

**VALUTAZIONE EPIDEMIOLOGICA DELLO STATO DI SALUTE DELLA
POPOLAZIONE RESIDENTE NEI PRESSI DELLE DISCARICHE PER I RIFIUTI
URBANI DEL LAZIO**

RIASSUNTO

INTRODUZIONE. La gestione dei rifiuti urbani (RU) è un problema di rilevanza ambientale e sanitaria. Le evidenze relative agli effetti sulla salute degli impianti di discarica dei rifiuti non sono ancora esaustive. Obiettivo di questo studio è valutare l'associazione tra la residenza nei pressi delle nove discariche per lo smaltimento dei rifiuti urbani presenti nel Lazio e mortalità e morbosità per causa.

METODI. Dagli archivi anagrafici comunali sono stati arruolati in uno studio di coorte retrospettivo tutti i cittadini residenti (al 1996 o entrati successivamente) entro 5 Km dalle discariche per RU di Albano Laziale, Bracciano, Civitavecchia, Colferro, Guidonia Montecelio, Latina, Roccasecca, Roma-Malagrotta e Viterbo. L'accertamento dello stato in vita fino al 31 dicembre 2008 è stato effettuato attraverso una procedura di *record-linkage* con le anagrafi comunali e con il Registro Nominativo delle Cause di Morte della Regione Lazio. Il ricorso ai ricoveri ospedalieri è stato valutato mediante una procedura di *record-linkage* con il Sistema Informativo Ospedaliero. L'indirizzo di ciascun membro della coorte è stato geocodificato in modo da assegnare ad ogni residenza due misure di esposizione: la distanza della residenza dal perimetro della discarica e la concentrazione di idrogeno solforato (H₂S) (uno dei gas emessi che può essere considerato tracciante) proveniente dalla discarica, stimata attraverso un modello di dispersione. Per valutare l'associazione tra gli indicatori di esposizione (distanza e H₂S) e mortalità/morbosità causa specifica nella analisi interna alla coorte sono stati calcolati i rischi relativi (Hazard Ratio, HR) mediante il modello di Cox tenendo conto di numerose variabili: sito, età, periodo di calendario, livello socio-economico, PM₁₀ come indicatore di inquinamento atmosferico di fondo, residenza in prossimità di strade principali, autostrade e industrie.

RISULTATI. La coorte è composta da 242,409 residenti entro 5 Km dalle discariche, dei quali 5,187 (2%) abitavano entro 1 Km dal perimetro di una discarica e 21,475 entro 1-2 Km. Il 47.1% dei residenti entro 1 km era di basso livello socio-economico mentre tale percentuale era più bassa (24%) nel gruppo di riferimento (3-5 Km).

I confronti di mortalità interni alla coorte per valutare l'effetto distanza e concentrazione di H₂S non hanno mostrato variazioni di rilievo se si fa eccezione di soli indizi emersi per il tumore del colon retto e dell'apparato urinario negli uomini e il tumore della vescica nelle donne. Effetti più marcati sono stati riscontrati per i ricoveri con, per gli uomini, livelli di ospedalizzazione più elevati per malattie del sistema circolatorio, malattie del sistema respiratorio e tumore della vescica. Per le donne si sono osservati livelli ospedalizzazione più elevati per tumore del pancreas, malattie del sistema circolatorio, malattie polmonari cronico ostruttive e malattie dell'apparato urinario.

CONCLUSIONI. Lo studio di coloro che risiedono nei 5 Km dagli impianti di discarica del Lazio ha evidenziato un quadro di mortalità e morbosità relativamente sovrapponibile a quello regionale. Dalla analisi interna alla coorte, tuttavia, sono emerse diverse associazioni con la distanza o la concentrazione stimata di H₂S non sempre univoche e consistenti. Tra queste, l'aumento della morbosità per malattie respiratorie è coerente con le indicazioni della letteratura scientifica e può avere un nesso di causalità con le esposizioni ambientali.

INTRODUZIONE

La gestione dei rifiuti urbani (RU) ha implicazioni ecologiche, sanitarie, economiche e sociali. Le normative al riguardo hanno imposto regole sempre più stringenti a tutela dell'ambiente e della salute dei cittadini, i quali a loro volta sono divenuti sempre più consapevoli ed attenti ai pericoli che possono derivare da uno smaltimento improprio. Le strategie utilizzate per ottimizzare tale gestione, secondo le normative europee e nazionali, tendono a ridurre la quantità di materiale effettivamente smaltito, attraverso la prevenzione, il riciclo e l'uso di tecnologie per il riutilizzo di materiali ed energia.

I risultati degli studi epidemiologici relativi all'impatto sulla salute dei sistemi di smaltimento dei rifiuti, specie discariche ed inceneritori, sono stati riassunti in diversi documenti e revisioni sistematiche.¹⁻³ I possibili rischi per la salute per chi risiede nei pressi di una discarica sono riconducibili a diverse modalità di esposizione: l'inalazione di sostanze (gas) direttamente emesse dal sito, il contatto con l'acqua o il suolo inquinati, il consumo di prodotti o di acqua contaminati. Le preoccupazioni maggiori riguardano le discariche abusive che non sono sottoposte a controllo e ricevono rifiuti senza alcuna selezione all'origine, ma anche gli effetti delle discariche autorizzate sono state indagate da diversi studi. Alcuni lavori scientifici hanno messo in evidenza deboli prove di associazione tra residenza nei pressi di discariche controllate e rischio per la salute. La debolezza delle osservazioni deriva, tra l'altro, dall'indicatore di esposizione impiegato. Infatti, nella maggior parte degli studi disponibili, in mancanza di informazioni sull'esposizione, la distanza dalla discarica viene utilizzata come indicatore dell'esposizione.

Nel 1999 uno studio condotto in Canada ha confrontato l'incidenza di patologie tumorali nella popolazione maschile residente nei pressi di una discarica a Montreal con quella residente in zone più distanti dall'impianto.⁴ La distanza dalla discarica è stata attribuita ad ogni individuo sulla base dell'indirizzo di residenza al momento della diagnosi. E' stato osservato un eccesso di rischio tra gli uomini residenti vicino alla discarica per linfoma non-Hodgkin, tumore dello stomaco, dei reni e del pancreas. Nel 2002, Jarup ha analizzato il rischio di cancro nella popolazione residente entro 2 Km da 9,565 discariche in Gran Bretagna.⁵

Nonostante la potenza statistica della indagine, lo studio non ha evidenziato eccessi di cancro nella popolazione in esame; anche in questo studio in mancanza di una misura dell'esposizione si è considerata la distanza dalle discariche come indicatore della esposizione vera della popolazione.

In uno studio finlandese è stato riscontrato un eccesso nel numero di casi di tumore del pancreas e della pelle tra gli uomini residenti in case costruite su un'ex area di scarico di rifiuti industriali e domestici.⁶ In Italia, uno dei primi studi sull'argomento, ha preso in esame la zona in cui è situata la discarica di Malagrotta a Roma.⁷ In quest'area, situata ad ovest della capitale, sono presenti diverse fonti di inquinamento: una discarica di rifiuti urbani, un inceneritore di rifiuti ospedalieri e una raffineria di prodotti petrolchimici. Lo studio ha valutato la mortalità in un'area di 10 Km dal complesso impiantistico. Lo studio non ha evidenziato particolari associazioni tra prossimità al sito e mortalità per varie tipologie di tumore, ad eccezione di un aumento di mortalità per tumore della laringe tra i residenti più prossimi al sito. Anche in questo caso, il più importante limite dello studio riguarda la definizione dell'esposizione basata sulla distanza.

Uno studio ecologico pubblicato nel 2000 ha confrontato i tassi di mortalità e di ospedalizzazione della popolazione residente nei pressi di una discarica in Galles e quelli registrati in popolazioni che presentavano le stesse caratteristiche di livello socio-economico, ma situate in zone diverse da quella in esame.⁸ I risultati di tale studio non hanno evidenziato differenze tra le due popolazioni, sia in termini di mortalità che di ricorso ai ricoveri ospedalieri.

In una revisione della letteratura pubblicata nel 2009, volta a valutare l'impatto sulla salute umana delle pratiche di gestione dei rifiuti, Giusti ha concluso che le evidenze di un'associazione tra la residenza vicino a discariche e gli effetti avversi sulla salute della popolazione sono insufficienti e non conclusive.⁹ Ha aggiunto anche che, al fine di migliorare la qualità e l'utilità degli studi epidemiologici applicati alle popolazioni residenti in aree dove sono ubicati gli impianti di gestione dei rifiuti, è preferibile effettuare studi di coorte di sufficiente potenza statistica, utilizzando dati di esposizione individuali e più attendibili della distanza. Altri studi volti ad indagare gli effetti sulla salute della popolazione residente vicino alle discariche si sono concentrati sugli esiti riproduttivi; tali studi si basano sull'ipotesi

che risiedere nei pressi di una discarica aumenti il rischio del verificarsi di nascite pre-termine, di nati con basso peso alla nascita, di piccoli per età gestazionale e di malformazioni alla nascita.

Alla luce di quanto esaminato nella rassegna della letteratura, le conoscenze epidemiologiche ad oggi disponibili, ancorché non conclusive, fanno ritenere che il conferimento in discariche controllate, costruite e condotte in accordo alla normativa nazionale e comunitaria, non comporti un rischio per l'ambiente e per la salute delle popolazioni insediate nelle vicinanze dell'impianto.³

Obiettivo di questo studio è quello di verificare l'associazione tra la residenza in prossimità delle discariche per lo smaltimento dei RU presenti nel Lazio e lo stato di salute della popolazione, sia in termini di mortalità che di ricorso alle cure ospedaliere.

Lo studio è stato condotto con un approccio di coorte di popolazione basato sulla ricostruzione della storia anagrafica di tutti gli individui residenti, il loro successivo *follow-up*, e il computo dei tassi di occorrenza di malattia e di mortalità. L'approccio di coorte è ritenuto in epidemiologia quello in grado di valutare in maniera più valida il nesso eziologico tra una esposizione e lo stato di salute di una particolare popolazione esposta. In questo approccio, tutti i soggetti vengono seguiti nel tempo rispetto alla esposizione di interesse specificatamente definita e sono minori le possibilità di distorsione. A differenza degli studi di carattere ecologico per comune o per aggregati di sezione di censimento, che usano al numeratore la frequenza degli eventi e al denominatore una stima della popolazione residente (dati ISTAT), nello studio di coorte di popolazione il calcolo degli indici epidemiologici (mortalità, morbosità) ha al denominatore il tempo persona (anni-persona) esatto in cui i soggetti della coorte sono stati a rischio di sviluppare gli esiti in studio. Le caratteristiche di esposizione considerate sono state: 1. la distanza dal perimetro di ogni impianto 2. la stima della esposizione individuale a idrogeno solforato (o acido solfidrico- H_2S), un gas emesso dai rifiuti in discarica, stimato da un modello di dispersione.

METODI

Caratteristiche delle discariche

Nel Lazio sono attualmente presenti dieci discariche per il trattamento dei RU, situate nei comuni di Albano Laziale (RM), Bracciano (RM), Civitavecchia (RM), Roccasecca (FR), Colleferro (RM), Guidonia Montecelio (RM), Latina (LT), Roma, e Viterbo. Le due discariche situate nel comune di Latina, sono confinanti, e sono state quindi considerate in questo studio come un unico sito.

