	BMR	SMR	BMR
Uttaro (CE)	Capodrise	3,38	1,49	0,00	0,48	0,00	1,43	0,00	1,40	2,85*	1,46
	Casagiove	1,12	1,28	0,00	0,51	0,00	0,96	5,88	1,01	1,14	0,87
	Casapulla	0	1,24	0,00	0,50	0,00	1,06	0,00	0,86	0,60	0,87
	Caserta	0,68	1,18	1,50	0,55	2,22	1,16	1,29	0,71	1,03	0,83
	Curti	0	1,26	0,00	0,50	0,00	1,14	0,00	0,97	0,00	0,85
	Macerata C.	0	1,28	0,00	0,50	3,14	1,68	0,00	1,37	0,36	0,97
	Maddaloni	0,65	1,25	0,84	0,51	0,00	1,29	0,77	1,62	0,75	1,00
	Marcianise	0,50	0,70	1,08	0,97	0,00	0,88	0,00	0,53	0,57	0,64
	Portico di Caserta	1,86	1,37	0,00	0,51	0,00	1,26	0,00	1,13	1,11	1,04
	Recale	1,61	1,34	0,00	0,51	4,60	1,37	0,00	0,94	2,03	1,11
	S. Nicola La S.	2,59	1,42	0,00	0,52	0,00	0,87	2,82	0,68	1,26	0,83
	S. Marco Ev.	0	1,27	0,00	0,88	0,00	1,16	0,00	1,01	0,00	0,88
	Modena (MO)	Bastiglia	0,00	1,67	0,00	0,41	0,00	1,08	0,00	0,89	0,00
Castelfranco E.		1,27	1,64	0,00	0,42	0,94	0,97	0,00	0,72	0,60	0,78
Modena		1,22	0,71	1,14	0,62	0,83	1,01	0,87	0,80	1,00	0,89
Nonantola		0,00	1,52	0,00	0,39	4,69	1,92	3,39	1,06	2,03	0,95
S. Cesario Sul P.		0,00	2,08	0,00	0,33	0,00	1,16	3,29	1,52	0,91	0,91
Rio Riazzone (RE)	Albinea	2,17	0,76	2,49	5,70	2,78	0,89	0,00	0,61	1,78	1,36
	Casalgrande	0,96	0,84	0,00	0,65	1,31	0,90	2,14	0,55	0,91	0,86
	Castellarano	0,00	0,71	0,00	1,85	1,74	0,84	0,00	0,53	0,25	0,79
	Scandiano	0,66	0,78	0,00	0,78	0,00	0,70	1,38	0,54	0,88	0,87
	Viano	4,49	0,92	0,00	0,62	0,00	0,86	0,00	0,52	3,26	1,14

* p<0.05

Dalla Tabella 4 si può notare che:

- l'eccesso di rischio di MCV, evidenziato per gli esposti alla discarica di Sari, è attribuibile in gran parte ad un valore elevato significativo di SMR e BMR per il Comune di Boscotrecase (63009),
- i valori di SMR e BMR maggiori di 1 per le MC cromosomiche e le MC totali del Comune di Castel Volturno, esposto alla discarica di Sogeri, confermano il rischio elevato di MC risultato nell'analisi dell'area di raggio 5 km intorno alla discarica di Sogeri.

Confronto tra SMR e BMR

Le stime dei RR ottenute tramite SMR, essendo l'analisi svolta su aree scarsamente popolate e di piccole dimensioni, presentano una elevata variabilità a causa di una eterogeneità contenuta nei livelli individuali di rischio. Quindi è stato necessario adottare "tecniche di lisciamento" (smoothing); in letteratura sono stati suggeriti vari approcci, tra i quali il BMR ottenuto mediante il modello bayesiano gerarchico che ha permesso di "filtrare il rumore" dovuto alla variabilità poissoniana e quindi ha fornito stime che danno un'immagine più trasparente della variazione geografica; tutto ciò modellando separatamente la variabilità poissoniana da quella extra poissoniana che rappresenta la reale variazione del rischio sul territorio. Tale modello sfrutta una informazione a priori sulla variabilità del rischio relativo sulla mappa specificando una componente stocastica di variazione non strutturata spazialmente ed una componente casuale di variazione strutturata spazialmente.

Dai risultati ottenuti si ritengono più stabili e di conseguenza più attendibili le stime ottenute tramite i BMR rispetto al semplice SMR.

Confronto tra BMR e BMR aggiustati

Confrontando le mappe dei BMR non aggiustati con quelli aggiustati si notano modesti cambiamenti nella distribuzione dei RR stimati (nella maggior parte dei gruppi di MC considerati si è testato che l'effetto dei fattori socio-economici e/o l'effetto della presenza/assenza di discariche non sono statisticamente significativi) che segue la distribuzione dell'indice di deprivazione e delle discariche censite; infatti si può notare che:

- nelle zone molto deprivate, il rischio aumenta;
- nelle zone con discariche il rischio aumenta.

Conclusioni

Nella maggior parte delle analisi svolte, i rischi di MC stimati sono molto instabili (ampi limiti di confidenza) a causa della bassa frequenza del fenomeno oggetto di studio. Questo è dovuto principalmente al trattamento di casistica numericamente bassa. Quindi nei casi in cui sono risultati eccessi di rischio di MC è difficile pronunciarsi sul rischio attribuibile alle sostanze nocive provenienti dai siti di discarica.

Comunemente, negli studi effettuati sull'argomento associazioni tra MC e discariche si riscontrano numerose problematiche che rendono difficile il pronunciarsi sui fattori di rischio presenti sul territorio (4). I principali problemi incontrati sono:

- Difficoltà nella misurazione della reale esposizione a contaminanti: la popolazione residente è esposta a sostanze nocive a basso dosaggio e per lunghi periodi (4).
- Difficoltà nel localizzare discariche abusive non controllate sul territorio analizzato.
- Difficoltà nella conoscenza della sorgente di esposizione: le miscele nocive possono contaminare l'aria, il suolo e l'acqua sia di superficie sia di falda (31).
- Difficoltà nel depurare il rischio dovuto alla presenza della discarica da una molteplicità di fattori di confondimento (32) difficilmente controllabili. Alcuni di loro sono:
 - fattori socioeconomici (33-34),
 - presenza di poli industriali nelle vicinanze delle discariche analizzate,
 - locazione della discarica in zone già ad alto impatto di inquinamento dovuto eventualmente alla costruzione della discarica sopra una vecchia miniera o industria,
 - tipo di discarica e pericolosità di rifiuti contenuta (35),
 - presenza di discariche abusive e presenza di inceneritori di vecchia generazione nella zona esposta,
 - occupazione ad alto rischio di salute per le madri residenti in zone esposte (36),
 - età materna, che per i difetti congeniti cromosomici, è un fattore di confondimento rilevante (non è stato possibile considerare l'età materna per mancanza di dati sui denominatori),
 - consumo di sigarette (37) e di alcool nel periodo di gestazione (38).
- Difficoltà nel controllare la migrazione dei soggetti: per esempio è possibile che donne residenti in aree esposte, nei mesi di gravidanza passino gran parte della giornata in zone non esposte o viceversa (39-40).

- Non completa sorveglianza delle MC da parte dei Registri sul territorio (soprattutto per RCDC che ha una copertura del territorio del 75%): la mancanza parziale di dati può introdurre delle distorsioni nei rischi stimati e può ridurre la relazione con l'esposizione.
- Numerosità bassa dei Comuni esposti rispetto ai Comuni non esposti.
- Aree di piccole dimensioni e casistica numericamente bassa.
- Negli studi multisito, le discariche possono presentare caratteristiche diverse e anni di attività diversi; questo porta difficoltà nell'interpretazione dei RR (4).
- Difficoltà nel definire il periodo di esposizione dei residenti: si assume un periodo di esposizione costante nel tempo.
- Difficoltà nella scelta del grado di raggruppamento delle MC (4) perchè esse possono essere patogeneticamente ed eziologicamente diverse; lo studio eseguito sui gruppi di MC difficilmente coglie le motivazioni degli eccessi di rischio sui singoli difetti ma, d'altra parte, permette di analizzare casistiche numericamente accettabili e quindi usare test più potenti. L'analisi delle relazioni tra i singoli difetti con la totalità dei contaminati derivanti dalle discariche e con particolari sostanze nocive è importante per comprendere le cause dei singoli difetti congeniti; d'altra parte analizzare difetti singoli significherebbe trattare una casistica estremamente bassa con conseguenze pessime sulla potenza dei test statistici.

Comunque i risultati ad oggi disponibili in tema di discariche seppure non conclusivi appaiono caratterizzati da alcuni eccessi di rischio di debole entità per le popolazioni residenti in aree limitrofe rispetto ad aree esterne.

Per la stabilizzazione e l'approfondimento di questi risultati si rendono necessari ulteriori studi in altre aree del territorio nazionale.

Bibliografia

1. AA. VV. *Dizionario enciclopedico di Scienze biologiche e mediche*. Bologna: Zanichelli; 1990.
2. Goldman LR, *et al.* Low Birth Weight, prematurity and birth defects in children living near the hazardous waste site, Love Canal. *Haz Waste Haz Mat* 1985;2:209-23.
3. Croen LA, Shaw GM, *et al.* Maternal Residential proximity to hazardous waste sites and risk of selected congenital malformations. *Epidemiology* 1997; 8:347-54.
4. Vrijheid M. Health Effects of Residence Near Hazardous Waste Landfill Sites: A Review of Epidemiologic Literature. *Environ Health Perspect* 2000; 108 (Suppl 1): 101-12
5. Upton AC. Public Health aspects of toxic chemical disposal sites. *Annu Rev Public Health* 1989; 10:1-25.
6. National Research Council. Environmental Epidemiology. Vol. 1: *Public Health and Hazardous Wastes*. Washington, DC: National Academy Press; 1991.
7. British Medical Association. *Hazardous waste and human health*. Oxford: Oxford University Press; 1991.
8. Milan M, Astolfi G, Cocchi G, Magnanic, Garani GP, Garavelli L, Bottoni M, Volpato S, Calzolari E. *1978-1995: 18 anni di sorveglianza delle malformazioni congenite*. Indagine malformazioni congenite IMER in Emilia Romagna. Ferrara; 1999.
9. Calzolari E, Garani GP, Cocchi G, Magnani C, Rivieri F, Neville AJ, Astolfi G, Garavelli G, Gualandi F, Volpato S, Bosi G, IMER Working Group Congenital Heart Defects. 15 years of experience of the Emilia Romagna Register (ITALY). *European Journal of Epidemiology* 2003; 18:773-80.

10. Bianchi F, Pierini A, Segreteria Scientifica del Registro Toscano Difetti Congeniti. *Rilevazione dei Difetti Congeniti in periodo prenatale, alla nascita, nel primo anno di vita. Rapporto quinquennale 1992-96*. Pisa: Regione Toscana, Giunta Regionale, Istituto di Fisiologia Clinica CNR; 2001.
11. Pierini A, Bianchi F. *Rilevazione dei Difetti Congeniti in periodo prenatale, alla nascita, nel primo anno di vita*. Rapporto annuale 2000. Pisa: Regione Toscana, Giunta Regionale, Istituto di Fisiologia Clinica CNR; 2002.
12. Scarano G, et al. *Difetti Congeniti in Campania: 1993-1997*. Napoli: Registro Campano Difetti Congeniti - Regione Campania Assessorato alla Sanità, Osservatorio Epidemiologico Regionale; 1999.
13. Scarano G, et al. *Rapporto annuale Difetti Congeniti in Campania: 1998-1999*. Napoli: Registro Campano Difetti Congeniti - Regione Campania Assessorato alla Sanità, Osservatorio Epidemiologico Regionale; 2001.
14. Flynt JW, Hay S. International clearinghouse for birth defect monitoring system. *Contributions to epidemiology and biostatistics* 1979;1:44-52.
15. Weatherall JAC. *The beginning of EUROCAT*. Brussels: Catholic University of Louvain, Department of Epidemiology; 1985.
16. Mastroiacovo P, et al. *Difetti congeniti e sindromi malformative*. Milano: McGraw-Hill; 1990.
17. The British Paediatric Association. *BPACD: British Paediatric Association Classification of Diseases*. London: The British Paediatric Association; 1979.
18. Cadum E, Costa G, et al. Deprivazione e Mortalità: un indice di deprivazione per l'analisi delle disuguaglianze su base geografica. *Epid Prev* 1999;23:175-87.
19. Agresti A. *An introduction to categorical data analysis*. New York: J. Wiley & Sons; 1995.
20. STATA Corporation. *STATA reference manual release 7. Volume 1-5*. College Station, Texas: Stata press; 2001.
21. Breslow N, Day N. *Statistical methods in cancer research. Vol. II. The design and analysis of cohort study*. Lyon: IARC; 1987.
22. McCullagh P, Nelder JA. *Generalized Linear Model*. 2nd ed. London: Chapman & Hall; 1989.
23. Lawson A, Biggeri A, Böhning D, Lesaffre E, Viel JF, Bertolini R. *Disease mapping and risk assessment for public health*. New York: Wiley J. & Sons, LTD.; 1999.
24. Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with application in spatial statistics. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 1991;48(1):1-59.
25. Breslow NE, Clayton DG. Approximate inference in generalized linear mixed models. *Journal of the American Statistical Association* 1993; 88:9-25.
26. Spiegelhalter DJ, Thomas A, Best NG, Gilks WR. *BUGS: Bayesian inference Using Gibbs Sampling, Version 0.5 (version ii)*; 1996. Disponibile all'indirizzo: <http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/documentation/contents.shtml>; ultima consultazione 22/03/02.
27. Shaw GM, Schulman J, et al. Congenital Malformations and Birthweight in areas with potential environmental contamination. *Arch Environ Health* 1992;47:147-54.
28. Geschwind SA, et al. Risk of congenital malformations associated with proximity to hazardous waste sites. *Am J Epidemiol* 1992; 135: 1197-207.
29. Dolk H, Vrijheid MM, et al. Risk of congenital anomalies near hazardous waste sites in Europe : the EUROHAZCON study. *Lancet* 1998;352:423-7.
30. Elliot P, Briggs D, et al. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. *BMJ* 2001; 323 (7309):363-8.

31. Johnson BL, DeRosa C. The toxicologic hazard of superfund hazardous waste sites. *Rev Environ Health* 1997; 12:235-51.
32. Elliot P, Wakefield JC. Bias and confounding in spatial epidemiology. In: Elliot P, *et al.* (Ed.). *Spatial epidemiology: methods and applications*. Oxford: Oxford University Press; 2000. p. 68-84.
33. Olshan F, *et al.* Socioeconomic status and the risk of birth defect. *Am J Epidemiol* 1991; 134:778-9.
34. Vrijheid M, Dolk H, Stone D, Abramsky L, Alberman E, Scott JE. Socioeconomic inequalities in risk of congenital anomaly. *Arch Dis Child* 2000; 82(5):349-52.
35. Vrijheid M, Dolk H, Armstrong B, Boschi G, Busby A, Jorgensen T, Pointer P. Hazard potential ranking of hazardous waste landfill sites and risk of congenital anomalies. *Occup Environ Med* 2002; 59(11):768-76.
36. Shi L, Chia SE. A review of studies on maternal occupational exposures and birth defects, and the limitations associated with these studies. *Occup Med Lond.* 2001; 51(4):230-44.
37. Wasserman CR, Shaw GM, *et al.* Parental cigarette smoking and risk for congenital anomalies of the hearth, neural tube, or limb. *Teratology* 1996; 53:261-7.
38. Lorente C, Cordier S, Goujard J, Ayme S, Bianchi F, Calzolari E, De Walle HE, Knill-Jones R. Tobacco and alcohol use during pregnancy and risk of oral clefts. Occupational Exposure and Congenital Malformation Working Group. *Am J Public Health.* 2000;90(3):415-9.
39. Schulman J, Selvin S, *et al.* Exposure misclassification due to residential mobility during pregnancy in epidemiologic investigations of congenital malformations. *Arch Environ Health Perspect* 1993; 48:114-9.
40. Dolk H. The influence of migration in small area studies of environment and health migration during pregnancy. *The ONS longitudinal study update no 27* ; 1997: 6-8.

STUDIO ESPLORATIVO SU ESITI RIPRODUTTIVI IN AREE CON PRESENZA DI DISCARICHE

Laura Lauria (a), Angela Spinelli (a), Stefania Trinca (b)

(a) *Laboratorio di Epidemiologia e Biostatistica, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

(b) *Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma*

Introduzione

Tra gli studi apparsi nella letteratura scientifica degli ultimi due decenni sui possibili effetti sulla salute umana dovuti ad esposizione ad inquinamento ambientale per presenza di discariche, molti hanno preso in considerazione indicatori di esito delle gravidanze (1, 2).

L'interesse per questo tipo di studi risiede nel fatto che è già stata più volte evidenziata, tramite studi sperimentali e studi di epidemiologia occupazionale, una associazione tra esposizione a particolari agenti chimici, potenzialmente presenti in discarica, e alterazioni di misure riproduttive. Questi studi riguardano in generale esposizioni ad alte dosi di particolari sostanze chimiche ma sono importanti perchè dimostrano una plausibilità biologica nella relazione ipotizzata. Inoltre, gli eventi riproduttivi, rispetto ad altri eventi quali l'insorgenza di tumori, essendo legati a periodi di esposizione e di latenza relativamente brevi, permettono di classificare con maggiore precisione gli eventi stessi rispetto allo stato di esposizione. Gli indicatori di esito riproduttivo quindi, grazie anche all'alta frequenza con cui gli eventi riproduttivi si verificano, possono avere un ruolo importante come indicatori di monitoraggio di inquinamento ambientale. Tra le misure di esito riproduttivo messe in relazione con l'inquinamento ambientale dovuto a presenza di discariche, escludendo le malformazioni congenite di cui si parla specificamente in altro capitolo, quelle su cui si è concentrata maggiormente l'attenzione sono state la prevalenza di basso peso alla nascita e di nascite premature e l'abortività spontanea (3-14).

Nello studio riportato in questo capitolo sono stati esaminati, oltre gli eventi indicati sopra, anche la natimortalità (15, 16), il ritardo nella crescita intrauterina, definito come proporzione di nati piccoli per età gestazionale (17), e il rapporto dei sessi alla nascita. Riguardo a quest'ultimo indicatore, l'ipotesi in studio è che l'esposizione ad alcune sostanze chimiche, quali diossina o pesticidi, possa produrre un aumento delle nascite di sesso femminile (18, 19).

Gli studi di popolazione apparsi nella letteratura scientifica su queste tematiche hanno fornito spesso risultati contraddittori e non sempre consistenti con le ipotesi iniziali. Nella Tabella 1, vengono riportati, in modo sintetico, per alcuni articoli apparsi in letteratura (1) alcune informazioni su i tipi di studio effettuati, sulla definizione di esposizione e, per ciascuno, sulla presenza o meno di associazioni significative.

Le ragioni di queste contraddizioni risiedono soprattutto nell'approssimazione con cui viene definita l'esposizione negli studi di epidemiologia ambientale. Si tratta infatti per lo più di misure di esposizione di tipo ecologico che non permettono di controllare a livello individuale le quantità e le modalità di assorbimento delle sostanze inquinanti. Si è però sottolineata la necessità di continuare ad indagare su queste tematiche, nonostante le difficoltà metodologiche, data la grande rilevanza sanitaria che esse potrebbero avere a fronte di un problema di smaltimento rifiuti che sembra rappresentare sempre di più un'emergenza nella gestione del territorio.

Tabella 1. Selezione bibliografica sull'associazione tra presenza di discarica sul territorio ed esiti riproduttivi avversi

Autore anno	Outcome	Disegno dello studio	Misura di esposizione	Significativo aumento del rischio
Vianna & Polan 1984	Basso peso	Follow-up retrospettivo	Residenza in zona	Sì
Goldman <i>et al.</i> 1985	Basso peso	Follow-up retrospettivo	Residenza in zona	Sì
Lagakos <i>et al.</i> 1986	Aborto spontaneo Basso peso	Follow-up retrospettivo	Indice di esposizione basato su quantità di acqua fornita da fonti contaminate	No
Baker <i>et al.</i> 1988	Aborto spontaneo Basso peso	Cross-sectional	Residenza in area prossima alla discarica	No
Dunne <i>et al.</i> 1990	Aborto spontaneo	Cross-sectional	Zona 1 entro 300 metri Zona 2 entro 1000 metri	Sì
Wrensch <i>et al.</i> 1990	Aborto spontaneo Basso peso	Follow-up retrospettivo	Residenza in zone censuali servite da acqua contaminata	No
Wrensch <i>et al.</i> 1990	Aborto spontaneo	Follow-up retrospettivo	Residenza in zone censuali servite da acqua contaminata	No
Deanne <i>et al.</i> 1992	Aborto spontaneo Basso peso	Follow-up retrospettivo	Residenza in zone censuali servite da acqua contaminata	Sì (aborto spontaneo), No (basso peso)
Shaw <i>et al.</i> 1992	Basso peso	Caso-controllo	Residenza in aree di censimento	No
Wrensch <i>et al.</i> 1992	Aborto spontaneo Basso peso	Follow-up retrospettivo	Consumo di acqua di rubinetto	No
Sosniak <i>et al.</i> 1994	Basso peso Prematurità Natimortalità	Caso-controllo	Residenza entro un miglio	No
Goldberg <i>et al.</i> 1995	Basso peso Peso molto basso Prematurità Piccoli per l'età	Caso-controllo	Residenza in area adiacente la discarica e livello stimato di esposizione a gas da discarica	Sì (basso peso e piccoli per l'età), No (pesi molto bassi e prematurità)
Berry & Bove 1997	Peso medio Basso peso Prematurità	Follow-up retrospettivo	Residenza in zona	Sì
Fielder <i>et al.</i> 1997	Aborto spontaneo	Confronto geografico	Aree prossime alla discarica	No
Kharrazi <i>et al.</i> 1997	Basso peso Natimortalità Prematurità	Follow-up retrospettivo	Residenza in aree di censimento, in area prossima alla discarica, in area raggiunta da cattivo odore	No

Lo studio qui proposto è da considerarsi come una fase conoscitiva iniziale che permetterà di avere un primo punto di riferimento, in termini di salute riproduttiva, per un eventuale avvio di un processo di monitoraggio ambientale e per la eventuale pianificazione di studi analitici più approfonditi.

Questo studio si compone di due parti, un'indagine di tipo trasversale sull'esito dei parti (natimortalità) e su misure neo-natali, quali prematurità, peso e rapporto dei sessi alla nascita ed

uno studio di tipo caso-controllo sull'abortività spontanea. L'obiettivo in entrambi i casi è quello di indagare sull'associazione tra questi eventi e la residenza in aree con presenza di discariche.

Materiali e metodi

Aree selezionate

Sulla base dell'elenco delle discariche caratterizzate fornito dall'unità operativa n.1 dell'intero progetto presentato in questo rapporto (Cap.1), sono stati selezionati per lo studio 6 impianti ubicati in 4 province italiane: Rio Riazzone (Reggio Emilia), Modena (Modena), Sogeri (Caserta), Uttaro (Caserta), Nardò (Lecce) e Ugento (Lecce). Sono state escluse le discariche che ponevano maggiori problemi rispetto alla definizione dell'esposizione o che apparivano più problematiche data la complessità del territorio dal punto di vista delle caratteristiche socio-economiche.

L'area oggetto di studio è costituita dal territorio provinciale.

Definizione dell'esposizione

Utilizzando i dati e le mappe tematiche realizzate con un Sistema Informativo Geografico (*Geographic Information System*, GIS) dall'unità operativa n. 1, è stato definito un livello di esposizione per ogni comune appartenente al territorio provinciale. In particolare, i comuni il cui centro abitato ricadeva entro un raggio di 5 km da una delle discariche selezionate sono stati classificati come "esposti di primo livello". Sono stati classificati come comuni "esposti di secondo livello" quelli nel cui territorio, in base al Modello Unico di Dichiarazione Ambientale (MUD) del 1997, risultava presente almeno una discarica autorizzata (diversa da quelle caratterizzate e selezionate per lo studio). I comuni nel cui territorio non risultavano presenti discariche e che non ricadevano entro il raggio di 5 km da una delle discariche caratterizzate sono stati classificati come comuni "non esposti" e hanno costituito l'area di riferimento.

Ogni evento riproduttivo che costituisce, nel nostro studio, l'unità osservazionale elementare, è stato quindi classificato secondo il livello di esposizione del comune di residenza della madre.

Studio trasversale sull'esito dei parti e sulle misure neo-natali

Sono stati utilizzati i dati ISTAT di natalità delle 4 province selezionate relativi agli anni 1992-1995. Questi anni corrispondevano a quelli di sicura attività delle discariche caratterizzate, secondo le informazioni disponibili al momento della organizzazione dello studio. I dati dei 4 anni sono stati considerati insieme per poter raggiungere un numero sufficiente di eventi per un'analisi multivariata. Dai record individuali di natalità sono state estratte le informazioni sugli esiti delle gravidanze di interesse per questo studio: vitalità, peso alla nascita, settimana gestazionale e sesso del neonato. Oltre al comune di residenza della madre, informazione necessaria per definire lo stato di esposizione, sono state estratte anche informazioni su importanti fattori di rischio, ritenuti potenziali confondenti per gli eventi considerati: età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre. Le variabili di esito sono state categorizzate come: nato vivo o morto, peso <2500 g o \geq 2500 g, nato pretermine (< 37 settimane gestazionali) o a termine (\geq 37 settimane gestazionali). Sulla base del peso alla nascita e della settimana gestazionale è stata creata e analizzata la variabile "nato piccolo per l'età gestazionale", indicatore di un ritardo nella crescita

intrauterina, definita come nato di peso inferiore al decimo percentile della distribuzione nazionale dei pesi alla nascita per singola settimana gestazionale (20).

Sono stati stimati i tassi di natimortalità (n. nati morti/n.nati x 1000) con gli intervalli di confidenza al 95% basati sulla distribuzione di Poisson e le prevalenze (%) degli altri esiti riproduttivi con gli intervalli di confidenza al 95% basati sulla distribuzione binomiale.

Le variabili descritte sono state analizzate, utilizzando il linguaggio di programmazione STATA, tramite modelli di regressione logistica che hanno fornito le stime del rischio relativo in termini di odds ratios (OR) aggiustati, con i relativi intervalli di confidenza (IC95%). La variabile peso è stata analizzata anche come variabile continua con modelli di regressione lineare multipla per la stima della variazione del peso medio alla nascita tra aree di esposizione.

L'approccio fin qui descritto è di tipo classico e fornisce stime di rischio a livello di aree di esposizione. Per le variabili per cui è stato possibile effettuare, a livello comunale, una inferenza di tipo Poissoniano, nati di basso peso e nati pretermine (natimortalità esclusa per l'alto numero di comuni con solo 0/1 decesso), si è effettuata un'analisi tramite SMR (rapporti standardizzati delle misure riproduttive) e stime empiriche Bayesiane degli SMR (EBR). I casi attesi, per la stima degli indicatori di rischio, standardizzati per tutti i potenziali confondenti (età della madre, ordine di nascita, livello di istruzione e sesso del neonato) sono stati stimati utilizzando le probabilità di accadimento dell'evento ottenute con un modello logistico applicato alle sole aree non esposte. Queste probabilità sono poi state applicate ai nati, per singolo comune, stratificati per tutte le variabili presenti nel modello. Gli EBR sono stati stimati con il metodo di Clayton e Kaldor (21) assumendo i valori attesi come costanti conosciute. Questo secondo approccio è stato utilizzato a fini puramente descrittivi.