Tutte le discariche sono attive da numerosi anni, e di seguito sono indicate le particolari caratteristiche. L'anno ufficiale di inizio attività è stato spesso preceduto da diversi anni in cui le operazioni di discarica venivano effettuate in attesa di autorizzazione. In particolare la discarica di Albano Laziale (RM), situata nella località di Roncigliano, è in funzione dagli inizi degli anni ottanta; la discarica di Bracciano (RM), situata a Cupinoro, è classificata come discarica per rifiuti non pericolosi ed inizia la propria attività a partire dal maggio 2007; la discarica di Civitavecchia (RM) è situata a Fosso Crepacuore e è costituita da due lotti di capacità complessiva netta pari a 87.378 mc, in grado di ricevere nei limiti delle quote assentite, un quantitativo di rifiuti stimato in 78.640 t circa; la discarica di Guidonia Montecelio (RM) è in esercizio a partire dall'anno 1991; la discarica di Latina, situata a Borgo, suddivisa in due lotti, è in esercizio a partire da agosto 1990; la discarica di Cerreto (FR), nel comune di Roccasecca è entrata in esercizio a partire dal novembre 2002; la discarica di Viterbo Le Fornaci è entrata in esercizio a partire dall'anno 2000, e ad oggi risulta essere suddivisa in tre invasi; il complesso impiantistico di Malagrotta, situato nel comune di Roma, è costituito da un impianto di discarica per rifiuti non pericolosi al quale sono collegati impianti per il Trattamento Meccanico Biologico dei rifiuti. La discarica di Malagrotta inizia la propria attività a partire dal 1987.

Area in studio

L'area in studio ha compreso i comuni che rientrano in un raggio di 5 Km dal perimetro delle discariche. I perimetri delle discariche sono stati geocodificati utilizzando il software GIS (Geographic Information System). In particolare il perimetro di ogni discarica è stato identificato utilizzando le carte tecniche regionali (CTR), in scala 1:5000. Tutte le informazioni sono state proiettate

secondo il seguente sistema di riferimento: WGS84_UTM33N (Il Sistema geodetico mondiale del 1984 con la proiezione universale della Trasversa di Mercatore relativa alla zona 33Nord).

Questo procedimento ha consentito di stimare superficie e perimetro dei siti in studio:

Comune	Perimetro (m)	Area (m2)
ALBANO LAZIALE	3,368	512,716
BRACCIANO	1,975	151,804
CIVITAVECCHIA	1,029	71,797
COLLEFERRO	1,384	82,673
GUIDONIA MONTECELIO	1,978	231,396
LATINA	4,072	978,594
ROCCASECCA	760	40,057
ROMA	6,320	1,791,195
VITERBO	2,196	220,952

Indicatori di esposizione

La valutazione dell'esposizione della popolazione residente è stata effettuata con due modalità, considerando:

- la distanza dal perimetro delle discariche, costruita utilizzando il software ArcGIS, che ha permesso di definire 5 cerchi di raggio 1 Km, intorno al perimetro delle discariche, fino a definire l'area di interesse (0-5 Km);
- le emissioni areali delle discariche espresse in termini di idrogeno solforato (acido solfidrico) (H₂S), generate utilizzando il Landfill Gas Emissions (LandGEM) Model (sviluppato dalla US Environmental Protection Agency.¹⁰) e il modello di dispersione lagrangiano a particelle SPRAY. A questo scopo, per ogni discarica è stata costruita una griglia regolare che approssima l'area della discarica con una risoluzione di 125x125 m (celle) e sono stati calcolati i tassi di emissione di H₂S, per ogni cella. I parametri utilizzati per stimare le emissioni sono stati: il tempo di attività, e quindi le informazioni relative alle date di apertura e chiusura di ciascun settore della discarica, la capacità di contenimento del rifiuto (tonnellate di rifiuti) e il tasso di ricevimento dei rifiuti. I tassi di emissione stimati da LandGEM sono stati considerati come dati di input per il modello lagrangiano. Il modello

lagrangiano utilizza informazioni sulle emissioni, sulla orografia e sulla meteorologia. Questa procedura ha consentito la produzione di mappe di concentrazione media annuale dell'acido solfidrico (H_2S) specifiche per discarica.

L'uso combinato della distanza geografica e delle concentrazioni stimate fornisce un quadro più completo dell'impatto delle discariche sull'ambiente e sull'uomo. Le concentrazioni di H_2S emesso dai rifiuti definiscono l'inquinamento della matrice aria mentre la distanza può essere considerata un indicatore dell'inquinamento delle matrici acqua e suolo sotto l'ipotesi che la contaminazione avvenga maggiormente nella zona limitrofa alla discarica.

Disegno dello studio e definizione della coorte

Lo studio è stato condotto con un approccio di coorte di popolazione. Si è considerata di interesse la popolazione che ha risieduto in un'area di 5 Km dal perimetro delle discariche in un periodo compreso tra il 1 Gennaio 1996 e il 31 Dicembre 2008, più precisamente tutti i soggetti residenti al 1 gennaio 1996 e successivamente entrati fino al 31 dicembre 2008. Ha fatto eccezione a questo criterio la coorte di Civitavecchia che ha come inizio per il reclutamento il 1 Gennaio 2004 (per l'impossibilità di recuperare l'archivio anagrafico informatizzato negli anni precedenti), la coorte di Roma che è composta dai soggetti censiti all'ottobre 2001 e residenti da almeno cinque anni allo stesso indirizzo e le coorti di Albano Laziale e Latina per le quali il *follow-up* finisce al 31 Dicembre del 2007.

Poiché, ad oggi, non esiste un sistema informativo geografico che unisca in un unico archivio la popolazione residente nel Lazio con informazioni sulla residenza già georeferenziate, è stata predisposta una metodologia innovativa per la definizione della coorte e il relativo *follow-up*. La metodologia viene di seguito descritta.

Selezione della popolazione in studio e follow-up della coorte

Per selezionare la coorte di popolazione residente nei pressi delle discariche, sono stati recuperati gli archivi informatizzati forniti dagli Uffici Anagrafe di tutti i comuni del Lazio che ricadono nell'area di 5 Km intorno alle discariche. I comuni considerati sono:

- Albano Laziale, Aprilia, Ardea, Ariccia e Pomezia per la discarica di Albano Laziale (discarica di Albano-Cecchina) (provincia di Roma);
- Bracciano e Cerveteri per la discarica di Bracciano (provincia di Roma);
- Colleferro e Genazzano per la discarica di Colleferro (provincia di Roma);
- Civitavecchia, Guidonia Montecelio, Latina, Viterbo per le relative discariche
- Roccasecca e Colfelice per la discarica di Roccasecca (provincia di Frosinone);
- Roma per la discarica di Malagrotta.

La popolazione considerata è quella che ha avuto una residenza nei comuni indicati dal 01/01/1996 al 31/12/2008. Gli archivi comunali ricevuti dalle anagrafi sono stati sottoposti a rigorose procedure di controllo prima di essere utilizzati per l'analisi.

Tutti i soggetti arruolati nella coorte sono stati seguiti per quanto riguarda il proprio stato in vita fino al 31 Dicembre 2008. I soggetti emigrati dal comune di residenza in altro comune sono stati considerati vivi fino al momento della emigrazione, e il *follow-up* è dunque cessato al momento della migrazione. L'attribuzione delle informazioni sanitarie (mortalità e ricorso alle cure ospedaliere) alla coorte è stata effettuata con procedure di *record-linkage* nella salvaguardia della normativa sulla privacy. Per i soggetti deceduti è stata recuperata l'informazione sulla causa di morte (codifica ICD IX-CM) utilizzando il Registro Nominativo delle Cause di Morte (ReNCaM) della Regione Lazio. Le informazioni relative ai ricoveri ospedalieri sono state recuperate dal Sistema Informativo Ospedaliero (SIO) del Lazio che rileva e gestisce i dati analitici di tutti i ricoveri ospedalieri (in acuzie e post-acuzie) che ogni anno si verificano negli Istituti di Ricovero e Cura della Regione (pubblici e privati). Sono quindi state attribuite a tutte le persone che hanno avuto un ricovero la diagnosi principale, codificata secondo le regole della IX Classificazione Internazionale delle Malattie, la data di ricovero e di dimissione. Per ogni individuo ricoverato è stato analizzato

solo il primo ricovero (acuto e in regime ordinario) avvenuto nel periodo in studio per patologia di interesse.

Le analisi di mortalità e ospedalizzazione sono state effettuate con modalità diverse: per la mortalità è stata considerata una latenza di 5 anni; la coorte in studio è quindi composta dai soggetti residenti al 1 Gennaio 1996 o successivamente entrati nell'area fino al 31 Dicembre 2003, assumendo che sia necessaria un'esposizione di almeno 5 anni per osservare effetti sulla mortalità imputabili a tale esposizione. Questa ipotesi non è invece stata fatta per l'analisi delle ospedalizzazioni; la coorte in studio è composta infatti dai soggetti residenti al 1 Gennaio 1996 e successivamente entrati nell'area fino al 31 Dicembre 2008.

Geocodifica della coorte e attribuzione delle variabili di confondimento

La georeferenziazione dell'indirizzo di residenza della popolazione in studio è stata necessaria sia per la selezione della coorte (sulla base della distanza dal perimetro della discarica, come spiegato precedentemente) sia per l'attribuzione ad ogni soggetto della propria esposizione (distanza o concentrazione di H₂S) e di altre informazioni di contesto considerate nell'analisi come confondenti.

Per poter individuare la posizione di ogni individuo nello spazio è stata richiesta alle anagrafi comunali l'informazione relativa all'indirizzo di residenza della persona all'inizio del *follow-up*. Ciò ha consentito l'attribuzione delle coordinate geografiche a tutti i cittadini residenti mediante il software ArcGIS. Le operazioni di geo-referenziazione sono state realizzate per una quota rilevante di residenti attraverso procedure di normalizzazione dell'indirizzo ed interrogazione attraverso le mappe dei sistemi TELEATLAS e NAVDAC. In pochi casi le operazioni non sono riuscite per indisponibilità dell'indirizzo o il mancato ritrovamento di questo nello stradario GIS.

Una volta geocodificata la coorte dei residenti si è proceduto con l'attribuzione delle variabili che descrivono le caratteristiche individuali e altri fattori relativi al contesto ambientale della coorte in studio (vicinanza di strade ad altro traffico, altre fonti di inquinamento industriale presenti nell'area in studio, livello di inquinamento atmosferico). Queste informazioni sono state considerate come

potenziali confondenti della relazione tra la residenza nell'area interessata dalle discariche in studio e gli *outcome* in studio (mortalità e ospedalizzazioni).

Per tutte le sezioni di censimento del Lazio è disponibile un indicatore socio-economico (SES) sulla base di variabili raccolte al censimento 2001 (disponibili a livello di piccola area - sezione di censimento).¹¹ Queste variabili (istruzione, occupazione, condizione abitativa, composizione familiare, immigrazione) sono state utilizzate per definire l'indice SES, accorpato in cinque classi: alto, medio-alto, medio, medio-basso, basso. Ad ogni soggetto residente è stato dunque attribuito il valore dell'indice SES della sezione di residenza di appartenenza.