Studio caso-controllo sull'aborto spontaneo

Per la conduzione di uno studio caso-controllo retrospettivo sull'aborto spontaneo, sono stati selezionati due presidi ospedalieri, quello di Scandiano in provincia di Reggio Emilia e quello di Galatina in provincia di Lecce. Questi presidi ospedalieri rappresentano il riferimento principale per un vasto bacino di utenza comprensivo di un'area intorno a due impianti di smaltimento rifiuti, Rio Riazzone (RE) e Nardò (LE) rispettivamente. In collaborazione con i due presidi è stata pianificata la raccolta di informazioni sulla base delle cartelle cliniche. Il disegno iniziale dello studio ha previsto la selezione di 300 aborti spontanei (casi) e 600 nati vivi (controlli) per ogni presidio. Questa numerosità, con una probabilità di errore di primo tipo uguale a 0,05, garantisce ai due studi una potenza di circa l'80% di rifiutare correttamente l'ipotesi nulla quando il vero odds ratio è uguale a 1,5. Il periodo di riferimento ha coperto gli anni dal 1992 al 1995, come per lo studio precedente. Criteri di esclusione dallo studio erano la cittadinanza non italiana, la residenza in provincia diversa da quella in studio, la causa accidentale per gli aborti spontanei e la settimana gestazionale inferiore alle 37 settimane per i nati vivi. Nel presidio ospedaliero di Scandiano si sono considerati tutti gli aborti spontanei eleggibili avvenuti nel periodo di riferimento arrivando così ad una numerosità di 245 casi, di questi 7 casi non avevano le informazioni complete e sono quindi stati esclusi dall'analisi. I controlli sono, invece, stati selezionati nei due anni 1993-94 con un campionamento casuale sistematico, con un totale di 605 nati 21 dei quali esclusi dall'analisi per informazioni non complete. Nel presidio ospedaliero di Galatina si sono presi come base di campionamento i ricoveri avvenuti negli anni 1993-1994 e durante i primi 6 mesi del 1995. In questo periodo sono stati selezionati tutti gli aborti spontanei eleggibili e un campione random sistematico di nati vivi arrivando così ad un campione di 386 aborti, di cui 9 esclusi per incompletezza delle informazioni, e 626 nati vivi di cui 13 esclusi. Sulla base delle informazioni presenti nelle cartelle cliniche in uso nel periodo di riferimento dello studio nei due ospedali, è stata approntata una scheda per la raccolta

di informazioni sull'età, sulla parità, la storia riproduttiva, lo stato occupazionale, l'abitudine al fumo (solo per Scandiano) e il comune di residenza della donna, oltre a registrare la presenza di patologie durante la gravidanza e la causa dell'aborto. Il comune di residenza della donna è stato utilizzato per definire il livello di esposizione da assegnare a casi e controlli.

Risultati

Studio trasversale

In Tabella 2 sono riportati il numero di comuni e il numero di nati per stato di esposizione e per provincia. L'analisi è stata condotta su un totale di nati che va da un minimo di 465 nella seconda area di esposizione nella provincia di Reggio Emilia ad un massimo di 30467 nell'area non esposta di Caserta

Tabella 2. Comuni e nati per area di esposizione e provincia

Area di esposizione	Reggio Emilia		Modena		Caserta		Lecce	
	Comuni	Nati	Comuni	Nati	Comuni	Nati	Comuni	Nati
Non esposta	39	11626	33	8561	79	30467	91	27168
Esposta:								
<i>raggio 5 km</i>	4	1695	3	6245	11	14473	5	2942
<i>per presenza discariche</i>	2	465	11	4051	14	1804	1	3422

Nella Tabella 3 (parte A) sono riportati i tassi di natimortalità, le proporzioni di basso peso alla nascita, di nati pretermine, di nati piccoli per l'età gestazionale e di nati di sesso maschile con i relativi intervalli di confidenza al 95% in accordo allo stato di esposizione per la provincia di Reggio Emilia.

Tutte le misure riproduttive di rischio mostrano valori più bassi nella prima area di esposizione (entro 5 km) rispetto all'area non esposta. Il rapporto dei sessi, espresso come % di nati maschi, mostra un valore leggermente superiore nella prima area di esposizione (51,9 vs 52,5), contrariamente all'ipotesi in studio di un diminuito rapporto dei sessi nelle aree più inquinate. Si ricorda che il valore nazionale di questo indicatore riferito alla prima gravidanza per lo stesso periodo è 51,6 (22). Nella seconda area di esposizione si rileva un tasso di natimortalità più alto rispetto all'area non esposta (6,5 vs 3,9) e un rapporto dei sessi leggermente diminuito (49,3 vs 51,9). Data però, la bassa numerosità di eventi nella seconda area di esposizione di RE, si sottolinea la maggiore ampiezza degli intervalli di confidenza per tutti gli indicatori.

Nella parte B della Tabella vengono riportati gli odds ratios (OR) relativi allo stato di esposizione per tutti gli esiti riproduttivi ottenuti con modelli di regressione logistica che hanno incluso nell'analisi le variabili indicate in nota alla tabella. Gli OR relativi alla prima area di esposizione mostrano riduzioni significative nel caso di pretermine e dei piccoli per età, contrariamente all'ipotesi in studio, con l'eccezione del rischio di basso peso: OR=1,19 (IC95% 0,91, 1,56) che corrisponde ad un rischio aumentato del 19% (IC95% -9%, 56%), statisticamente non significativo. Nella seconda area di esposizione si rilevano aumenti non significativi di rischio del 62% nella natimortalità, del 3% nel basso peso e dell'11% nel rischio di nascite di sesso femminile. Si rileva una riduzione del 10% nel rischio di prematurità e del 24% nel rischio di nascere piccolo per l'età.

Nella provincia di Modena le misure di rischio (Tabella 4, parte A) mostrano valori molto simili nelle tre aree di esposizione.

Tabella 3. Reggio Emilia: indicatori di rischio (A) e odds ratio (B) con IC 95% (in parentesi) per esito riproduttivo e per area di esposizione (1992-1995)

Esito riproduttivo	Indicatori di rischio (A)			Esito riproduttivo	Odds ratio (B)		
	Area di esposizione*				Area di esposizione*		
	NE	E1	E2		NE	E1	E2
Tassi di natimortalità	3,9 (2,8-5,2)	0,6 (0,0-3,3)	6,5 (1,3-18,7)	Natimortalità^a	1	0,21 (0,03, 1,55)	1,62 (0,46-5,70)
% Nati				Nati			
<i>basso peso</i>	6,1 (5,6-6,5)	5,4 (4,3-6,5)	6,0 (4,0-8,6)	<i>basso peso^b</i>	1	1,19 (0,91-1,56)	1,03 (0,63-1,67)
<i>pretermine</i>	5,2 (4,8-5,6)	3,1 (2,3-4,0)	4,7 (3,0-7,1)	<i>pretermine^c</i>	1	0,55 (0,41-0,73)	0,90 (0,58-1,40)
<i>piccoli per l'età</i>	11,9 (11,3-12,5)	10,5 (9,1-12,1)	9,5 (6,9-12,5)	<i>piccoli per l'età^d</i>	1	0,82 (0,70-0,97)	0,76 (0,56-1,05)
<i>maschi</i>	51,9 (50,1-52,8)	52,5 (50,1-54,9)	49,3 (44,6-53,9)	<i> sesso (F)^e</i>	1	0,97 (0,87-1,07)	1,11 (0,92-1,34)

Tabella 4. Modena: indicatori di rischio (A) e odds ratio (B) con IC 95% (in parentesi) rispetto a esiti riproduttivi per area di esposizione (1992-1995)

Esito riproduttivo	Indicatori di rischio (A)			Esito riproduttivo	Odds ratio (B)		
	Area di esposizione*				Area di esposizione*		
	NE	E1	E2		NE	E1	E2
Tassi di natimortalità	3,6 (2,5-5,1)	2,2 (1,2-3,8)	2,5 (1,2-4,5)	Natimortalità^a	1	0,60 (0,31-1,16)	0,83 (0,39-1,76)
% Nati				Nati			
<i>basso peso</i>	5,7 (5,2-6,2)	5,6 (5,0-6,2)	5,7 (5,0-6,4)	<i>basso peso^b</i>	1	0,90 (0,76-1,07)	0,97 (0,80-1,18)
<i>pretermine</i>	5,2 (4,8-5,7)	5,7 (5,2-6,4)	5,7 (4,8-6,2)	<i>pretermine^c</i>	1	1,13 (0,97-1,30)	1,07 (0,91-1,27)
<i>piccoli per l'età</i>	10,5 (10,0-11,3)	9,1 (8,8-10,3)	10,3 (10,0-12,0)	<i>piccoli per l'età^d</i>	1	0,90 (0,81-1,09)	1,05 (0,93-1,19)
<i>maschi</i>	51,4 (50,3-52,4)	51,7 (51,2-53,7)	52,5 (50,8-53,9)	<i> sesso (F)^e</i>	1	0,97 (0,90-1,03)	0,97 (0,90-1,04)

* NE = Area non esposta; E1 = Area esposta entro raggio 5 km; E2 = Area esposta per presenza discariche

^a OR aggiustati per peso, settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^b OR aggiustati per settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^c OR aggiustati per sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^d OR aggiustati per settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^e OR aggiustati per peso, settimana gestazionale, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

Gli OR nella parte B della tabella non danno indicazioni di variazioni significative di rischio per nessuno degli esiti riproduttivi considerati.

Anche Caserta mostra valori molto simili degli indicatori di rischio tra aree di esposizione (Tabella 5, parte A), a parte il tasso di natimortalità (4,5 vs 7,8) e la % di nati di basso peso (5,8 vs 6,3) che risultano più alti nella seconda area di esposizione rispetto all'area non esposta. Nella parte B, la Tabella 5 mostra OR molto vicini all'unità per tutti gli esiti riproduttivi considerati, espressione di una mancanza di differenza tra aree di esposizione, con un unico dato più rilevante di un aumento statisticamente significativo dell'82% (IC95% 3%, 223%) nel rischio di natimortalità nella seconda area di esposizione.

Tabella 5. Caserta: indicatori di rischio (A) e odds ratio (B) con IC 95% (in parentesi) rispetto a esiti riproduttivi per area di esposizione (1992-1995)

Esito riproduttivo	Indicatori di rischio (A)			Esito riproduttivo	Odds ratio (B)		
	Area di esposizione*				Area di esposizione*		
	NE	E1	E2		NE	E1	E2
Tassi di natimortalità	4,5 (3,7-5,2)	4,2 (3,2-5,4)	7,8 (4,2-13,0)	Natimortalità^a	1	0,95 (0,69-1,29)	1,82 (1,03-3,23)
% Nati basso peso	5,8 (5,6-6,1)	5,8 (5,4-6,1)	6,3 (5,2-7,5)	Nati basso peso^b	1	0,98 (0,89-1,08)	1,11 (0,89-1,38)
pretermine	3,9 (3,7-4,1)	4,0 (3,7-4,3)	4,0 (3,1-5,0)	pretermine^c	1	1,03 (0,93-1,14)	1,04 (0,81-1,32)
piccoli per l'età	13,4 (13,0-13,7)	13,4 (12,8-13,9)	12,4 (10,9-14,0)	piccoli per l'età^d	1	1,01 (0,96-1,07)	0,92 (0,80-1,07)
maschi	52,0 (51,5-52,6)	51,2 (50,4-52,0)	52,8 (50,5-55,2)	sexo (F)^e	1	1,03 (0,99-1,08)	0,97 (0,88-1,06)

* NE = Area non esposta; E1 = Area esposta entro raggio 5Km; E2 = Area esposta per presenza discariche

^a OR aggiustati per peso, settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^b OR aggiustati per settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^c OR aggiustati per sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^d OR aggiustati per settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^e OR aggiustati per peso, settimana gestazionale, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

In Tabella 6, parte A, Lecce mostra valori di rischio riproduttivo sempre più bassi nella prima area di esposizione. Nella seconda area di esposizione, rispetto all'area non esposta, si hanno invece valori di rischio tendenzialmente superiori, 4,6 vs 5,6 per la natimortalità, 5,4 vs 6,3 per il basso peso e 5,0 vs 6,2 per la prematurità. Gli OR riportati nella parte B della tabella indicano riduzioni di rischio per tutti gli esiti riproduttivi riportati nella prima area di esposizione. Nella seconda area di esposizione si rileva un aumento statisticamente significativo del rischio di nati pretermine pari al 21% (IC95%: 4%, 42%).

Dall'analisi di regressione lineare multipla, non riportata in tabella, non si evidenziano variazioni significative del peso medio alla nascita tra aree di esposizione in nessuna delle province considerate.