Ad ogni soggetto della coorte è stato attribuito un valore di concentrazione media annua di PM_{10} come misura della qualità dell'aria nella zona di residenza. Le concentrazioni di PM_{10} sono state calcolate considerando undici macrosettori: produzione energia e trasformazione combustibili, combustione non industriale, combustione nell'industria, processi produttivi, estrazione e distribuzione combustibili, uso di solventi, trasporto su strada, altre sorgenti mobili e macchinari, trattamento e smaltimento rifiuti, agricoltura, altre sorgenti e assorbimenti. La valutazione delle concentrazioni di PM_{10} è stata effettuata su tutta la regione Lazio (considerando una risoluzione di 4x4 Km) e con una risoluzione maggiore per la città di Roma (1x1 Km).

Sono stati presi in considerazione due indicatori di inquinamento da traffico: la residenza entro un buffer di 500 m da autostrade e di 150 m da strade principali. La classificazione della tipologia di strada è stata fatta utilizzando le informazioni presenti nel database della società TELEATLAS; la classificazione è avvenuta selezionando il valore dell'attributo Functional Road Class (FRC): autostrade (FRC = 1) strade principali (1 <= FRC <= 5).

Infine, è stata considerata anche la residenza entro 1 Km ed entro 2 Km dalle industrie di rilievo presenti nella regione.

Analisi statistica

Per la valutazione dello stato di salute della coorte in studio è stata effettuata un'analisi della mortalità (per l'intero periodo di *follow-up*) e della storia delle

ospedalizzazioni (per il periodo 2004-2008) di tutti i residenti entro 5 Km dai siti, confrontandola con quella dei residenti nel Lazio nello stesso periodo. Questa analisi è stata effettuata per confrontare l'intera coorte con il resto della regione e rappresenta una valida premessa alla analisi successiva che considera la distanza dalle discariche e il livello di concentrazione di H₂S alla residenza delle persone in studio.

Sono stati calcolati rapporti standardizzati di mortalità e ospedalizzazione (SMR, SHR) aggiustati per età (metodo indiretto) specifici per causa e genere. Il denominatore per il calcolo dei casi attesi è rappresentato dagli anni persona della coorte. Il numero di decessi o ricoveri osservato è stato rapportato al numero di decessi o ricoveri attesi sulla base della popolazione di riferimento della regione Lazio. Sono stati calcolati gli intervalli di confidenza al 95% dei rapporti standardizzati. Questi tassi indicano il rapporto tra i decessi o ricoveri osservati nella popolazione residente nell'area in esame e i decessi o ricoveri attesi, ottenuti applicando alla popolazione residente i tassi specifici di mortalità del Lazio. Se la mortalità o l'ospedalizzazione dell'area in studio per una data causa non differisce da quella di confronto (cioè gli eventi osservati sono pari agli eventi attesi), il corrispondente SMR o SHR sarà pari a 1.0; valori di SMR o SHR sopra 1.0 indicano un aumento della mortalità o dell'ospedalizzazione rispetto all'atteso, mentre valori sotto 1.0 indicano un decremento. I limiti di confidenza indicano gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo di valori all'interno del quale è probabile che ricada il valore vero del tasso (la probabilità è stabilita a priori, in questo caso è il 95%). L'ampiezza dell'intervallo dà una misura della precisione statistica della stima (tanto più è ampio l'intervallo, tanto più la stima è imprecisa) ed è influenzato dalle dimensioni della popolazione in studio e dalla rarità della malattia (tanto più piccolo è il numero di eventi, tanto più imprecisa è la stima dell'SMR o SHR e dunque tanto più ampio è l'intervallo di confidenza). L'intervallo di confidenza fornisce l'informazione sulla probabilità che l'associazione osservata sia statisticamente significativa: se entrambi gli estremi dell'intervallo sono al di sopra o al di sotto del valore nullo (in questo caso SMR=1.0), significa che con una probabilità del 95% l'SMR indica un eccesso (o un difetto) di mortalità.

Successivamente è stata valutata l'associazione tra la residenza nei pressi delle discariche e la mortalità e le ospedalizzazioni della coorte. Come detto in

precedenza, sono state considerate due diverse variabili di esposizione una basata sulla distanza dalla discarica, l'altra basata sulle concentrazioni di H₂S ottenute dal modello:

- Distanza: i soggetti della coorte, residenti entro 5 Km, sono stati suddivisi in diverse fasce di esposizione caratterizzate da una distanza crescente dal perimetro delle discariche (residenti entro il raggio di 1 Km, tra 1 Km e 2 Km e tra 2 Km e 3 Km, tra 3 Km e 4 Km, tra 4 Km e 5 km).
 - Una prima analisi ha confrontato i rischi di mortalità e ospedalizzazione dei *gruppi degli esposti* (i residenti nelle fasce 0-1 Km, 1-2 Km e 2-3 Km) con quella del *gruppo di riferimento* (residenti nella fascia distante 3-5 km).
 - Un'analisi successiva ha considerato la distanza (da 0 a 5 Km) come variabile continua (test per il trend), in modo da valutare se al diminuire della distanza (per ogni Km) dalle discariche aumentasse il rischio di mortalità o ricovero.
- Concentrazione di H₂S: i soggetti della coorte, residenti entro 5 Km, sono stati classificati sulla base della distribuzione percentile della concentrazione di H₂S registrata al loro indirizzo di residenza.
 - In una prima analisi sono stati confrontati i rischi di mortalità e ricovero della coorte con un valore di H₂S superiore al 90° percentile con quelli della popolazione caratterizzata da concentrazioni di H₂S più basse (inferiori al 50° percentile).
 - Successivamente anche la variabile relativa alle concentrazioni di H₂S è stata considerata come continua. È stato valutato l'aumento del rischio di mortalità all'aumentare di 0.030 µg/m³ dell'H₂S o di ricovero all'aumentare di 0.022 µg/m³ dell' H₂S (differenza tra il 95° e il 5° percentile della distribuzione).

L'associazione tra le esposizioni di interesse e mortalità/morbosità è stata valutata in una analisi interna alla coorte attraverso una analisi di sopravvivenza (*Cox proportional hazard model*) con la stima di rischi relativi (Hazard Ratios, HR, ed intervalli di confidenza al 95%). Tale metodica si può considerare lo standard negli studi sugli effetti a lungo termine delle esposizioni ambientali. Nel modello multivariato di analisi l'età è stata considerata come asse temporale e sono state considerate le seguenti variabili di aggiustamento: livello socio-economico (SES),

PM₁₀ da modello di dispersione regionale, residenza entro 150 m da strade principali, residenza entro 500 m da autostrade e residenza entro 1 o 2 Km dalle industrie della regione. L'analisi di Cox è stata stratificata per tre periodi di calendario, (1996-2000, 2001-2004, 2005-2008) per tenere conto del trend temporale della mortalità o delle ospedalizzazioni, e per discarica, al fine di tenere conto delle diverse realtà territoriali delle zone in studio. È stato inoltre analizzato il ricorso ai ricoveri ospedalieri dei bambini (età inferiore ai 14 anni). L'interpretazione degli Hazard Ratio (valori superiori od inferiori ad 1.0) e dei rispettivi intervalli di confidenza è simile a quanto descritto per l'SMR.

La gestione dei data base è stata effettuata utilizzando il software SAS mentre per le analisi statistiche sono stati usati i software STATA (versione 12, StataCorp) ed R (www.r-project.org/).

RISULTATI

Caratteristiche degli impianti e della coorte

Nella figura 1 è riportata la localizzazione delle discariche in studio nella regione e la concentrazione di stimata PM₁₀ dal modello regionale con una risoluzione di 4 *4 Km.

Nelle figure 2-10 sono riportati i confini amministrativi dei comuni che costituiscono l'area in studio per ogni impianto, la localizzazione delle discariche, gli anelli concentrici che descrivono la distanza dalle discariche (0-1, 1-2, 2-3, 3-4, e 4-5 Km) calcolati a partire dal confine perimetrale delle discariche stesse, i risultati dei modelli di dispersione per l' H₂S, le industrie, le autostrade e le strade principali e i membri della coorte residenti all'inizio del *follow-up* opportunamente georeferenziati.

La tabella 1 mostra la coorte totale dei residenti per distanza dalle nove discariche (residenti entro il raggio di 1 Km, tra 1 Km e 2 Km, tra 2 Km e 3 Km, tra 3 Km e 5 Km), per sesso, età all'inizio del *follow-up*, livello socio-economico, discarica, livello di PM₁₀ all'indirizzo di residenza (<50° percentile, 50°-90° percentile e >90°percentile), residenza vicino a strade principali, autostrade e industrie.

La coorte dei residenti entro 5 Km dalle discariche per RU del Lazio è composta da 242,409 persone, delle quali 5,187 residenti entro 1 Km dal perimetro delle discariche, 21,475 tra 1 e 2 Km e 65,386 tra i 2 e i 3 Km. La distribuzione per età della popolazione mostra un leggero aumento della quota dei residenti di età maggiore di 65 anni tra i residenti nelle fasce di distanza più lontane alle discariche (6.7% a 0-1 Km, 8.7% a 3-5 km). Si osserva un netto gradiente di livello socio-economico: le persone che abitano nelle immediate vicinanze di una discarica sono soprattutto di livello socio-economico medio-basso e basso (28.1% e 47.3%) mentre, nel gruppo di riferimento, la popolazione si distribuisce quasi uniformemente su tutti i livelli. La coorte residente entro 1 Km dal perimetro delle discariche è composta soprattutto dai residenti intorno alle discariche di Roma e Albano Laziale. La popolazione esposta ad alte concentrazioni di PM₁₀ si trova nelle zone più distanti dalle discariche (14.8% nella fascia 3-5 Km). La stessa cosa si può dire per le autostrade, le strade principali e le industrie, quindi entro 2 Km dalle discariche vi è una minore presenza di altre fonti di inquinamento rispetto alla fascia di riferimento.

La tabella 2 mostra le caratteristiche della coorte in studio per classe di esposizione a H₂S (<50°percentile, 50°-90° percentile e >90° percentile) per sesso, età all'inizio del *follow-up*, livello socio-economico, discarica, concentrazione di PM₁₀ (<50° percentile, 50°-90° percentile e >90°percentile), strade principali, autostrade e industrie. La distribuzione per età della popolazione mostra una quota simile di residenti di età maggiore di 65 anni tra le tre categorie di concentrazione di H₂S. Le persone che risiedono in zone con una concentrazione di H₂S tra il 50° e il 90° percentile si distribuiscono quasi uniformemente per livello socio-economico, mentre si osserva una quota elevata di persone con un basso livello socio-economico sia tra i meno esposti ad H₂S che tra i più esposti (31.2% e 28.3% rispettivamente). Le persone che presentano livelli elevati di concentrazione di H₂S risiedono soprattutto in prossimità delle discariche di Albano Laziale, Latina, Guidonia, Roma e Colleferro. Tra le persone con bassi livelli di concentrazione di H₂S (<50° percentile) non vi è nessuno che vive vicino le discariche di Latina e di Malagrotta (Roma); queste discariche sono quelle con la superficie più estesa tra le discariche in studio e la loro impronta sul territorio circostante mostrano livelli di concentrazione di H₂S più elevati.

Il 60.9% della popolazione esposta a concentrazioni di H₂S inferiori al 50° percentile della distribuzione risiede in zone caratterizzate anche da bassi livelli di PM₁₀ atmosferico, mentre il 17.7% della coorte, che risiede in zone con le più alte concentrazioni di H₂S, è caratterizzata anche da più alti livelli di PM₁₀. Quasi il 34% della coorte maggiormente esposta ad H₂S risiede entro 150 m dalle strade principali e quasi il 9% vicino ad autostrade. Infine il 7.2% degli esposti ad H₂S risiede entro 1 Km dalle principali industrie della regione rispetto al 2.5% del gruppo dei meno esposti.

Vengono di seguito illustrati i risultati della analisi di mortalità e delle persone ricoverate; sia per la mortalità che per la morbosità, i risultati verranno presentati in termini di confronto della intera popolazione che vive nei cinque km dagli impianti con la popolazione regionale, confronto interno per distanza e confronto interno per livelli di esposizione ad H₂S.

Analisi della mortalità: confronto con la popolazione regionale

Nella tabella 3 si riportano i risultati dell'analisi della mortalità (SMR, IC 95%) per causa, separatamente per i 120.232 uomini e le 122.177 donne della coorte, prendendo come riferimento i tassi di mortalità dei residenti nella regione Lazio nello stesso periodo.

Uomini

La mortalità per cause naturali (tutte le cause eccetto i traumatismi) è di poco superiore (+3%) a quanto riscontrato nella popolazione maschile del Lazio nello stesso periodo (SMR=1.03, IC95%=1.00-1.05); si osserva inoltre un eccesso di mortalità pari a circa il 20% sia per malattie dell'apparato respiratorio che per malattie polmonari croniche (BPCO) (SMR=1.20, IC95%=1.09-1.325; SMR=1.23, IC95%=1.08-1.38).

L'analisi per cause tumorali mostra una mortalità di poco superiore all'atteso (+3%), con aumenti più marcati, rispetto al riferimento, per tumore della pleura (SMR=1.93) e mieloma multiplo (SMR=1.39). Si riscontra, invece, una mortalità inferiore a quella osservata a livello regionale per malattie cardiovascolari e per

morbo di Parkinson (SMR=0.95, IC95%=0.91-0.99; SMR=0.82, IC95%=0.67-0.99, rispettivamente).

Donne

La mortalità per cause naturali non si discosta da quella osservata nella popolazione femminile della regione Lazio nello stesso periodo (SMR=0.97, IC95%=0.94-1.00), mentre la mortalità per tumore risulta inferiore a quella della popolazione di riferimento nello stesso periodo (SMR=0.90, IC95%=0.85-0.95). In particolare, si osserva una riduzione del rischio di mortalità per tumore della trachea, dei bronchi e del polmone (SMR=0.77), per tumori del tessuto linfatico ed ematopoietico (SMR=0.73) e mieloma (SMR=0.57). Si riscontra, inoltre, una minore mortalità anche per le malattie dell'apparato digerente (SMR=0.86).

Analisi della mortalità: confronto interno per distanza

Nella tabella 4 - a)Uomini; b)Donne - si mostrano i risultati dell'analisi della mortalità in cui viene considerata come esposizione la distanza in km dalle discariche. Le tabelle riportano i risultati ottenuti considerando la distanza come variabile categorica (0-1, 1-2 2-3 Km), e gli Hazard Ratios dell'aumento del rischio al diminuire della distanza dalla discarica (Trend lineare per 1 Km). Vengono illustrati, separatamente per gli uomini (a) e per le donne (b), il numero di decessi osservati, gli Hazard Ratio (HR) e i rispettivi intervalli di confidenza (IC al 95%) al variare della distanza.

Uomini

A parità di età, condizione socio-economica ed livelli di inquinamento del luogo di residenza (ottenuti considerando le informazioni relative al PM₁₀ e alla vicinanza della residenza del soggetto da autostrade, strade principali e industrie), il gruppo dei residenti nelle vicinanze delle discariche (0-1 Km e 1-2 Km) presenta una mortalità generale e specifica per causa simile a quella della popolazione di riferimento (residenti nella fascia 3-5 Km). Si è osservato però un eccesso di mortalità per tumore del colon retto tra gli uomini residenti nella fascia 1-2 Km (HR=1.72, IC95%=1.06-2.79), ma tale aumento non è omogeneo tra gli impianti ma sostenuto dagli abitanti in prossimità della discarica di Civitavecchia. Infine, l'analisi del trend per distanza evidenzia che avvicinandosi alla discarica vi è un

aumento di rischio di mortalità per malattie dall'apparato urinario (HR=1.25, IC95%=1.02-1.54).

Donne

Anche nelle donne, a parità di età, condizione socio-economica ed livelli di inquinamento del luogo di residenza si osserva che il gruppo delle residenti nelle vicinanze delle discariche (0-1 Km e 1-2 Km) ha una mortalità generale e specifica per causa simile a quella della popolazione di riferimento (residenti nella fascia 3-5 km Km Si osserva, tuttavia, un eccesso di rischio di mortalità per tumore della vescica tra le donne residenti nella fascia 1-2 Km (HR=4.79, IC95%=1.03-22.34, eccesso basato su soli 3 casi) e tra quelle residenti tra 2 e 3 Km (HR=4.85, IC95%=1.52-15.42, eccesso basato su 9 casi); per questa patologia si osserva un chiaro aumento del rischio legato alla distanza. Si segnala, tuttavia, che tra le donne residenti nelle immediate vicinanze dalla discarica non si è osservato nel periodo in studio alcun decesso per questa patologia.

Analisi della mortalità: confronto interno per livelli di esposizione a H₂S

Nella tabella 5 – a)Uomini; b)Donne – si mostrano l'associazione tra i livelli di concentrazione di H₂S e la mortalità della coorte. Sono riportati sia i risultati ottenuti considerando la concentrazione di H₂S come variabile categorica (livelli di concentrazione superiori al 90° percentile della distribuzione vs livelli inferiori al 50° percentile) sia l'aumento di rischio di mortalità per un aumento lineare pari a 0.030 mg/m³ di H₂S (differenza tra il 95° e il 5° percentile).

Uomini

I residenti esposti ad alte concentrazioni di H₂S non mostrano eccessi di mortalità per cause naturali rispetto ai residenti in aree caratterizzate da una concentrazione di H₂S inferiore al 50° percentile della distribuzione. Al contrario, si osserva un rischio di mortalità inferiore all'atteso per malattie ischemiche del cuore (HR=0.67, IC95%=0.47-0.96). Anche l'analisi che considera la concentrazione di H₂S come variabile continua non riporta nessun eccesso di rischio (HR=0.94, IC95%=0.89-1.00 per le cause di morte naturale).

Donne

Le donne esposte ad alte concentrazioni di H₂S mostrano un eccesso di mortalità per cause naturali, tale eccesso, tuttavia non raggiunge la significatività statistica (HR=1.14, IC95%=0.98-1.32). L'analisi del rischio di mortalità causa-specifico evidenzia un eccesso per il tumore della vescica basato su un numero esiguo di casi (tre). L'analisi volta a valutare l'aumento del rischio di mortalità all'aumento lineare di concentrazione di H₂S non ha evidenziato particolari associazioni sia per cause naturali sia per specifiche causa di morte.

Analisi delle persone ricoverate: confronto con la popolazione regionale

Nella tabella 6 si riportano i risultati dell'analisi delle persone ospedalizzate (SHR) per causa, separatamente per uomini e donne appartenenti alla coorte dei residenti entro 5 Km, nel periodo 2004-2008. Sono stati presi come riferimento i tassi di ospedalizzazione della popolazione residente nel Lazio nello stesso periodo.

Uomini

La frequenza di uomini con un ricovero ospedaliero per cause naturali nella coorte è superiore rispetto a quella della popolazione di riferimento regionale nello stesso periodo (SHR=1.04, IC95%=1.03-1.06). Si osservano tassi di persone ospedalizzate più bassi per tumori maligni (SHR=0.90, IC95%=0.87-0.94), in particolare per tumori del colon retto e del pancreas (SHR=0.83 e SHR=0.74, rispettivamente). Anche le ospedalizzazioni per malattie del sistema circolatorio risultano in difetto rispetto ai livelli regionali (SHR=0.92, IC95%=0.89-0.94), nello specifico per malattie cardiache, ischemiche del cuore e cerebrovascolari (SHR=0.87, SHR=0.79 e SHR=0.91, rispettivamente). Sono tuttavia in eccesso rispetto al riferimento le ospedalizzazioni per malattie polmonari cronico ostruttive (SHR=1.23, IC95%=1.13-1.34). Si osserva infine che la frequenza di ricoveri ospedalieri nella coorte per malattie dell'apparato digerente risulta in difetto rispetto ai tassi regionali (SHR=0.88, IC95%=0.85-0.91).

Donne

Anche le donne residenti entro 5 Km dal perimetro delle discariche presentano dei tassi di ospedalizzazione superiori a quelli regionali per tutte le cause naturali (SHR=1.03, IC95%=1.02-1.05). Calcolando gli SHR per causa specifica, si

osservano frequenze di ricoveri per tutti i tumori maligni inferiori rispetto a quelle regionali (SHR=0.90, IC95%=0.87-0.94) e, nello specifico, per tumori della vescica e del tessuto linfatico ed ematopoietico (SHR=0.75 e SHR=0.69, rispettivamente). Si segnala inoltre un minor ricorso alle cure ospedaliere per le malattie dell'apparato respiratorio (SHR=0.92, IC95%=0.88-0.95) e per il grande gruppo delle malattie del sistema circolatorio (SHR=0.87, IC95%=0.84-0.90), più specificatamente malattie cardiovascolari, ischemiche del cuore e cerebrovascolari (SHR=0.87, SHR=0.85 e SHR=0.81, rispettivamente). Anche la frequenza di ricoveri ospedalieri per malattie dell'apparato digerente risulta in difetto rispetto ai tassi regionali (SHR=0.91, IC95%=0.88-0.94).

Analisi delle persone ricoverate: confronto interno per distanza

Nella tabella 7 - a)Uomini; b)Donne - si mostrano i rischi relativi di ospedalizzazione della coorte totale e del sottogruppo dei bambini (età compresa tra 0 e 14 anni), ottenuti dal modello di Cox in cui la distanza dal perimetro delle discariche rappresenta l'esposizione. La tabella riporta i risultati ottenuti considerando la distanza come variabile categorica (0-1, 1-2, 2-3 Km) ovvero come variabile continua.

Uomini

Gli uomini residenti entro 1 Km dalle discariche mostrano un rischio di ospedalizzazione per cause naturali che non differisce da quello degli uomini residenti nell'area 3-5 Km, ad eccezione di un aumentato ricorso alle cure ospedaliere per malattie cerebrovascolari (HR=1.31, IC95%=1.00-1.73).

Gli uomini residenti nella fascia 1-2 km si sono ricoverati, nel periodo in studio, in misura maggiore rispetto al riferimento, soprattutto per malattie del sistema circolatorio (HR=1.12, IC95%=1.05-1.21), in particolare malattie cardiache (HR=1.14, IC95%=1.04-1.25), malattie cerebrovascolari (HR=1.14, IC95%=1.05-1.24). L'analisi del trend conferma tale eccesso di rischio. Gli eccessi osservati si riscontrano principalmente tra i residenti in prossimità degli impianti di Civitavecchia e di Albano Laziale.