Tabella 6. Lecce: indicatori di rischio (A) e odds ratio (B) con IC 95% (in parentesi) rispetto a esiti riproduttivi per area di esposizione (1992-1995)

Esito riproduttivo	Indicatori di rischio (A)			Esito riproduttivo	Odds ratio (B)		
	Area di esposizione*				Area di esposizione*		
	NE	E1	E2		NE	E1	E2
Tassi di natimortalità	4,6 (3,9-5,5)	3,1 (1,4-6,0)	5,6 (3,3-8,7)	Natimortalità^a	1 (0,34-1,36)	0,68 (0,63-1,74)	1,04 (0,63-1,74)
% Nati				Nati			
<i>Basso peso</i>	5,4 (5,1-5,6)	5,0 (4,2-5,8)	6,3 (5,5-7,2)	<i>basso peso^b</i>	1 (0,77-1,15)	0,94 (0,92-1,31)	1,10 (0,92-1,31)
<i>pretermine</i>	5,0 (4,7-5,3)	4,8 (4,0-5,6)	6,2 (5,4-7,1)	<i>pretermine^c</i>	1 (0,80-1,15)	0,96 (1,04-1,42)	1,21 (1,04-1,42)
<i>piccoli per l'età</i>	12,1 (11,7-12,5)	10,6 (9,5-11,8)	12,5 (11,4-13,7)	<i>piccoli per l'età^d</i>	1 (0,76-0,98)	0,86 (0,95-1,19)	1,06 (0,95-1,19)
<i>maschi</i>	51,6 (51,0-52,2)	52,3 (50,5-54,2)	51,2 (49,5-52,9)	<i>sexo (F)^e</i>	1 (0,91-1,06)	0,98 (0,93-1,08)	1,01 (0,93-1,08)

* NE = Area non esposta; E1 = Area esposta entro raggio 5Km; E2 = Area esposta per presenza discariche

^a OR aggiustati per peso, settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^b OR aggiustati per settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^c OR aggiustati per sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^d OR aggiustati per settimana gestazionale, sesso del neonato, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

^e OR aggiustati per peso, settimana gestazionale, età della madre, ordine di nascita e livello di istruzione della madre

Nelle Figure 1-5 gli indicatori di rischio analizzati sono stati riportati per area di esposizione e per provincia per un confronto territoriale.

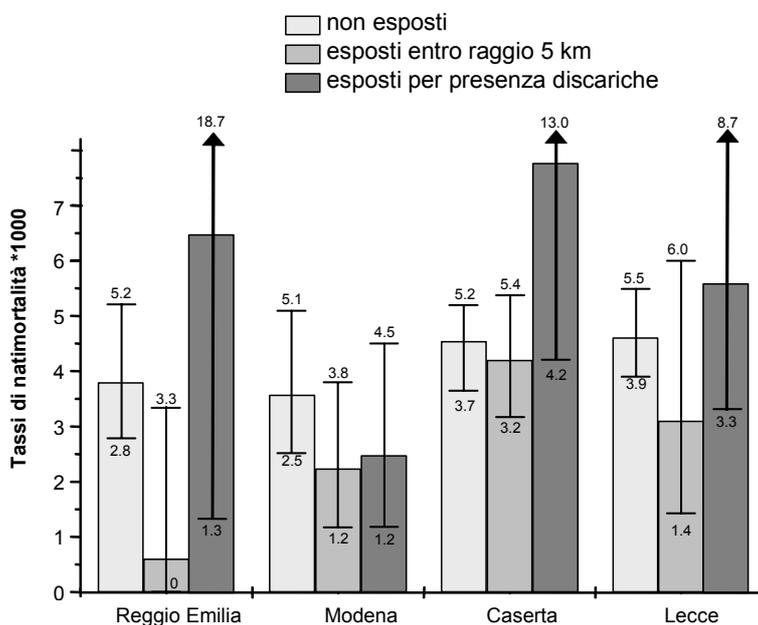


Figura 1. Tassi di natimortalità per provincia e per area di esposizione

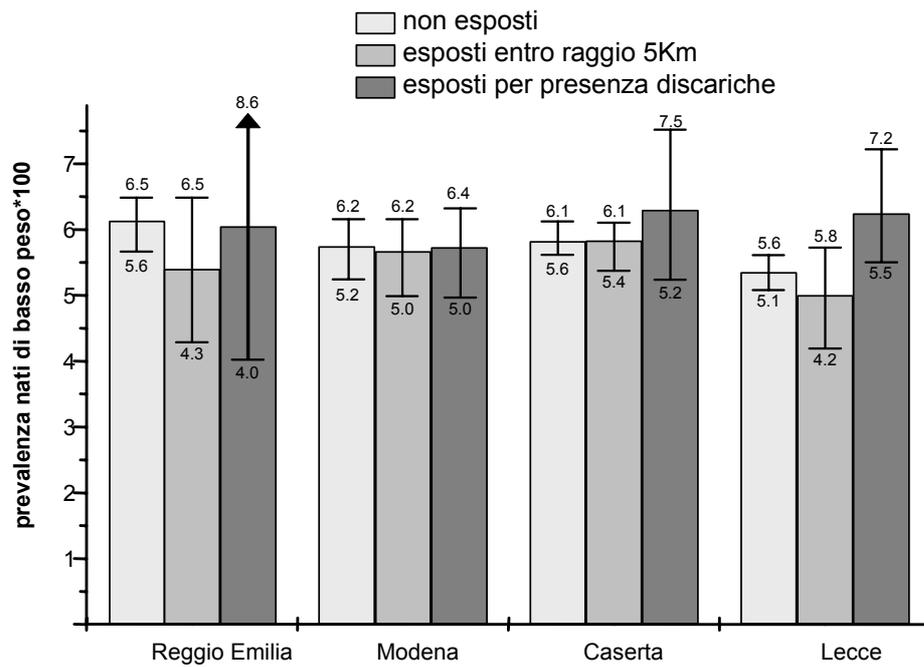


Figura 2. Prevalenza nati di peso <2500 g per provincia e per area di esposizione

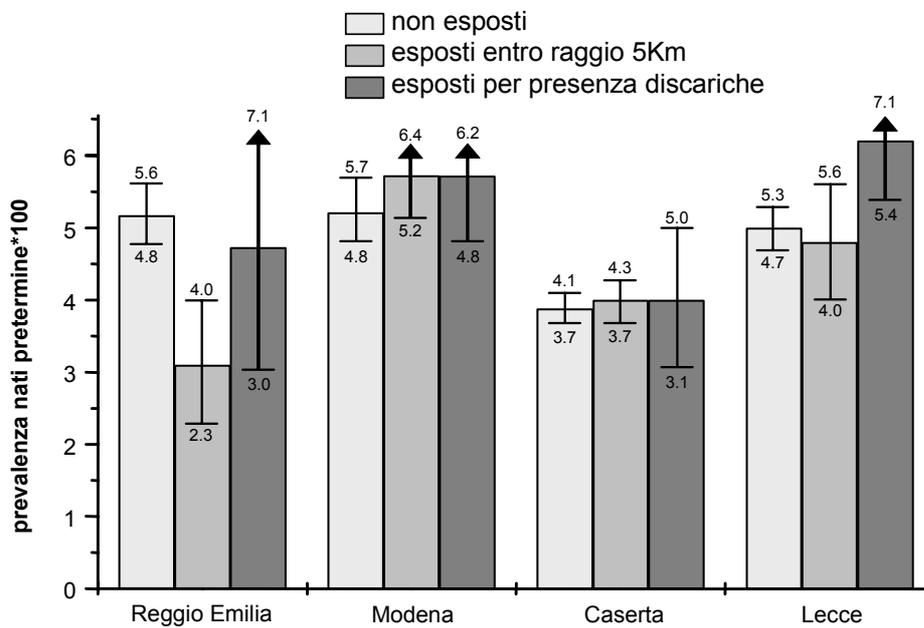


Figura 3. Prevalenza nati in settimana gestazionale <37 per provincia e per area di esposizione

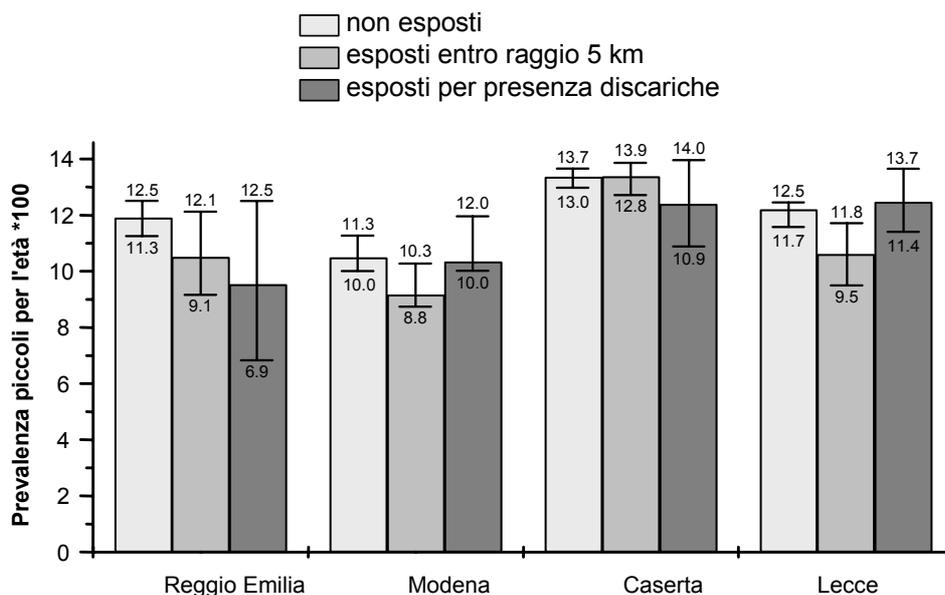


Figura 4. Prevalenza nati piccoli per l'età gestazionale per provincia e per area di esposizione

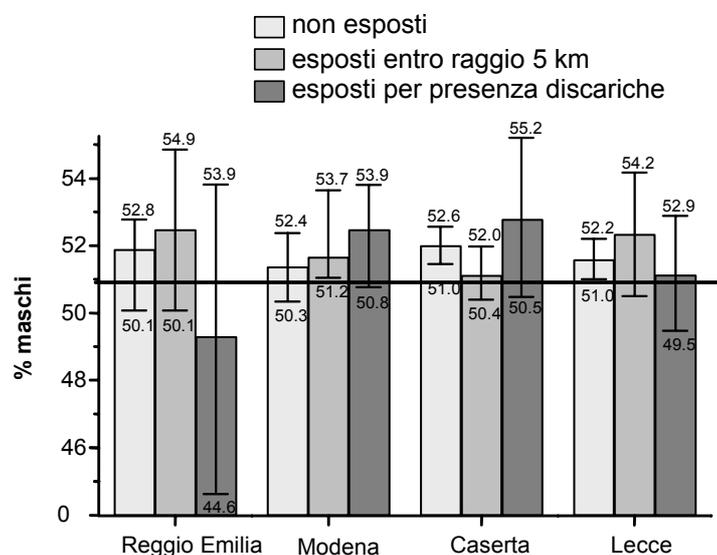


Figura 5. Rapporto dei sessi alla nascita per provincia e per area di esposizione

Nelle Figure 6-9 sono riportate le aree di esposizione delle 4 province analizzate e le distribuzioni degli SMR e degli EBR relative alla prematurità.

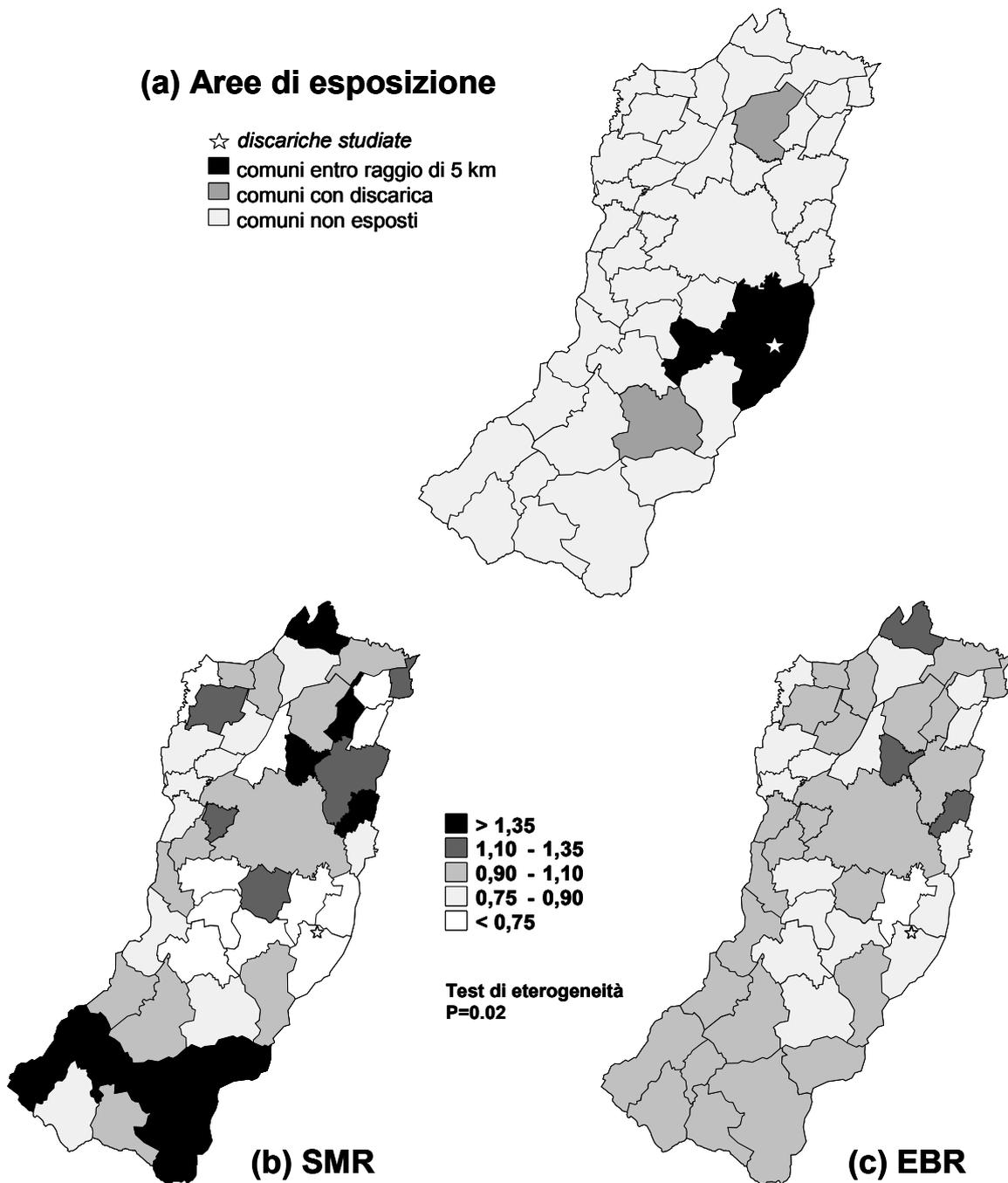


Figura 6. REGGIO EMILIA: (a) Aree di esposizione; (b) SMR nati pretermine; (c) Stime Empiriche Bayesiane

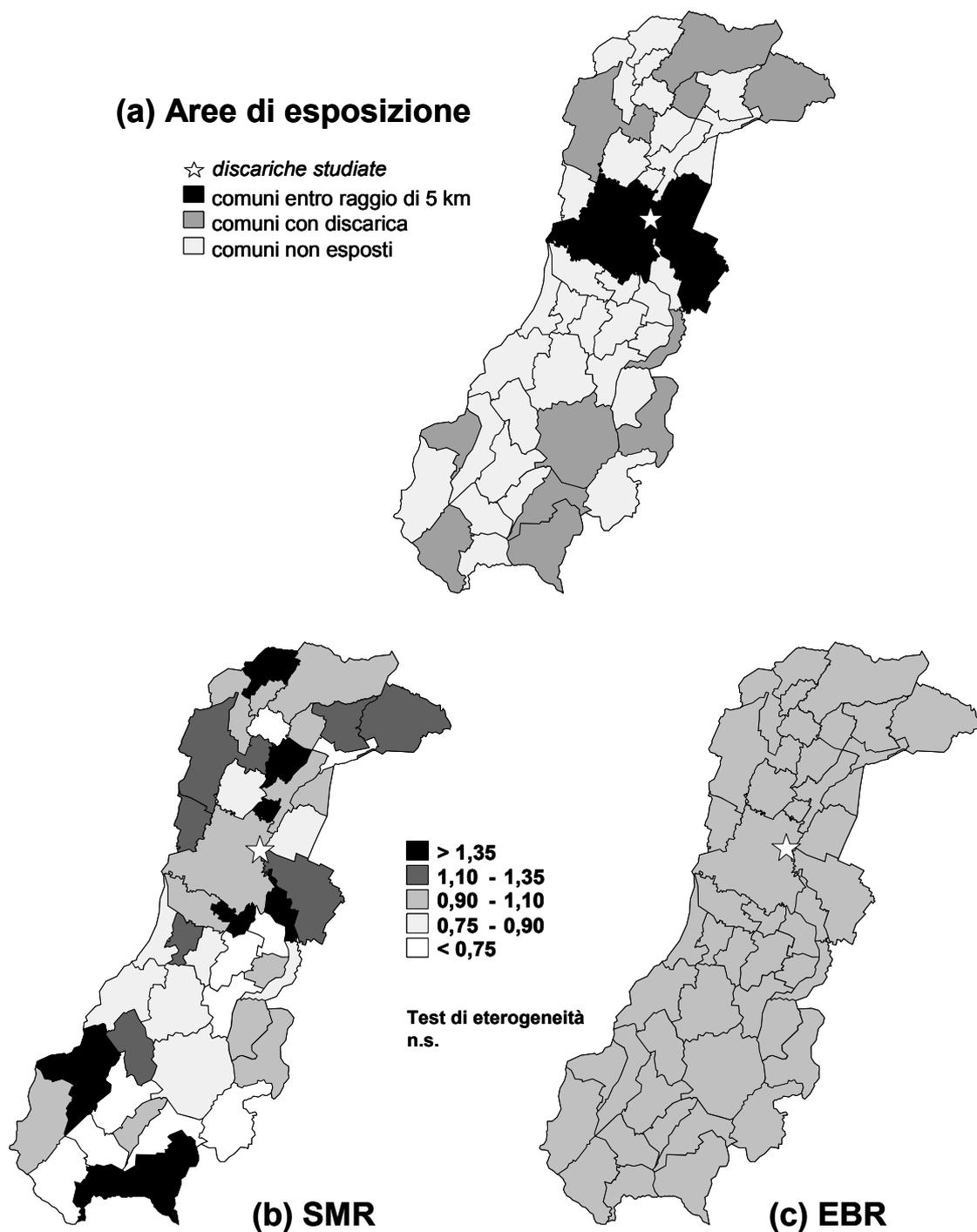


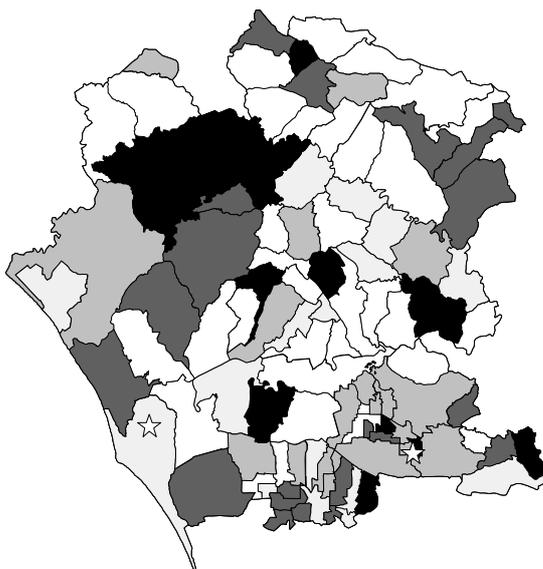
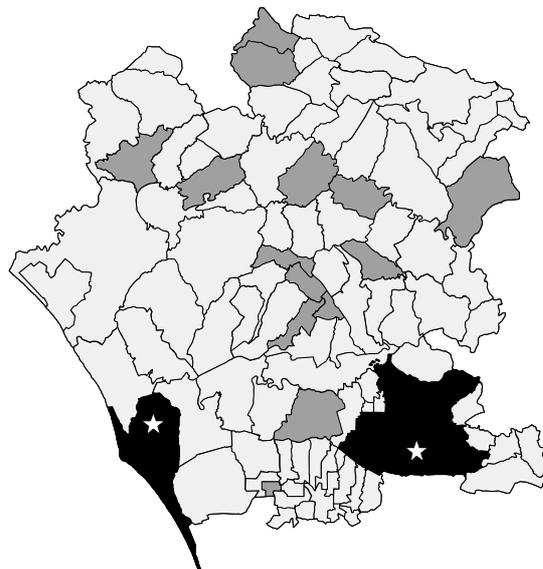
Figura 7. MODENA: (a) Aree di esposizione; (b) SMR nati pretermine; (c) Stime Empiriche Bayesiane

(a) Aree di esposizione

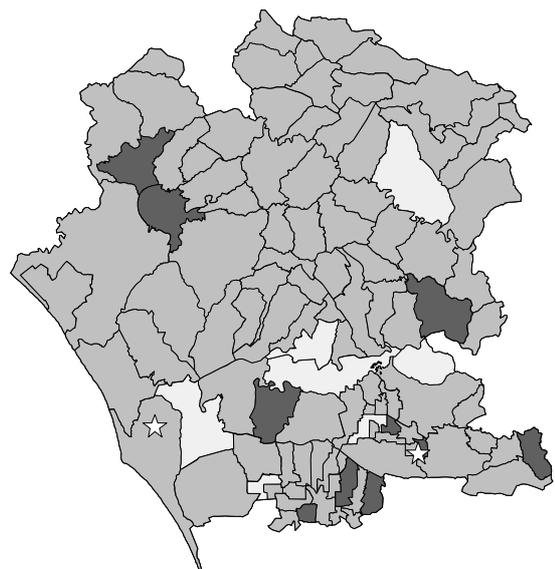
- ☆ *discariche studiate*
- comuni entro raggio di 5 km
- comuni con discarica
- comuni non esposti

- > 1,35
- 1,10 - 1,35
- 0,90 - 1,10
- 0,75 - 0,90
- < 0,75

Test di eterogeneità
P=0,0,4



(b) SMR



(c) EBR

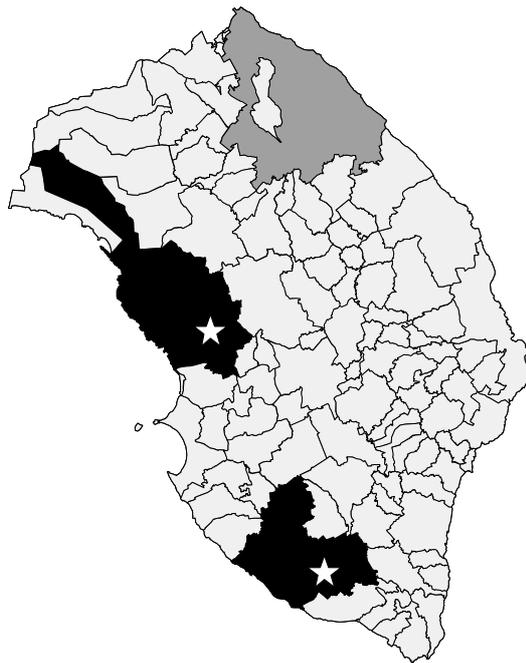
Figura 8. CASERTA: (a) Aree di esposizione; (b) SMR nati pretermine; (c) Stime Empiriche Bayesiane

(a) Aree di esposizione

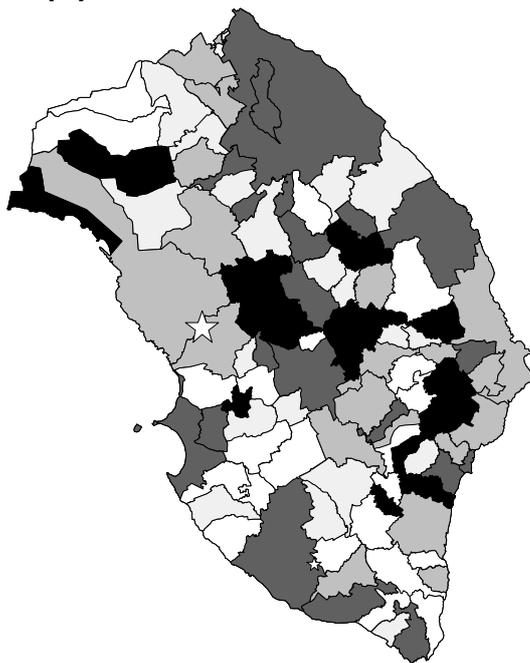
- ☆ *discariche studiate*
- comuni entro raggio di 5 km
- comuni con discarica
- comuni non esposti

- > 1,35
- 1,10 - 1,35
- 0,90 - 1,10
- 0,75 - 0,90
- < 0,75

Test di eterogeneità
P=0,009



(b) SMR



(c) EBR

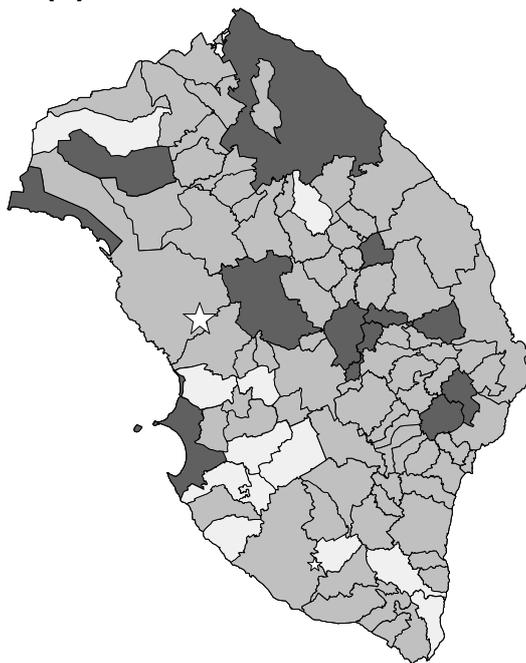


Figura 9. LECCE: (a) Aree di esposizione; (b) SMR nati pretermine;
(c) Stime Empiriche Bayesiane

Gli EBR sono ottenuti attraverso una correzione degli SMR effettuata tenendo conto contemporaneamente della precisione e dell'entità delle stime di rischio. Per quanto riguarda il basso peso alla nascita il test di eterogeneità risulta sempre non significativo dando indicazioni di rischio non differenziato tra i comuni (dati non mostrati). Per quanto riguarda il parto pretermine (<37 settimane di gestazione), il test di eterogeneità risulta significativo nelle province di Reggio Emilia, Caserta e Lecce dove permangono quindi anche dopo l'aggiustamento rischi leggermente differenziati. Si sottolinea però come per la prematurità siano molte le variabili potenzialmente confondenti e non considerate nel modello per la stima dei valori attesi. Queste variabili per noi sconosciute possono spiegare l'eterogeneità dei risultati. D'altra parte le figure non mostrano nei comuni esposti rischi tendenzialmente più elevati rispetto ai comuni non esposti, che è l'ipotesi di interesse per questo studio.

Studio sull'aborto spontaneo

In Tabella 7 parte A, vengono riportati i risultati dello studio caso-controllo sull'abortività spontanea condotto nel Presidio Ospedaliero di Scandiano in provincia di Reggio Emilia.