L'analisi dei ricoveri dei bambini mostra un eccesso di ospedalizzazione generale (+13%), soprattutto per malattie dell'apparato respiratorio (+16%), se si

confrontano i bambini residenti nelle immediate vicinanze dalle discariche (0-1 Km) con quelli delle fasce più distanti (3-5). Gli eccessi osservati si riscontrano principalmente tra i bambini residenti a Civitavecchia, Albano Laziale e Guidonia.

Donne

Le donne residenti nelle immediate vicinanze delle discariche (0-1 Km) non mostrano eccessi di ospedalizzazione rispetto alla popolazione di riferimento. L'analisi delle ospedalizzazioni causa-specifica, mostra eccessi di ricovero per tumore del pancreas (basato su 5 casi), malattie cardiache e malattie polmonari cronico ostruttive, quest'ultimo eccesso si osserva principalmente tra le donne residenti a Latina.

Le donne residenti nella fascia 1-2 Km dalle discariche mostrano un aumentato ricorso alle cure ospedaliere rispetto al riferimento (+5%). Dall'analisi specifica per diagnosi principale di ricovero risulta un eccesso per malattie cerebrovascolari (HR=1.18, IC95%=1.00-1.40). Tra le bambine si osserva in generale un aumentato ricorso alle cure ospedaliere associato con la vicinanza alle discariche (p del trend <0.05).

Analisi delle persone ricoverate: confronto interno per livelli di esposizione a H₂S

Nella tabella 8 – a)Uomini; b)Donne – si riportano i risultati dell'analisi dei ricoveri per concentrazione di H₂S.

Uomini

I rischi di ospedalizzazione generale della popolazione maschile esposta a più alti livelli di H₂S (>90° percentile) non differiscono da quelli della popolazione non esposta (HR=1.01, IC95%=0.96-1.06). Si riscontrano però eccessi per tumore della vescica e infezione delle vie respiratorie (HR=1.59, IC95%=1.09-2.32; HR=1.26, IC95%=1.06-1.50 rispettivamente). Gli uomini residenti in aree con alte concentrazioni di H₂S hanno un rischio di ospedalizzazione inferiore al gruppo di riferimento per tumore del fegato (HR=0.26, IC95%=0.07-0.96) e tumore della trachea, bronchi e polmoni (HR=0.63, IC95%=0.42-0.94). L'analisi del trend lineare per esposizione a H₂S non mostra alcuna associazione tra l'esposizione in studio e il ricorso ai ricoveri ospedalieri.

I bambini (0-14 anni) maggiormente esposti ad H₂S presentano un rischio maggiore di ricovero per infezioni delle vie respiratorie (HR=1.31, IC95%=1.03-1.67).

Donne

Le donne che risiedono in zone con alta concentrazione di H₂S hanno un rischio maggiore (+5%) di ricoverarsi rispetto al riferimento (HR=1.05, IC95%=1.00-1.10). Questo maggior rischio è dovuto in particolare all'asma e alle malattie dell'apparato urinario (HR=1.62, IC95%=1.12-2.34; HR=1.27, IC95%=1.03-1.57 rispettivamente). I risultati dell'analisi che valuta l'aumento di rischio di ospedalizzazione all'aumentare lineare dell' H₂S mostrano un lieve eccesso di ricoveri per malattie del sistema circolatorio (HR=1.01, IC95%=1.00-1.03).

Gran parte dell'eccesso registrato per le cause naturali e l'asma è dovuto ad un maggior ricorso ai ricoveri delle bambine esposte alle più alte concentrazioni di inquinante (HR=1.17, IC95%=1.03-1.31; HR=1.79, IC95%=1.14-2.83 rispettivamente).

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo studio ha considerato tutta la popolazione che nel Lazio risiede entro 5 Km dalle discariche per rifiuti urbani; per queste persone si è evidenziato un quadro di mortalità e morbosità relativamente sovrapponibile a quello regionale, con le sole eccezioni nei maschi delle malattie dell'apparato respiratorio (compresa la broncopneumopatia cronica ostruttiva, BPCO), i tumori della pleura e il mieloma multiplo.

L'analisi interna alla coorte è stata effettuata considerando come indicatori di esposizione alle discariche sia la distanza in Km tra queste e la residenza di ciascun individuo della coorte, sia le concentrazioni di idrogeno solforato (H₂S) calcolato mediante simulazione modellistica e attribuite alla residenza degli individui della coorte. L'ipotesi che si voleva verificare era che risiedere vicino ad una discarica, o risiedere in aree caratterizzate da alte concentrazioni di idrogeno

solforato proveniente dalle discariche, costituisse un fattore di rischio per la salute (mortalità/ricoveri ospedalieri) dei residenti.

L'analisi di mortalità basata sui confronti interni (residenti vicino ad una discarica/esposti a concentrazioni elevate vs residenti lontano/esposti a concentrazioni più basse) non ha fornito particolari evidenze, ad eccezione di una più elevata mortalità tra le donne per tumore della vescica e tra gli uomini per patologie a carico dell'apparato urinario; questi eccessi si sono osservati in maniera omogenea tra i diversi siti. Per quanto riguarda i ricoveri ospedalieri sono stati osservati aumenti per malattie cardiovascolari e respiratorie. L'eccesso di ospedalizzazioni per malattie dell'apparato respiratorio è coerente sia considerando come esposizione la distanza che il livello di concentrazione di H₂S. Questi eccessi, tuttavia non si sono osservati in modo omogeneo tra i residenti di tutte le aree, essendo più colpiti i residenti di Civitavecchia, di Albano Laziale e di Guidonia Montecelio. La prima area è una delle più critiche dal punto di vista ambientale nella regione per la presenza delle centrali termoelettriche, del porto e, in passato, di un cementificio. Albano e Guidonia hanno diverse criticità legate soprattutto all'inquinamento originato dal traffico stradale e alla presenza di industrie a potenziale impatto ambientale. Più importante, dal punto di vista di sanità pubblica, è l'eccesso di ospedalizzazioni per patologie dell'apparato respiratorio (in particolare asma e infezioni acute delle vie respiratorie), tra i bambini e soprattutto le bambine residenti nelle immediate vicinanze dalle discariche.

Il quadro di salute dei residenti in prossimità delle discariche, con problematiche principalmente a carico dell'apparato respiratorio, depone quindi per un effetto nocivo potenzialmente attribuibile ad emissioni di sostanze irritanti, come l'acido solfidrico, batteri o endotossine. L'effetto si osserva al netto di altri fattori che possano aver compromesso la qualità dell'aria nei pressi delle discariche, come gli inquinanti generati da traffico veicolare o da altri siti industriali presenti nello stesso territorio. La letteratura recente^{12,13}, del resto, ha suggerito una relazione molto stretta tra esposizione ad idrogeno solforato in prossimità di discariche e danni all'apparato respiratorio.

L'approccio seguito in questo studio e nelle modalità di analisi adottate ha cercato di superare alcuni dei limiti degli studi disponibili in letteratura:

- Disegno dello studio. È stato utilizzato un approccio di coorte di popolazione per dare una misura molto più dettagliata della popolazione a rischio: attraverso la ricostruzione della storia anagrafica della popolazione residente in 16 comuni della Regione è stato possibile calcolare gli anni-persona e quindi le misure di frequenza basate su individui e non su un approccio ecologico;
- Georeferenziazione dei soggetti in studio. È stata utilizzata una tecnica innovativa volta ad individuare, attraverso il software ArcGIS, le coordinate geografiche di ciascun indirizzo di residenza nei comuni in studio. Ciò ha permesso di attribuire ad ogni persona un livello di esposizione (distanza o concentrazione di H₂S) e diverse informazioni relative al proprio contesto ambientale;
- Esiti in studio. La valutazione dello stato di salute della coorte è stata realizzata sia in termini di mortalità che di morbosità;
- Esposizione. Oltre alla distanza, si è cercato un modo innovativo per misurare l'esposizione alle discariche, valutando le concentrazioni di H₂S mediante simulazioni modellistiche basate su modelli areali;
- Confondenti. I risultati sono aggiustati per il potenziale effetto confondente sia di variabili individuali età e posizione socio-economica, ma anche e soprattutto tenendo conto di variabili relative al contesto ambientale (vicinanza da strade ad alto traffico, prossimità a siti industriali, qualità dell'aria) che avrebbero potuto distorcere le associazioni in studio.

Al di là dei punti di forza dello studio, occorre sottolineare i limiti:

- Storia residenziale. Non tutte le anagrafi dei comuni in studio hanno fornito informazioni relative alle variazioni di domicilio all'interno del comune. Per questo motivo l'esposizione associata ad ogni individuo è relativa all'indirizzo di residenza all'inizio del *follow-up*. Se fosse stato possibile avere a disposizione tutte le variazioni e le relative date di cambio di domicilio sarebbe stato possibile effettuare delle analisi di sensibilità considerando la residenza prevalente o costruendo misure di esposizione pesate sulla base delle diverse residenze;

- Esiti in studio. Mortalità e ricoveri ospedalieri forniscono informazioni solo su una quota di patologia e ovviamente sfuggono molte malattie che non fanno ricorso ai servizi ospedalieri. In futuro potranno essere usati altri strumenti informativi (prescrizioni farmaceutiche, prestazioni di pronto soccorso) per poter meglio valutare lo stato di salute della popolazione;
- Esposizione. Nonostante i miglioramenti apportati alla metodologia di individuazione dei livelli di esposizione, occorrono ulteriori sviluppi per fornire una misura dell'impatto delle discariche sull'ambiente; la distanza può essere utilizzata perché di facile comprensione ed utile per l'individuazione della popolazione in studio, invece l'H₂S fornisce una misura dell'inquinamento dell'aria della zona di interesse. Lo studio ha inoltre considerato solo la matrice aria, mentre non si può escludere un inquinamento a carico delle matrici acqua e suolo che per via alimentare può comunque arrivare all'uomo.
- Fattori di confondimento individuali. In questo studio non erano disponibili dei dati sulle abitudini personali delle persone incluse nella coorte che hanno un possibile ruolo eziologico per le patologie indagate: il fumo di sigarette, l'alcol, l'attività fisica e l'obesità. Il reperimento di queste informazioni, per esempio tramite interviste telefoniche o visite domiciliari, sarebbe stato proibitivo per una coorte composta da diverse decine di migliaia di persone. Occorre, tuttavia, valutare quanto la indisponibilità di questi dati possa aver falsato i risultati, aver cioè introdotto un confondimento non controllato nella fase di analisi dei dati. E' da osservare che molte delle abitudini personali elencate sono associate allo stato sociale ed è dunque ragionevole pensare che l'aggiustamento effettuato per indicatore socioeconomico (un potente fattore di rischio) abbia anche aggiustato per le variabili individuali non misurate.