Tabella 7. Distribuzione percentuale delle caratteristiche materne dei casi e dei controlli e odds ratio e relativi IC 95%

Caratteristica	Scandiano – Reggio Emilia (A)				Galatina – Lecce (B)			
	Casi (<i>ab.spont.</i>) (n. 238)	Controlli (<i>nati vivi</i>) (n. 584)	OR°	(IC 95%)	Casi (<i>ab.spont.</i>) (n. 377)	Controlli (<i>nati vivi</i>) (n. 613)	OR°	(IC 95%)
Esposizione*								
NE	20,2	30,1	1		89,4	88,4	1	
E1	79,0	69,4	1,7	(1,2-2,5)	5,6	7,5	0,7	(0,4-1,2)
E2	0,8	0,5	2,3	(0,3-15,4)	5,0	4,1	1,2	(0,6-2,2)
Età								
< 20	5,0	2,9	2,8	(1,2-6,4)	1,1	2,0	0,8	(0,2-2,4)
20-34	71,0	85,5	1		72,7	84,8	1	
> 34	24,0	11,6	1,9	(1,2-2,9)	26,2	13,2	1,8	(1,3-2,6)
Parità								
0	34,5	43,8	1		29,7	38,3	1	
1	30,7	37,3	1,0	(0,7-1,5)	29,2	33,1	1,1	(0,8-1,6)
2	21,4	11,3	2,3	(1,4-3,7)	20,4	18,8	1,3	(0,9-1,8)
≥ 3	13,4	7,5	2,0	(1,1-3,5)	20,7	9,8	2,2	(1,4-3,3)
Occupazione								
Non occupata	24,4	27,1	1		48,3	52,7	1	
Occupata	16,0	16,1	1,3	(0,8-2,1)	---	---	---	
industria ceramica								
Altra occupazione	59,6	56,8	1,5	(1,0-2,2)	51,7	47,3	1,1	(0,9-1,5)
Fumo								
No	80,7	85,1	1				---	
Si	19,3	14,9	1,3	(0,9-2,0)			---	

* NE = Area non esposta; E1 = Area esposta entro raggio 5Km; E2 = Area esposta per presenza discariche

° OR aggiustati per tutte le variabili

Le gravidanze esposte tra i casi sono pari al 79,8% (79,0% + 0,8%), mentre tra i controlli le esposte sono il 69,9%. Rispetto ai controlli, tra i casi si notano percentuali più alte per le classi di età più a rischio, <20 anni e >34 e per le parità più alte, ≥ 2 . Per quanto riguarda l'occupazione, nella sola provincia di RE si è raccolta l'informazione sull'attività svolta in industrie di lavorazione della ceramica. L'industria della ceramica è infatti in questa zona molto diffusa e in passato si è ipotizzata un'associazione con eventi avversi alla gravidanza. Le donne occupate in questa attività risultano essere circa il 16% sia tra i casi che tra i controlli, le donne in condizione non lavorativa costituiscono il 24,4% tra i casi e il 27,1% tra i controlli. Per quanto riguarda l'abitudine al fumo, nel 19,3% dei casi le donne hanno dichiarato di essere fumatrici verso il 14,9% dei controlli.

Gli OR, aggiustati per tutti i potenziali confondenti rilevati, mostrano un incremento significativo di rischio di aborto spontaneo nell'area esposta compresa nel raggio di 5 km di circa il 70% (IC95%: 20%, 150%).

Nella parte B della Tabella 7 vengono riportati i risultati relativi allo studio condotto nel Presidio ospedaliero di Galatina in provincia di Lecce. Risultano esposti il 10,6% degli aborti spontanei e il 11,6% dei controlli. Tra i casi si ha, rispetto ai controlli, una percentuale più alta di donne di età ≥ 35 e di parità ≥ 2 . Le donne in condizione non lavorativa sono leggermente inferiori tra i casi rispetto ai controlli (48,3% vs 52,7%). A Lecce non è stato possibile rilevare l'abitudine al fumo in quanto questa informazione non veniva registrata sulle cartelle cliniche all'epoca cui si riferisce lo studio.

Guardando ai risultati del modello logistico, non si evidenzia alcuna associazione tra area di esposizione e rischio di aborto spontaneo.

Conclusioni

I risultati ottenuti complessivamente non mostrano forti evidenze di rischi aumentati per gli esiti riproduttivi considerati nelle aree esposte. La provincia di Reggio Emilia, alla luce soprattutto dei risultati dello studio caso-controllo sull'abortività spontanea, sembra richiedere un certo livello di attenzione e di approfondimento. Attualmente la complessità del territorio dal punto di vista delle caratteristiche socio-economiche, quali la forte presenza locale di cave o di impianti industriali, non permette di stabilire un nesso di causalità certo tra i lievi aumenti di rischio rilevati per alcuni indicatori riproduttivi e la presenza di discariche.

In generale, oltre ai fattori esterni di tipo ambientale, vi sono anche una serie di potenziali fattori confondenti individuali che non è stato possibile considerare in questa analisi. Gli eventi riproduttivi considerati sono a bassa specificità eziologica e i fattori confondenti possono essere molti, tra i più importanti vi sono sicuramente fattori legati allo stile di vita quali abitudine al fumo e all'alcol, allo stato di salute della madre e alla sua storia riproduttiva.

La necessità di considerare con cautela i risultati ottenuti, deriva anche da aspetti strettamente connessi con l'impostazione dello studio che, come detto nell'introduzione, è di tipo esplorativo e non analitico. Si sono fatte una serie di approssimazioni tra le quali la più importante è quella della definizione dell'esposizione. L'utilizzo di una variabile ecologica, infatti, pone delle serie difficoltà interpretative quando si vuole passare al livello individuale in quanto non permette di tener conto dei diversi stili di vita dei soggetti coinvolti che possono far variare considerevolmente il livello di esposizione del singolo. Altro elemento da tener presente è che le discariche non rappresentano di per sé un fattore di rischio oggettivamente confrontabile: ogni discarica infatti può essere diversa dall'altra non solo per le sostanze chimiche emesse ma anche per le caratteristiche di manutenzione e per i dispositivi di sicurezza adottati, a questo si aggiungono le caratteristiche idro-geologiche ed atmosferiche di un

territorio che lo rendono più o meno sensibile a veicolare le sostanze emesse. Tutti questi elementi concorrono a determinare un livello di incertezza nella valutazione del rischio per la salute dovuto a presenza di discariche probabilmente ineliminabile. Le indicazioni che comunque provengono da questo studio, così come dagli studi presenti nella letteratura scientifica sono quelle di mantenere viva un'attenzione verso lo stato di salute delle popolazioni che risiedono in prossimità di una discarica.

Ringraziamenti

Si ringraziano: Maria Capalbo, Direttore Sanitario del presidio ospedaliero di Scandiano (RE); Vittorio Lagna, Primario del Reparto di Ostetricia e Ginecologia; e la Direzione Sanitaria del Presidio Ospedaliero di Galatina (LE), per la disponibilità a partecipare allo studio caso-controllo sull'abortività spontanea; Paola Carunchio ed Ebe Loretta Ligabue, Annalisa Ruscelli, Maria Angela Creti e Raffaella Zizzari per il lavoro di organizzazione delle cartelle cliniche e raccolta delle informazioni; Mauro Bucciarelli per il lavoro di gestione delle grafica e delle mappe tematiche; Sonia Rubimarca per la gestione dei file e la cura del rapporto

Bibliografia

1. Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environmental Health Perspectives* 2000;108:101-12
2. Tarkowski S, Rolecki R. Hazardous wastes and public health. Potential health effects of exposure at levels encountered around the landfills. *European EpiMarker* 2001;5(2):1-7
3. Shaw GM, Schulman J, Frish JD, Cummins SK, Harris JA. Congenital malformation and birthweight in areas with potential environmental contamination. *Arch Environ Health* 1992;47:147-54.
4. Vianna NJ, Poland AK. Incidence of low birth weight among Love Canal residents. *Science* 1984;226:1217-19.
5. Goldman LR, Paigen B, Magnant MM, Eghland JH. Low birthweight, prematurity and birth defects in children living near the hazardous waste site, Love Canal. *Haz Waste haz Mat* 1985;2:209-23.
6. Berry M, Bove F. Birth weight reductions associated with residence near a hazardous waste landfill. *Environ Health Perspect* 1997;105:856-61.
7. Baker D, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A Health study of two communities near stringfellow waste disposal site. *Arch Environ Health* 1988;43:325-34.
8. Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B. The health effects of chemical waste in an urban community. *Med J Austr.* 1990;152:592-97.
9. Fielder HMP, Monaghan S, Poon-King C, Palmer SR. Report on the health of residents living near the Nanth-Y-Gwyddon landfill site using routinely available data. *Cardiff: Welsh Combined Centres for Public Health.* 1997.
10. Deanne M, Swan SH, Harris JA, Epstein DM, Neutra RR. Adverse pregnancy outcomes in relation to water consumption: a re-analysis of data from the original Santa Clara study, California, 1980-1981. *Epidemiology* 1992;3:94-7.
11. Wrensh M, Swan S, Lipscomb J, Epstein D, Fenster L, Claxton K, Murphy PJ, Shusterman D, Neutra R. Pregnancy outcomes in women potentially exposed to solvent-contaminated drinking water in San Jose, California. *Am J Epidemiol* 1990;131:283-300.

12. Wrensh M, Swan S, Murphy PJ, Lipscomb J, Claxton K, Epstein D, Neutra R. Hydrogeologic assessment of exposure to solvent-contaminated drinking water: pregnancy outcomes in relation to exposure. *Arch Environ Health* 1990;45:210-16.
13. Wrensh M, Swan SH, Lipscomb J, Epstein DM, Neutra RR, Fenster L. Spontaneous abortions and birth defects related to tap and bottled water use, San Jose, California, 1980-1985. *Epidemiology* 1992;3:98-103.
14. Lagakos SW, Wessen BJ, Zelen M. Analysis of contaminated well water and health effects in Wobum, Massachusetts. *J Am Stat Assoc* 1986;81:583-96.
15. Sosniak WA, Kaye WE, Gomez TM. Data linkage to explore the risk of low birthweight associate with maternal proximity to hazardous waste sites from national priorities List. *Arch Environ Health* 1994;49:251-55.
16. Kharazi M, Vonbehren J, Smith M, Lomas T, Armstrong M, Broadwin R, Blake E, McLaughlin B, Worstell G, Goldman L. A community – based study of adverse pregnancy outcomes near a large hazardous waste landfill in California. *Toxicol Ind Healt.* 1997;13:299-310.
17. Goldberg MS, Goulet L, Riberdy H, Bonvalot Y. Low birth weight and preterm births among infants born to women living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec. *Environ Res* 1995;69:37-50.
18. Mocarelli P, Brambilla P, Gerthoux PM, Patterson DG Jr, Needham LL. Change in sex ratio with exposure to dioxin. *Lancet* 1996;348:409.
19. Williams F, Lawson AB, Lloyd OL. Low sex ratio of births in areas at risk from air pollution from incinerators as shown by geographical analysis and 3-dimensional mapping. *INT J Epidemiol* 1992;21:311-19
20. Parazzini F, Cortinovis I, Bortolus R, Fedele L, Decarli A. Weight at birth by gestational age in Italy. *Human Reproduction* 1995;10(7):1862-63
21. Clayton D, Kaldor J. Empirical Bayes Estimates of Age-standardized Relative Risks for Use in Disease Mapping. *Biometrics* 1987;43:671-81
22. Figà Talamanca I, Carbone P, Lauria L, Spinelli A, Ulizzi L. Environmental factors and the proportion of males at birth in Italy. *Arch Environ Health* 2003;58(2):119-24.

ESPOSIZIONE A RIFIUTI E RISCHIO SANITARIO: IL CONTRIBUTO DI STUDI DI POPOLAZIONI ANIMALI

Paola De Nardo

Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Premessa

Gli animali domestici e selvatici sono esposti come l'uomo ai contaminanti presenti nell'aria, nel suolo, nell'acqua e nel cibo e come questo risentono dei possibili effetti acuti e cronici conseguenti a tali esposizioni.

Gli animali offrono attraverso lo studio degli effetti biologici e sanitari nonché delle patologie conosciute, insorte spontaneamente, un altro tipo di approccio alla stima del rischio per la salute umana (1). Le malattie spontanee, a differenza di quelle indotte sperimentalmente negli animali da laboratorio riflettono, infatti, una naturale esposizione ad una ampia varietà di cancerogeni ambientali, agenti infettivi, o farmaci, e molti tumori manifestano interessanti similitudini (anatomico-istopatologiche ed epidemiologiche) con i tumori negli uomini.

Alcune specie animali trascorrono l'intera vita (più breve di quella dell'uomo) in uno stesso ambiente; il tempo di induzione-latenza delle loro patologie risulta essere inferiore delle stesse forme nell'uomo; l'alimentazione e gli stili di vita sono spesso costanti per tutto l'arco di vita ed i trattamenti farmacologici potrebbero essere facilmente individuabili.

Le popolazioni animali esposte a contaminanti nell'ambiente, i cui dati possono essere regolarmente e sistematicamente raccolti ed analizzati, possono essere definiti Sistemi Sentinella Animali (SSA) ed essere utilizzati per identificare o monitorare una ampia varietà di inquinanti ambientali pericolosi per la salute umana, per le diverse specie animali e per gli ecosistemi.

Ad essi viene riconosciuta una particolare utilità in tutte quelle circostanze in cui le procedure convenzionali sono ricche di incertezze ovvero nelle valutazioni in presenza di misture chimiche complesse, quando la biodisponibilità delle sostanze è incerta o in presenza di agenti scarsamente caratterizzati. Gli ambiti di intervento dei sistemi sentinella animali possono essere diversi: evidenziare contaminanti ambientali, monitorare la contaminazione durante le diverse fasi della catena alimentare, investigare la biodisponibilità dei contaminanti nei molteplici distretti ambientali o facilitare la stima di un rischio derivante da una esposizione.

Gli animali possono monitorare ogni tipo di ambiente: posto di lavoro, abitazioni, ed ecosistemi sia acquatici che terrestri garantendo un'osservazione dell'ambiente investigato nella sua globalità e non artificialmente ricostruito nei laboratori sperimentali.

Considerando l'evidenza degli effetti tossici negli animali sentinella alcune delle incertezze nel predire i rischi per l'uomo potrebbero essere diminuiti.

Attualmente i dati dei test sugli animali da laboratorio costituiscono la componente principale per la stima del rischio in quanto le informazioni cliniche ed epidemiologiche provenienti dai soggetti umani risultano frammentarie e non prive di lacune per molte sostanze diffuse nell'ambiente in senso lato, e soprattutto perché vi è un generale orientamento a non assegnare all'epidemiologia il compito di identificare i rischi ma di assegnarlo alla ricerca tossicologica *in vivo* ed *in vitro*.

Mentre più in generale si va consolidando il razionale sotteso all'uso degli animali sentinella, nelle esperienze correnti è ormai acquisita come necessità inserire in modo organico e sistematico un punto di osservazione sul fronte animale. I servizi di prevenzione, le agenzie per

la protezione dell'ambiente e le diverse strutture sanitarie territoriali in seguito ad una più aggiornata visione della salute legata all'ambiente sollecitano sempre più la comunità scientifica affinché le conoscenze dei diversi comparti ambientali possano confluire in un organico tentativo di valutazione (2).

Anche in Italia, in questa fase iniziale di considerazione del nuovo approccio investigativo, mentre vengono accolte le segnalazioni relative a particolari eventi osservati, si procede rispettando una scala di priorità delle ricerche da intraprendere basata essenzialmente sulla plausibilità scientifica e sulla fattibilità metodologica. Questo permette una prima lettura dei dati disponibili per valutare le potenzialità dei sistemi informativi su dati correnti e l'individuazione di una rete di centri collaborativi, da adeguare ove necessario, per effettuare in tempi successivi indagini epidemiologiche retrospettive (3-6).

A fronte di tali considerazioni si considera di interesse scientifico costituire un punto di osservazione in prossimità di alcune discariche in un'area oggetto di studi multidisciplinari ambientali e sanitari, riconoscendo il significato scientifico degli studi epidemiologici mirati di popolazioni animali, i cui risultati possono fornire informazioni utili per un'analisi integrata volta ad acquisire dati sul rischio derivante da sostanze tossiche presenti in tali ambiti.

Plausibilità scientifica e fattibilità metodologica

Gli studi tesi a correlare gli effetti sulla salute derivanti da esposizione a rifiuti sono molto scarsi. L'esposizione a rifiuti è solo raramente diretta, nella quasi totalità dei casi è di tipo indiretto dovuto a fenomeni di rilascio di inquinanti nel suolo, nelle acque superficiali e profonde e nell'aria. Risulta quindi difficile individuare quale sia il contributo dovuto allo smaltimento dei rifiuti in uno specifico fenomeno di contaminazione di un comparto ambientale, in quanto la contaminazione spesso è dovuta ad un livello di inquinamento diffuso, provocato da un insieme di fattori che possono agire sinergicamente o antagonisticamente.

Nelle varie fasi dello smaltimento dei rifiuti (raccolta, trasporto, stoccaggio provvisorio, trattamento, smaltimento finale) possono verificarsi fenomeni di rilascio ambientale di sostanze chimiche sia nell'aria che nel suolo che nell'acqua, oltre che fenomeni di contaminazione microbiologica. Il suolo è il comparto maggiormente soggetto al rilascio di sostanze chimiche da parte del percolato prodotto nelle discariche anche se coesistono fenomeni di rilascio atmosferico. Il suolo a sua volta può contaminare il comparto acqua ed entrambi contribuire alla contaminazione della flora e della fauna. Da una prima analisi della letteratura internazionale risultano pochissimi esempi di indagini per la valutazione degli effetti nocivi sulle diverse specie animali associati all'esposizione a sostanze tossiche. Le specie animali più investigate riguardano gli uccelli selvatici (7), pesci (8), anfibi (9) e piccoli mammiferi ratti, topi e criceti (10-15).

Più numerosi risultano invece gli studi sulla valutazione degli effetti dei rifiuti urbani utilizzati come fertilizzanti in zootecnia (16-18).

Sempre rimanendo nell'ambito degli animali domestici e da compagnia la maggioranza degli studi condotti, numericamente limitati se confrontati con quelli relativi alle misure su altri comparti ambientali, è costituita da studi pilota, circoscritti a siti pericolosi e/o aree a rischio e le indagini sono indirizzate per lo più a verificare la plausibilità scientifica dell'uso degli animali sentinella nelle diverse fasi di monitoraggio ambientale in aree potenzialmente inquinate.

Salman *et al.* (19) valutano attraverso uno studio pilota l'opportunità di utilizzare un sistema di sorveglianza su animali da reddito quali i bovini al fine di procedere ad un monitoraggio ambientale di inquinanti noti. In particolare vengono analizzati nel siero di bovini, residenti in diverse aree del Colorado, undici insetticidi procedendo ad una valutazione critica delle condizioni migliori per programmare un monitoraggio ambientale attraverso l'utilizzazione di

campioni di siero raccolti nella routine di campagne di controllo delle malattie infettive. Schilling *et al.* (20) valutano attraverso un questionario rivolto ai proprietari gli effetti sulla salute degli animali da compagnia del 2,3,7,8-TCDD in Missouri in prossimità di una discarica di oli combustibili.

Zarski *et al.* (21) confrontano il livello di mercurio presente nel tessuto muscolare e nei reni di cavalli e conigli domestici allevati in zone altamente industrializzate ed in zone agricole raffrontando la risposta delle due specie animali in assenza di analisi di marcatori per la neurotossicità. Gunson *et al.* (22) studiano la relazione tra l'insorgenza di osteocondrosi, osteoporosi, e nefrocalcinosi in cavalli allevati in prossimità di un sito inquinato da zinco e cadmio.

Reif *et al.* (23) valutano i livelli di arsenico cadmio rame piombo manganese e zinco, in pecore residenti in vicinanza di un sito pericoloso, con un campionamento di suolo e analisi di tessuto epatico suggerendo interessanti ipotesi per studi futuri. Anche gli studi riguardanti la valutazione del danno genetico come biomarcatore attraverso il test dei micronuclei (frequenze anomale di strutture cromatidiche in cellule in divisione) ed il test della cometa (misura delle rotture nelle catene del DNA) risultano essere scarsi ed ancora orientati alla validazione ed adattamento su specie animali quali pesci (24) od uccelli (25). Va ricordato ancora che gli animali domestici e da compagnia non sono stati oggetto di frequenti processi di validazione come sentinelle, né gli studi riguardanti la calibratura dei risultati ottenuti su organismi diversi dall'uomo hanno coinvolto di fatto queste specie animali (26). Sicuramente le raccomandazioni dei partecipanti al Workshop oggetto dell'articolo di Van der Scalie (1) hanno dato un'impulso alla ricerca in tal senso ed il lavoro di Backer *et al.* (27) ne costituisce un esempio recente. Qui per la prima volta si procede ad analizzare parametri clinici, saggiare eventuali effetti genotossici attraverso il test dei micronuclei indagando contemporaneamente la risposta immunitaria con la valutazione delle sottopopolazioni linfocitarie su cani residenti in prossimità di un sito inquinato.

Attualmente in Italia possiamo riconoscere almeno tre limiti principali che rendono difficile intraprendere studi epidemiologici ambientali in popolazioni animali:

- la peculiarità dei diversi tipi di allevamento ed utilizzazione degli animali da reddito e l'assenza per gli animali da compagnia di un monitoraggio sistemico degli interventi diagnostici, terapeutici e di certificazione.
- la difficoltà, amplificata da un'attenzione inadeguata e dall'apparente conflitto di competenze, ad ottimizzare gli interventi di monitoraggio già esistenti, per esempio nel campo della sorveglianza delle malattie infettive.
- la presenza frammentaria, o spesso l'assenza sul territorio regionale di sistemi di registrazione di patologie specifiche o di malformazioni congenite con indicazioni di copertura territoriale o temporale. Questo ha reso possibile sinora la realizzazione di studi, circoscritti e poco strutturati, come quello svolto a Montalto di Castro riguardante la descrizione di malformazioni in bovini residenti in prossimità della centrale nucleare oggetto di tesi di laurea che pur offrendo un'informazione limitata in termini epidemiologici costituisce un'esperienza pilota forse non unica di una letteratura più difficile da raggiungere.

Conclusioni

Questi di seguito rappresentano i limiti principali dell'uso dei sistemi animali sentinella:

- l'insufficienza delle informazioni di base in biologia, patologia, ecologia nonché le caratteristiche di comparabilità di molte specie animali hanno demoralizzato i ricercatori, anche quelli che potevano cogliere l'essenza del principio sotteso all'uso degli SSA;

- le troppe lacune nelle esecuzioni delle indagini, nel disegno degli studi e nel reperimento dei dati necessari che hanno portato ad un’insufficiente valutazione del valore predittivo per la salute umana suggerito dai sistemi sentinella;
- l’assenza di un sistema di raccolta dei dati correnti strutturato ed efficace;
- la mancanza della standardizzazione dei dati forniti da molti sistemi animali sentinella e l’inadeguato coordinamento dei programmi di raccolta dei dati che non ha permesso di raggiungere obiettivi specifici e reali.

Controcorrente al flusso di discredito globale nei confronti di tale approccio investigativo, che si è andato strutturando anche per i limiti su detti ed alla luce di quanto detto si può affermare che l’attivazione di indagine mirate rappresenta oltre che un esercizio innovativo, una concretizzazione di iter procedurali la cui valutazione critica finale costituisce un primo tentativo per il superamento dei limiti stessi e quindi una risposta fattiva alla serie di raccomandazioni e sollecitazioni per sviluppare, affinare ed implementare l’uso dei sistemi animali raccolte recentemente in occasione di un workshop promosso dalla *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)*, dal *National Center for Environmental Assessment of the Environmental Protection Agency (U.S. EPA)* e dal *U.S. Army Center for Environmental Health Research* (1) di seguito riportate:

- a. Un segnale forte da parte degli organi preposti affinché gli SSA possano essere utilmente incrementati e resi operanti;
- b. Una migliore comunicazione tra i ricercatori, gli operatori di salute pubblica ed altre parti interessate (proprietari di animali, allevatori) per una adeguata interpretazione ed applicazione dei metodi ed una migliore e più fattiva raccolta dei dati relativi agli animali sentinella.
- c. Un sistema di denuncia ad un “organo centrale” (in grado di coordinare tutti i risultati delle diverse indagini) di quelle patologie animali, che possono costituire degli eventi sentinella.
- d. In presenza di un sistema di registrazione delle patologie degli animali in una definita area geografica si dovrebbero attivare sforzi appropriati per incorporare i dati degli animali sentinella nei processi di stima del rischio umano.
- e. Le popolazioni degli animali da compagnia dovrebbero essere censite tenendo in debita considerazione non solo le caratteristiche ambientali generali ma anche quelle inerenti il proprietario in termini di residenza, stile di vita e di lavoro, abitudini, hobby, ecc. al fine di valutare il livello di comparabilità dell’animale come oggetto di studi retrospettivi implementando quindi la raccolta e l’uso dei dati delle specie sentinella per un più ampio raggio di applicazioni.
- f. Dove esistano già dei sistemi animali sentinella sarebbe auspicabile un coordinamento su scala regionale e nazionale per evitare un inutile spreco di energie ed ottimizzare l’uso delle risorse incoraggiando la standardizzazione dei metodi e degli approcci sperimentali. La standardizzazione dei mezzi informatici, software, nomenclatura, modalità di codifica, raccolta dati e controllo di qualità faciliterebbe il coordinamento e la collaborazione fra i diversi attori della valutazione dell’esposizione animale e dei sistemi di raccolta delle patologie. E’ auspicabile d’altro canto, il possibile allargamento dell’uso di alcuni sistemi alle specie selvatiche, ai pesci ed agli allevamenti di animali da reddito, ed ancora l’uso dei sistemi informativi geografici (GIS) quando se ne ravveda la dovuta applicazione.
- g. Maggiore enfasi dovrebbe essere data alla ricerca inerente lo sviluppo delle relazioni comparative, al fine di ridurre le incertezze nelle estrapolazioni dall’animale all’uomo e le

modalità dell'uso peculiare degli SSA nei processi di stima del rischio favorendo in particolare:

- lo sviluppo dei biomarcatori di esposizione e di effetti tossici che riflettano eventi biologici simili in entrambi uomini e specie sentinella.
 - l'attivazione di sorveglianze eco-epidemiologiche ed epidemiologiche di popolazioni umane così che i dati possano essere simultaneamente raccolti e comparati.
 - la valutazione dell'utilità dei metodi delle specie sentinella per stimare la tossicità delle miscele chimiche (composti) con procedure simili a quelle attivate dall'ICCVAM per la validazione dei metodi alternativi che assicura che il metodo procura dati di alta qualità.
 - lo studio dei meccanismi di tossicità e della farmaco-cinetica delle sostanze chimiche ambientali di particolare interesse che potrebbero facilitare la comparazione tra le specie sentinelle e gli uomini
- h. L'attivazione di un maggior supporto culturale per i corsi accademici, nelle scuole di epidemiologia e presso le università di medicina veterinaria e di scienze biologiche, che renderebbe più facile accogliere ed intensificare lo sviluppo di un metodo che veda coinvolti i dati delle esposizioni animali e delle patologie animali per la stima del rischio sanitario ambientale incoraggiando i ricercatori ad utilizzare i sistemi animali sentinella per integrare e comparare i dati forniti dai sistemi tradizionali.
- i. L'espansione della stima della tossicità e *degli end point* delle sostanze tossiche (effetti di crescita, di sviluppo, effetti genetici, neuro-comportamentali o inerenti il sistema endocrino ed immunitario) attraverso i sistemi sentinella animali.
- j. La costituzione di un gruppo di esperti (interattivo) *rapid response team* per investigare epidemie di malattie e morbosità e mortalità nelle specie animali per evidenziare una possibile correlazione causale con i contaminanti ambientali.