Lo studio di coloro che risiedono nei cinque km dagli impianti di discarica del Lazio ha evidenziato un quadro di mortalità e morbosità relativamente sovrapponibile a quello regionale. Dalla analisi interna alla coorte sono emerse diverse associazioni con la distanza o la concentrazione stimata di H₂S non sempre univoche e consistenti. L'aumento della morbosità per malattie respiratorie ed asma osservato sia negli adulti sia nei bambini è coerente con le indicazioni della

letteratura scientifica e può avere un nesso di causalità con le esposizioni ambientali

BIBLIOGRAFIA

1. Associazione Italiana di Epidemiologia. Trattamento dei Rifiuti e Salute. Posizione dell'Associazione Italiana di Epidemiologia. 2008 <http://www.epidemiologia.it/?q=node/273>.
2. WHO. (2007) Population health and waste management: scientific data and available options. <http://www.euro.who.int/document/E91021.pdf>.
3. Porta et al. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environ Health* 2009 Dec 23; 8:60 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2805622/?tool=pubmed>.
4. Goldberg MS, Siemiatyck J, DeWar R, Dèsy M, Riberdy H: Risk of developing cancer relative to living near a municipal solid waste landfill site in Montreal, Quebec, Canada. *Arch Environ Health* 1999; 54:291-296.
5. Jarup L, Briggs D, de Hoogh C, Morris S, Hurt C, Lewin A, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Elliott P: Cancer risks in populations living near landfill sites in Great Britain. *Br J Cancer* 2002; 86:1732-1736.
6. Pukkala E and Pönkä A: Increased incidence of cancer and asthma in houses buuilt on a former dump area. *Environ Health Perspect* 2001; 109:1121-1125.
7. Michelozzi P, Fusco D, Forastiere F, Ancona C, Dell'Orco V, Perucci CA: Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution. *Occup Environ Med* 1998; 55:611-615.
8. Fielder HMP, Poon-King CM, Palmer S R, Moss N, Coleman G: Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective analysis. *British Medical Journal* 2000; 320:19-22.
9. Giusti L: A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manag* 2009 Aug; 29(8):2227-39.
10. EPA <http://www.epa.gov/ttn/catc1/dir1/landgem-v302-guide.pdf>.
11. Cesaroni G, Agabiti N, Rosati R, Forastiere F, Perucci CA. An index of socioeconomic position based on 2001 Census, Rome. *Epidemiol & Prev* 2006 Nov-Dec; 30(6):352-7).
12. Heaney CD, Wing S, Campbell RL, Caldwell D, Hopkins B, Richardson D, Yeatts K. Relation between malodor, ambient hydrogen sulfide, and health in a community bordering a landfill. *Environ Res* 2011 Aug; 111(6):847-52.
13. Corrêa CR, Abrahão CE, Carpintero Mdo C, Anaruma Filho F. Landfills as risk factors for respiratory disease in children. *J Pediatr (Rio J)* 2011 Jul-Aug; 87(4):319-24.

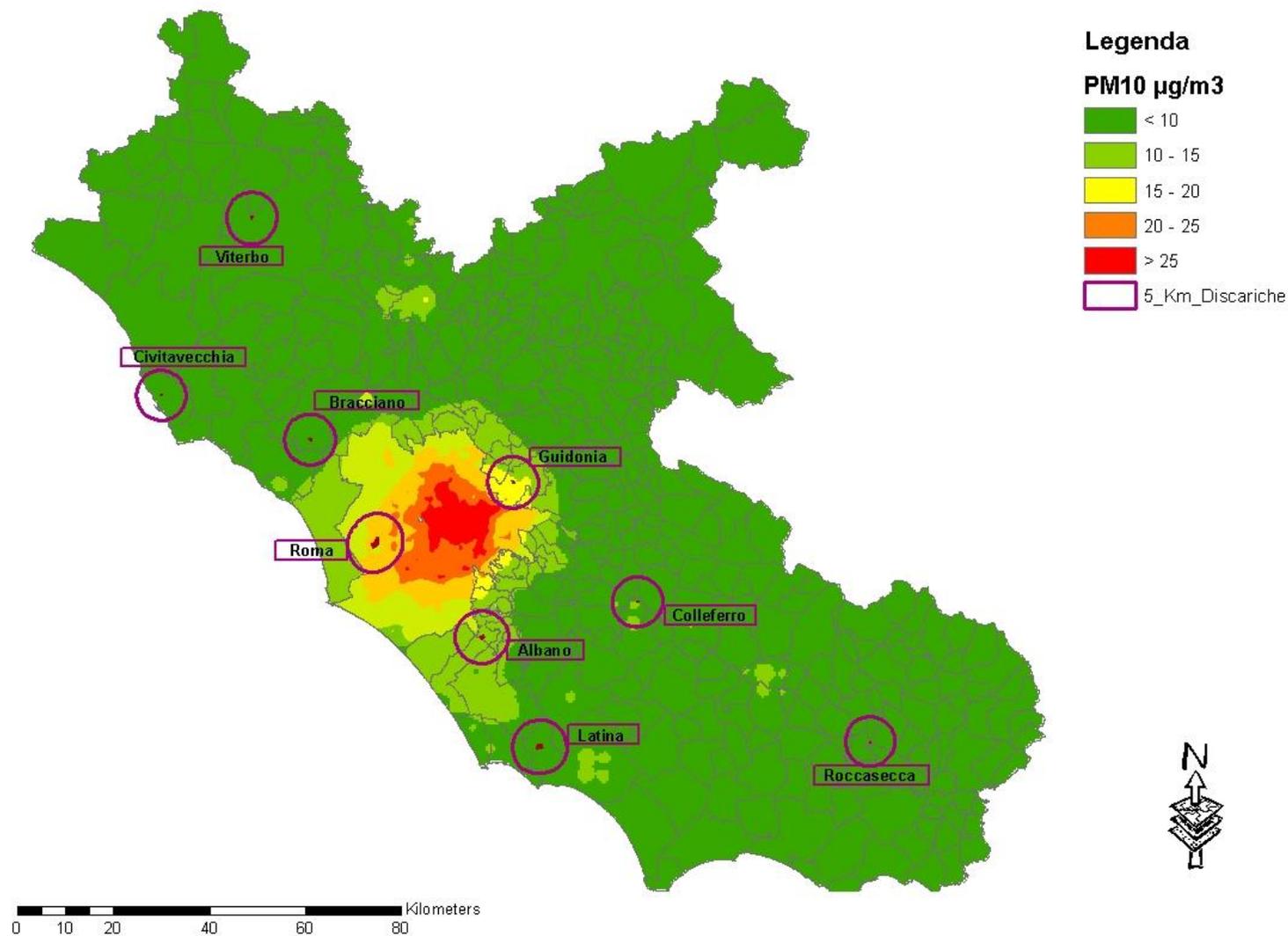
Figura 1. Localizzazione delle discariche in studio, perimetri delle discariche, buffer di 5 Km dal perimetro e livelli di PM₁₀ (µg/m³) di qualità dell'aria

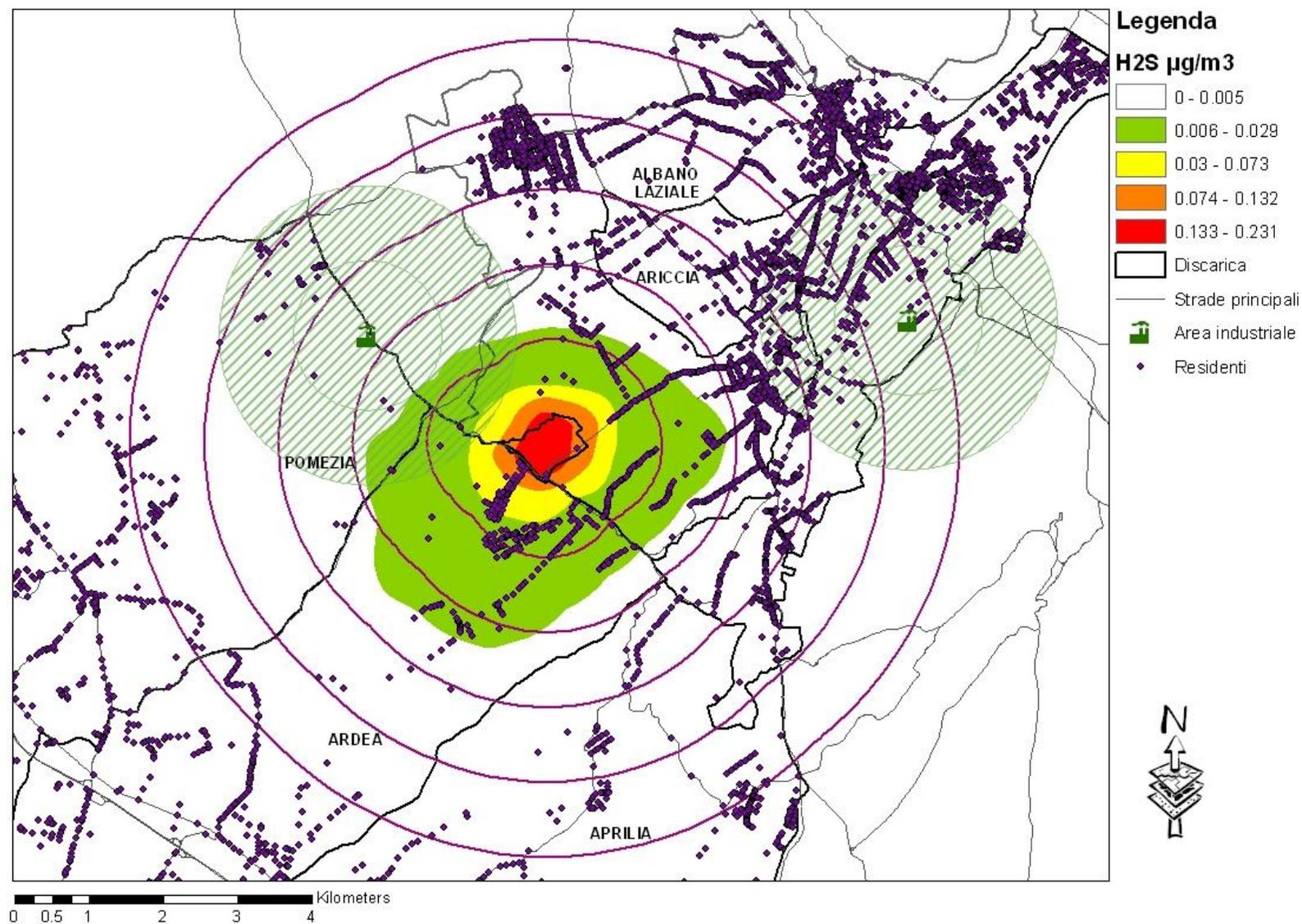
Figura 2. Discarica di Albano Laziale. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