Bibliografia

1. van der Schalie WH, Gardner HSJr, Bantle JA, De Rosa CT, Finch RA, Reif JS, Reuter RH, Backer LC, Burgher J, Folmar LC, Stokes WS. Animals as sentinels of human health hazards of environmental chemicals. *Environ Health Perspect* 1999;107(4):309-15.
2. De Nardo P. Animali come sentinelle di inquinamento ambientale. *Epidemiol Prev* 2003;27:26-31.
3. De Nardo P. *Il mesotelioma pleurico del cane come indicatore di esposizione ambientale ad amianto*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 1996. (Rapporti ISTISAN 96/38).
4. De Nardo P. Epidemiologia ambientale veterinaria: il caso delle patologie respiratorie del cane. *Ann Ist Super Sanità* 1997;33(4):587-93.
5. De Nardo P, Isaia MC, Orusa R, Cerruti Sola S. Patologie animali associate all'esposizione a campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz: descrizione di un caso. *Ann Ist Super Sanità* 2000;36(4):491-95.
6. Gavazza A, Gugliucci B, Lubas G, De Nardo P, Delgadillo A. Indagini preliminari sul linfoma del cane. Casistica clinica con analisi anamnestica dei fattori di rischio ambientale. *Atti della società italiana delle scienze veterinarie* 1997;51:321-2.
7. Fry DM. Reproductive effects in birds exposed to pesticides and industrial chemicals. *Environ Health Perspect* 1995;103(7):165-71.
8. Matsui M, Hose JE, Garrahan P, Jordan GA. Developmental defects in fish embryos from Salton Sea, California. *Bull Environ Contam Toxicol* 1992;48:914-20.

9. Mizgirev IV, Flax NL, Borkin LJ, Khudoley VV. Dysplastic lesions and abnormalities in amphibians associated with environmental conditions. *Neoplasma* 1984;31(2):175-81.
10. Mc.Bee K., Bickham JW, Brown K. W., Donnelly K.C. Chromosomal aberration in native small mammals (*Peromyscus leucopus* and *Sigmodon hispidus*) at a petrochemical waste disposal site: I standard karyology. *Arch Environ Contam Toxicol* 16(6):681-8.
11. McBee K. Chromosomal aberrations in native small mammals (*Peromyscus Leucopus*) at a petrochemical waste disposal site: II. Cryptic and inherited aberrations detected by G-band analysis. *Environ Tox Chem* 1991;10:1321-9.
12. Rowley MH, Christian JJ, Basu DK, Pawlikowski MA, Paigen B. Use of small mammals (voles) to assess a hazardous waste site at Love Canal of Folls, New York. *Arch Environ Contam Toxicol* 1983;12:383-97.
13. Flickinger EL, Nichols JD. Small mammal populations at hazardous waste disposal sites near Houston, Texas, USA. *Environ Pollution* 1990;65:169-80.
14. Eckl P M, Riegler D. Levels of chromosomal damage in hepatocytes of wild rats living within the area of a waste disposal plant. *Sci Total Environ* 1996;196:141-9.
15. Thompson RA, Schroder GD, Connor HC. Chromosomal aberrations in the cotton rat, *Sigmodon hispidus*, exposed to hazardous waste. *Environ Mol Mutagen* 1988;11:359-67.
16. Hogue DE, Parrish JJ, Foote RH, Stouffer JR, Anderson JL, Stoewsand GS, Telford JN, Bache CA, Gutenman WH, Lisk DJ. Toxicological studies with male sheep grazing on municipal sludge-amended soil. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 1984;14(2):153-61.
17. Smith GS, Hallford DM, Watkins JB 3rd. Toxicological effects on gamma-irradiated sewage solid fed as seven percent of diet to sheep for four years. *J Anim Sci* 1985;61(4):931-41.
18. Telford J N, Thonney ML, Hogue DE, Stouffer JR, Bache CA, Gutenman WH, Lisk DJ, Babish JB, Stoewsand GS. Toxicological studies in growing sheep fed silage corn cultured on municipal sludge-amended acid subsoil. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 1982;10:73-85.
19. Salman MD, Reif JS, Rupp L, Aaronson MJ. Chlorinated hydrocarbon insecticides in colorado beef cattle serum: a pilot environmental monitoring system. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 1990;31:125-32.
20. Schilling RJ, Stehr-Green PA. Health effects in family pets and 2,3,7,8-TCDD contamination in Missouri: a look at potential animal sentinels. *Archives of Environmental Health* 1987;42(2):137-9.
21. Zarski TP, Debski B, Rokicki E, Samek M, Válka J Beseda I. Free living animals as bioindicators of mercury pollution. *Ekológia* 1995;14(2):113-7.
22. Gunson DE, Kowalczyk DF, Shoop CR, Ramberg CF. Environmental zinc and cadmium pollution associated with generalized osteochondrosis, osteoporosis, and nephrocalcinosis in horses. *Journal of American Veterinary Medical Association* 1982;180(3):295-99.
23. Reif JS, Ameghino E, Aaronson MJ. Chronic exposure of sheep to a zinc smelter in Peru. *Environmental Research* 1989;49:40-9.
24. Bombail V, Aw D, Gordon E, Batty J. Application of the comet and micronucleus assays to butterfish (*Pholis gunnellus*) erythrocytes from the Firth of Forth, Scotland. *Chemosphere* 2001;44:383-92.
25. Pastor N, López-Lázaro M, Tella J, Baos R, Ferrero MG, Hiraldo F, Cortés F. DNA damage in bird after the mining waste spill in southwestern Spain: a comet assay evaluation. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology* 2001;4:317-24.
26. Beeby A. What do sentinels stand for? *Environmental Pollution* 2001;112 (2):285-98.
27. Backer LC, Grindem CB, Corbett WT, Cullins JL, Hunter JL. Pet dogs as sentinels for environmental contamination. *The Science of the Total Environment* 2001;274:161-9.

CONCLUSIONI GENERALI DELL'INTERO STUDIO

L'obiettivo generale della ricerca, che ha avuto la durata complessiva di un anno, risiede nell'affrontare dal punto di vista sanitario le problematiche connesse alla gestione dei RSU e dei rifiuti pericolosi. In particolare l'aspetto innovativo consiste nel raccogliere e valutare diversi tipi di dati epidemiologici al fine di acquisire concreti elementi per una valutazione del rischio a cui è esposta la popolazione residente in prossimità di impianti di smaltimento.

Inoltre, lo studio ha anche affrontato la caratterizzazione ambientale dei siti di discarica oggetto delle indagini epidemiologiche, ad esclusione di quelli presi in considerazione dallo studio di Belli S. *et al.*, molto più numerosi, in quanto tale studio ha preso in esame la mortalità per cause specifiche in tutti i comuni delle cinque regioni in esame (Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna, Campania, Puglia), nei quali era presente almeno una discarica, censita al 1997. Tale caratterizzazione ambientale ha tentato di limitare alcuni effetti confondenti tipici delle indagini epidemiologiche di tipo geografico, ascrivibili ad una non puntuale conoscenza di tutte le fonti di rischio a cui è esposta la popolazione. Tuttavia, per una serie di difficoltà o nella reperibilità dei dati relativi a monitoraggi ambientali effettuati nei siti d'interesse, o nella non effettuazione dei monitoraggi stessi, e nella presenza di altri fattori di rischio, non sempre è stato possibile valutare con sufficiente precisione la potenziale esposizione diretta o indiretta della popolazione a sostanze tossiche emesse dagli impianti di discarica o dalle altre attività che si svolgevano nelle aree in studio.

Peraltro, un ulteriore elemento da considerare è costituito dalla presenza in alcune aree in studio di discariche abusive non controllate, la cui precisa localizzazione non è stata possibile.

Infine occorre considerare la indisponibilità di tutti i dati sanitari nelle diverse aree geografiche considerate, che non ha reso possibile fornire un quadro epidemiologico omogeneo per tutti i siti di discarica considerati.

Le quattro linee di ricerca a carattere epidemiologico hanno adottato diversi disegni di studio, ed hanno utilizzato diverse fonti di dati.

In sintesi i risultati conseguiti sono stati i seguenti:

- Uno studio a carattere esplorativo ha esaminato la mortalità per una serie di cause specifiche in 159 comuni delle cinque regioni in esame (Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna, Campania, Puglia), nei quali era presente almeno una discarica censita al 1997. Lo studio ha segnalato un limitato numero di Comuni nei quali la mortalità per malformazioni congenite è risultata leggermente superiore a quella attesa in base ai dati della corrispondente popolazione regionale. Tale risultato assume significato di segnalazione per candidare questi comuni per la conduzione di studi più approfonditi.
- Le due discariche ubicate in Piemonte sono state oggetto di uno studio di mortalità microgeografica, a livello subcomunale. I risultati ottenuti indicano un lieve incremento del rischio per alcune cause di morte (tumori polmonari e leucemie infantili) per la popolazione residente in prossimità di una delle due discariche, in entrambi i sessi; è importante inoltre sottolineare che l'eccesso di rischio per il tumore alla vescica negli uomini risulta avere, tra quelli studiati, il trend più significativo. Si rende allora necessario effettuare approfondimenti per valutare se gli incrementi di rischio emersi siano associabili all'esposizione a specifici agenti cancerogeni presenti nel sito o ad altri fattori presenti nell'ambiente o associati agli stili di vita.

- I siti di discarica dell'Emilia Romagna e della Campania sono stati oggetto di uno studio sul rischio di malformazioni congenite, in quanto erano disponibili dati validi forniti dai relativi registri regionali. Per la popolazione residente in prossimità di discariche della Campania sono stati evidenziati lievi incrementi di rischio per alcune malformazioni cromosomiche, cardiovascolari e dell'apparato urinario-genitale. L'interpretazione di questi risultati è resa problematica dalle difficoltà nella misurazione della reale esposizione a contaminanti e nella conoscenza delle sorgenti di esposizione, e si rendono necessari ulteriori approfondimenti.
- Per quattro province nelle quali sono presenti discariche (due province dell'Emilia Romagna, una della Campania e una della Puglia), sono stati indagati diversi esiti riproduttivi (nati- mortalità, basso peso alla nascita, nati pretermine, piccoli per l'età gestazionale, rapporto dei sessi alla nascita, abortività spontanea). I risultati ottenuti non mostrano forti evidenze di un effetto della presenza di discariche sugli eventi in esame, ma ulteriori approfondimenti appaiono giustificati, in particolare per quanto riguarda il rischio di abortività spontanea.

Alla luce di quanto esposto, si possono formulare le seguenti considerazioni:

- Non vi sono allo stato attuale né nella letteratura scientifica internazionale, né all'interno dei risultati preliminari dello studio italiano, gli elementi sufficienti per una valutazione del nesso di causalità intercorrente fra l'osservazione di associazioni a carattere epidemiologico e la presenza di discariche nel territorio.
- La stessa letteratura internazionale e le istituzioni scientifiche operanti nel settore in diversi paesi concordano nel raccomandare l'approfondimento degli studi sul possibile rischio di effetti avversi (insorgenza di tumori e altre patologie croniche, incidenza di malformazioni congenite e altri esiti avversi a carico della riproduzione) nelle popolazioni residenti in prossimità delle discariche. Tali studi dovrebbero prendere in considerazione anche la presenza di altri fattori di rischio presenti sul territorio.
- Poiché la percezione del rischio è legata sia ai dati scientifici, sia ai convincimenti della popolazione e a varie forme di disagio (odori molesti, rumore, degrado paesaggistico), è quanto mai opportuno informare tutti i soggetti coinvolti (amministratori, operatori della prevenzione, gestori delle discariche, organizzazioni ambientaliste) dello stato di avanzamento delle ricerche scientifiche, e dei livelli di validità dei dati utilizzati e di incertezza dei risultati conseguiti.
- L'approccio qui proposto ha valore esplorativo per identificare segnali di attenzione e di approfondimento e potrà contribuire nel medio periodo a creare un linguaggio comune e, salvaguardando le diversità dei ruoli reciproci, a porre le basi per l'adozione di misure preventive basate sulle evidenze e per la costruzione di un consenso collettivo intorno ai processi decisionali in corso.

Concludendo, da tale studio, finalizzato anche alla messa a punto di una "metodologia di indagine", emerge la necessità di ulteriori approfondimenti con ricerche condotte soprattutto a livello subcomunale/microarea ed in grado di considerare variabili di confondimento a livello individuale, al fine di individuare con sufficiente attendibilità le eventuali relazioni di causa-effetto tra esposizione a rifiuti e rischi sanitari.

*La riproduzione parziale o totale dei Rapporti e Congressi ISTISAN
deve essere preventivamente autorizzata.*

*Stampato da Ditta Grafiche Chicca & C. snc
Via di Villa Braschi 143, 00019 Tivoli (Roma)*

Roma, marzo 2004 (n. 1) 5° Suppl.