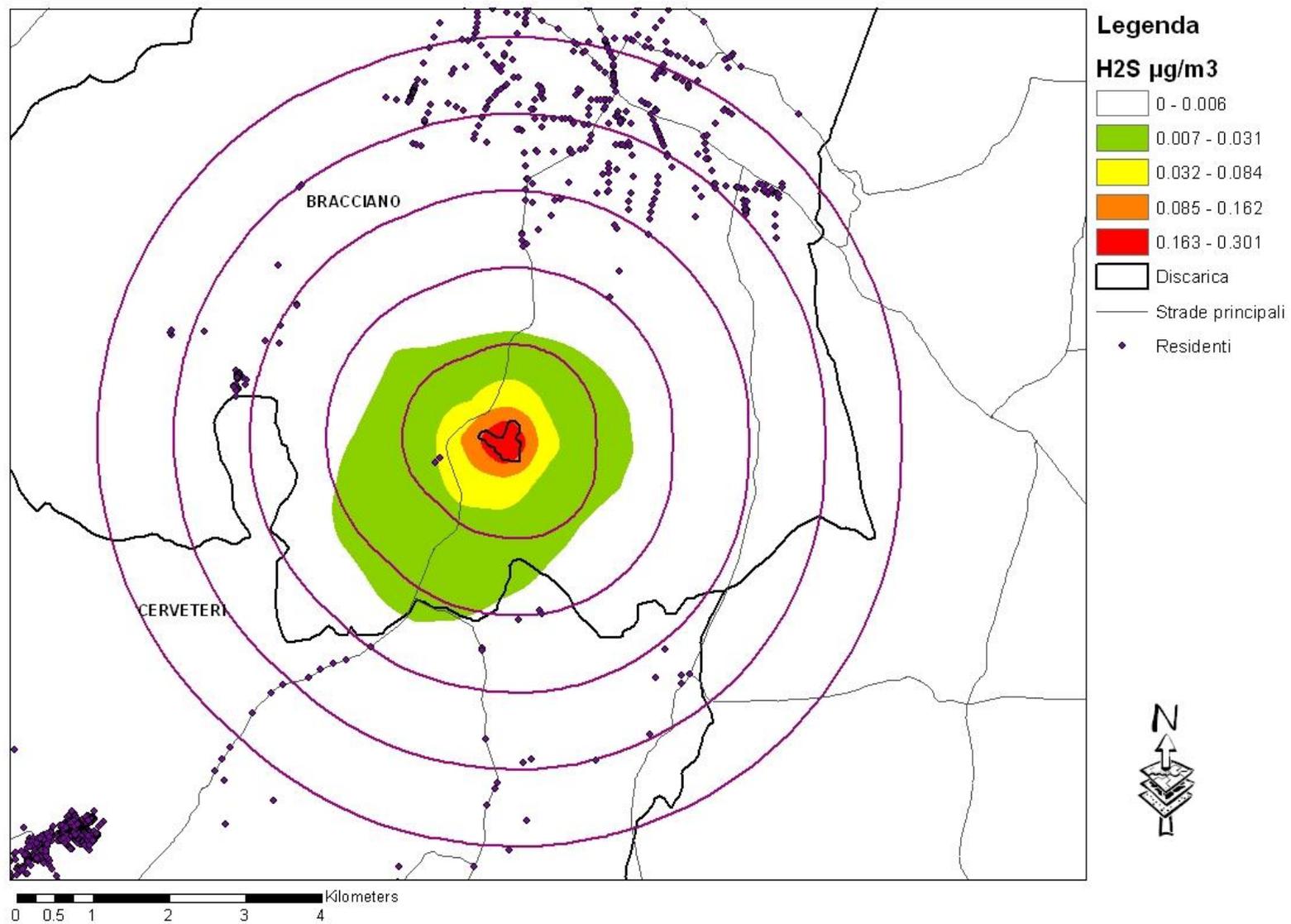
Figura 3. Discarica di Bracciano. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

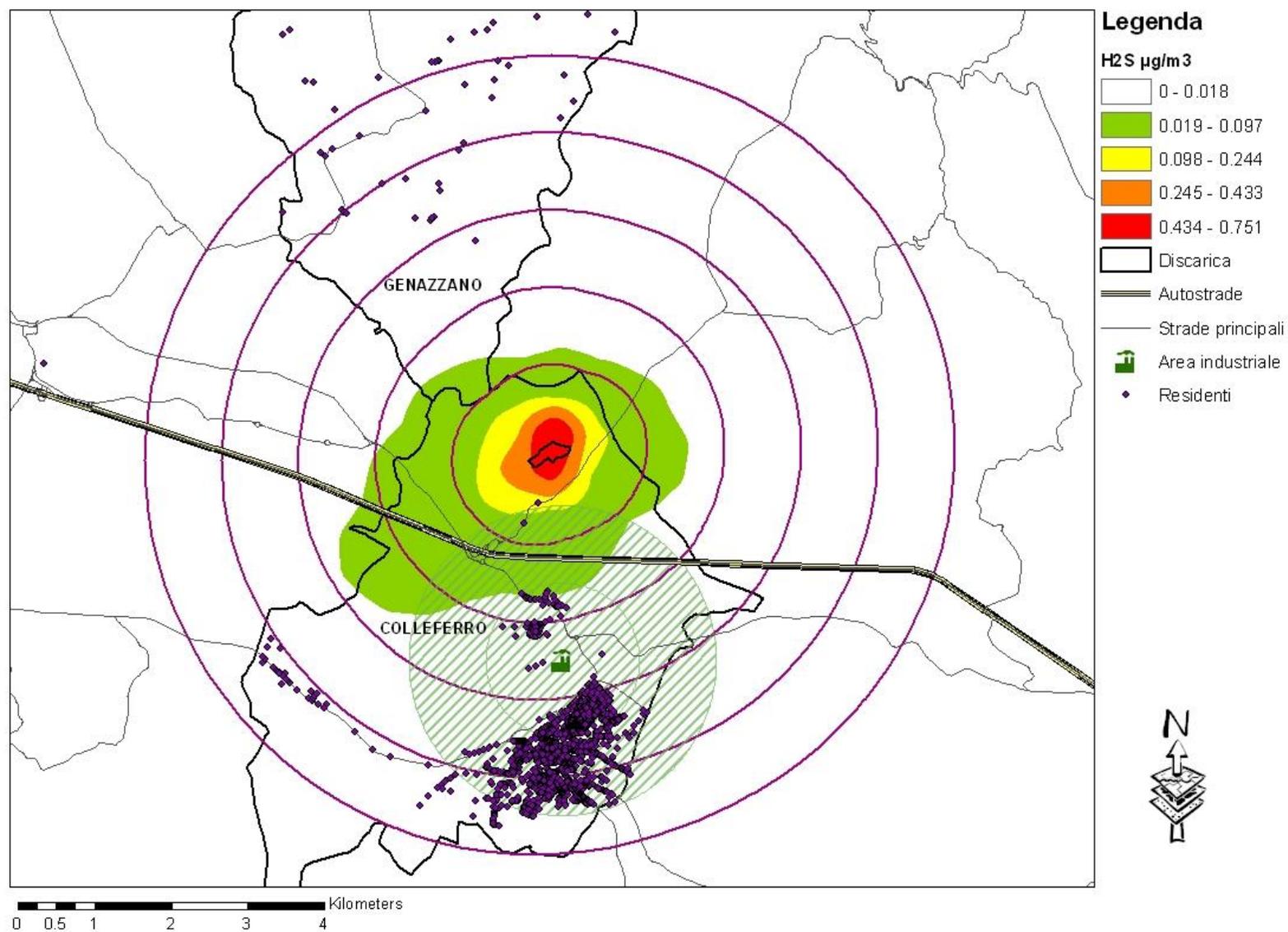
Figura 4. Discarica di Colferro. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

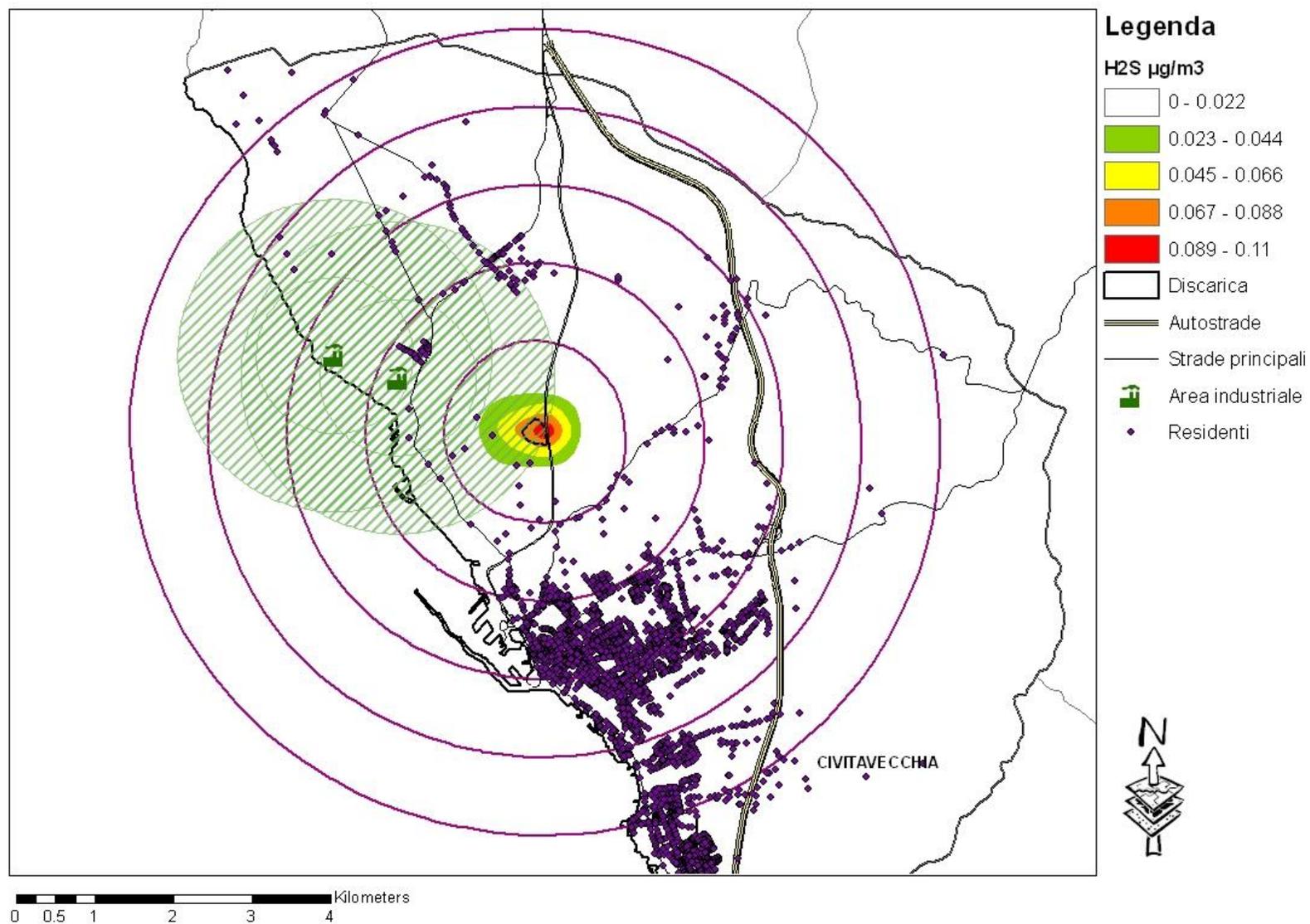
Figura 5. Discarica di Civitavecchia. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

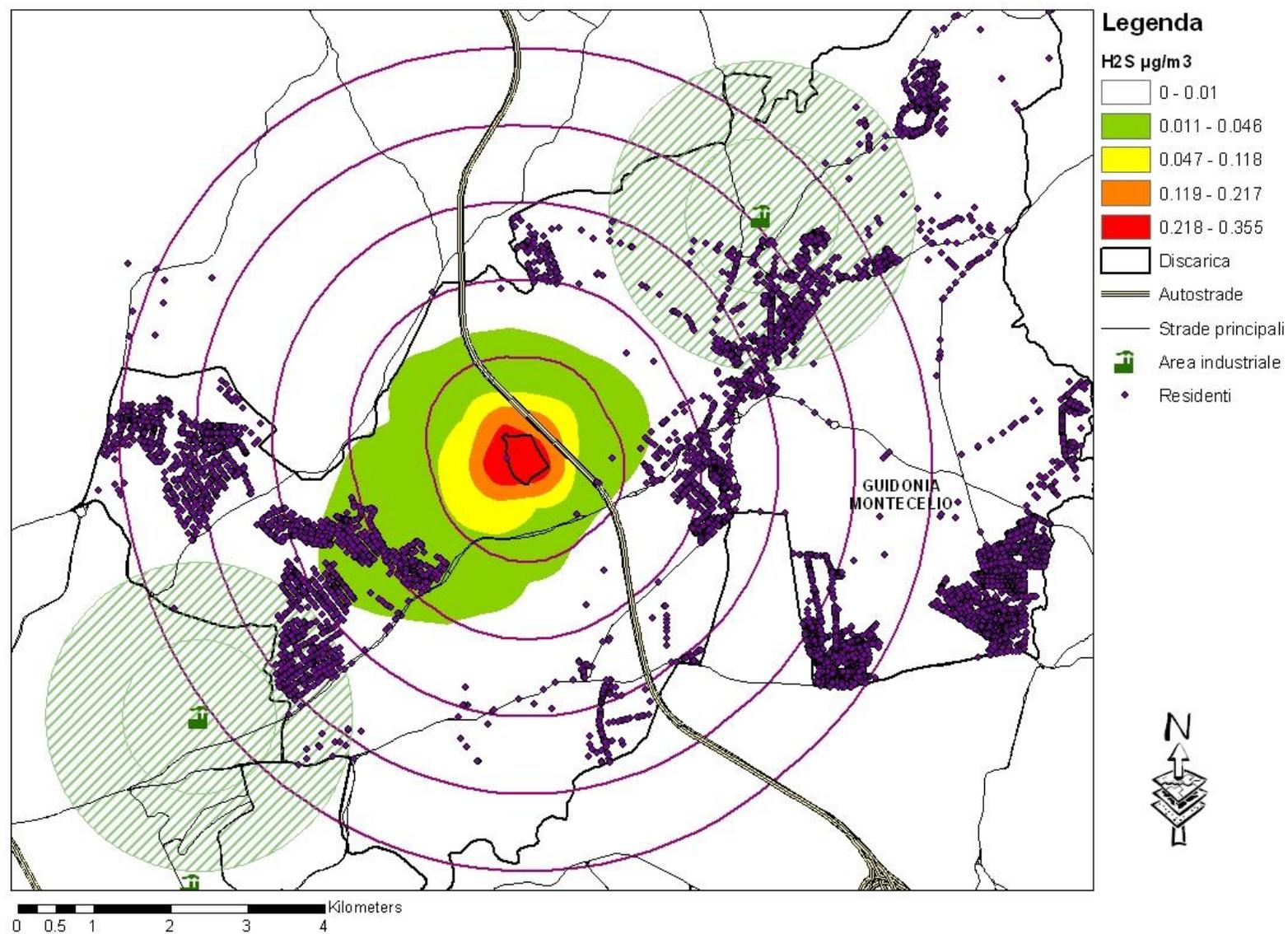
Figura 6. Discarica di Guidonia Montecelio. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

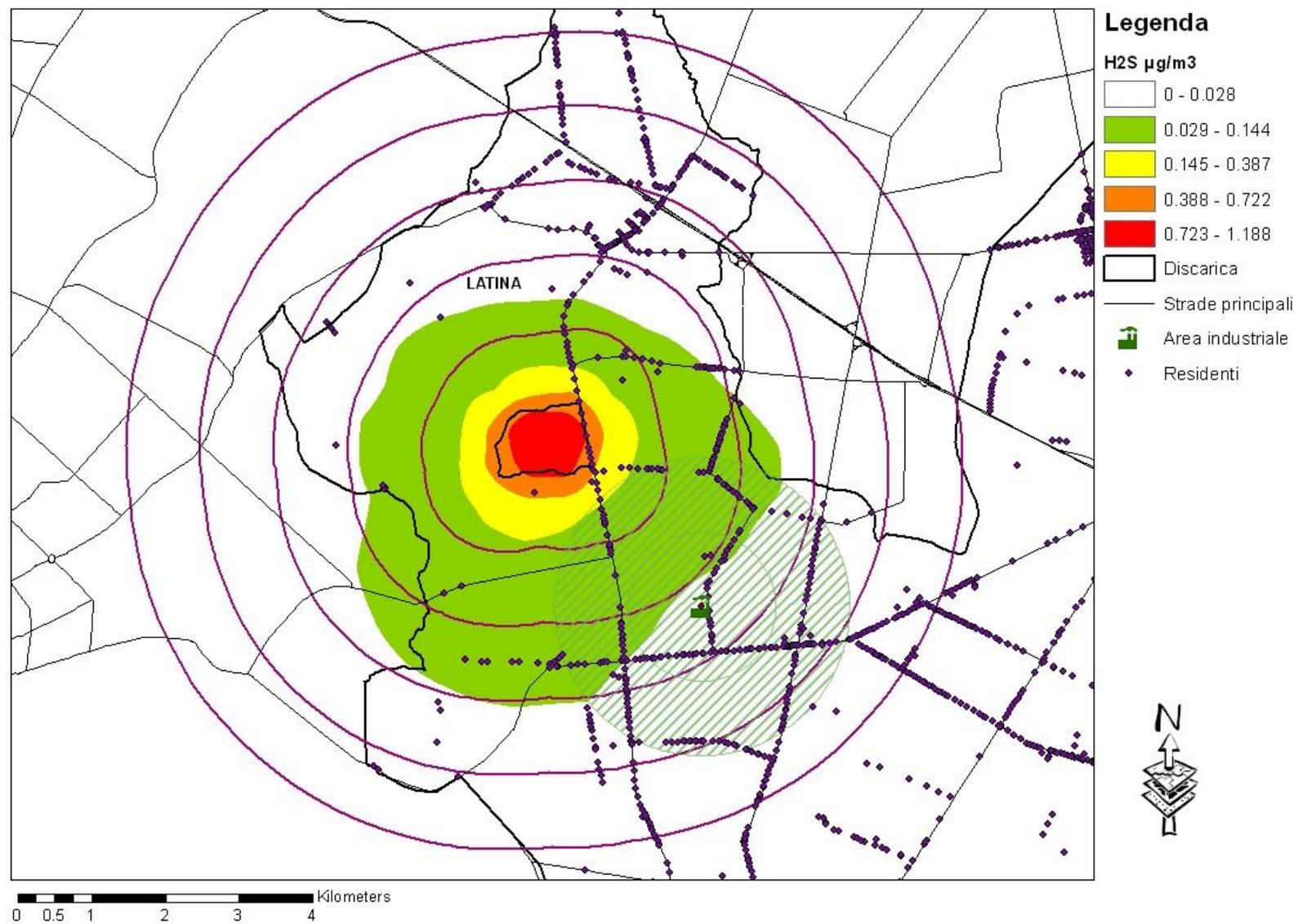
Figura 7. Discarica di Latina. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

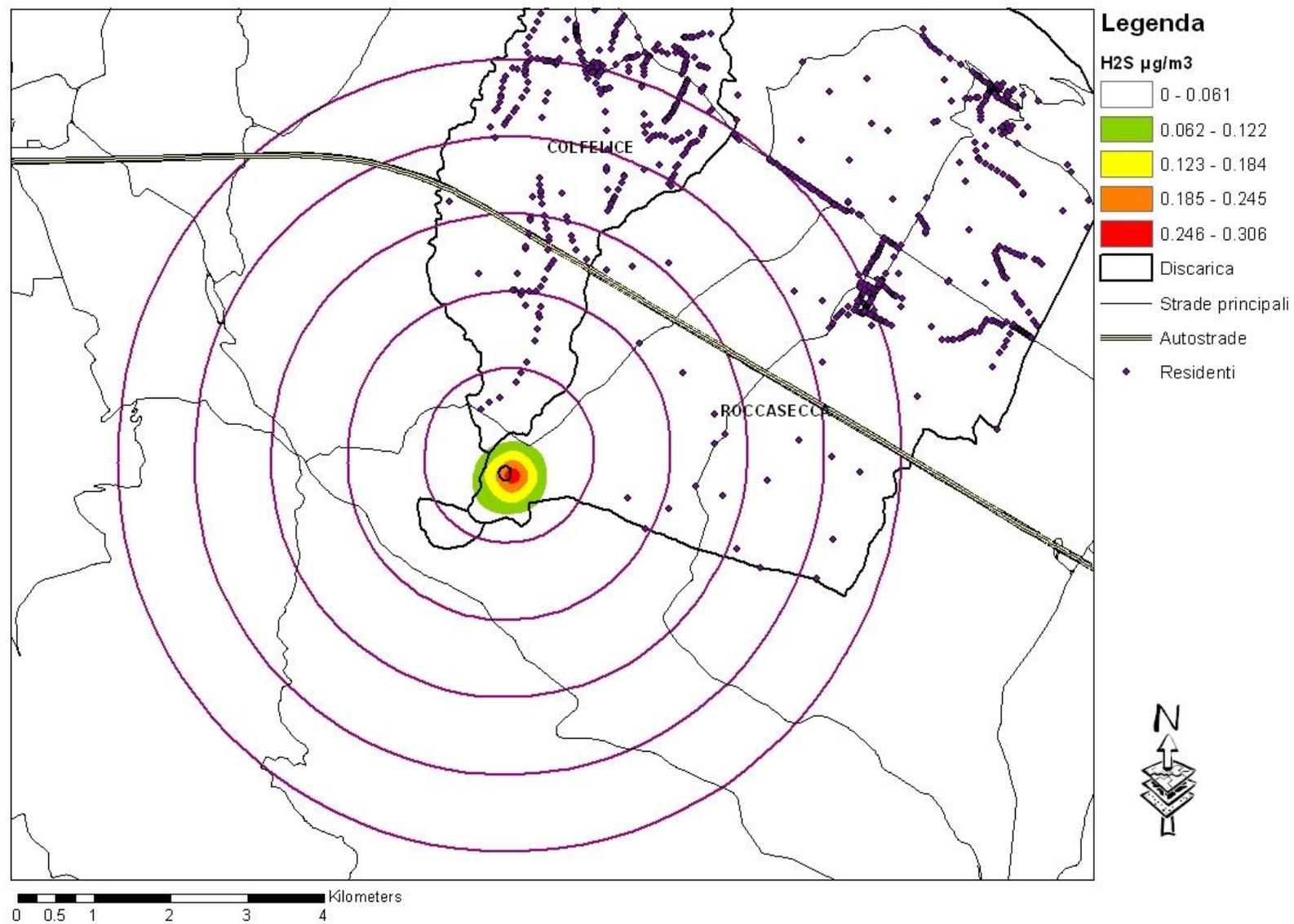
Figura 8. Discarica di Roccasecca. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

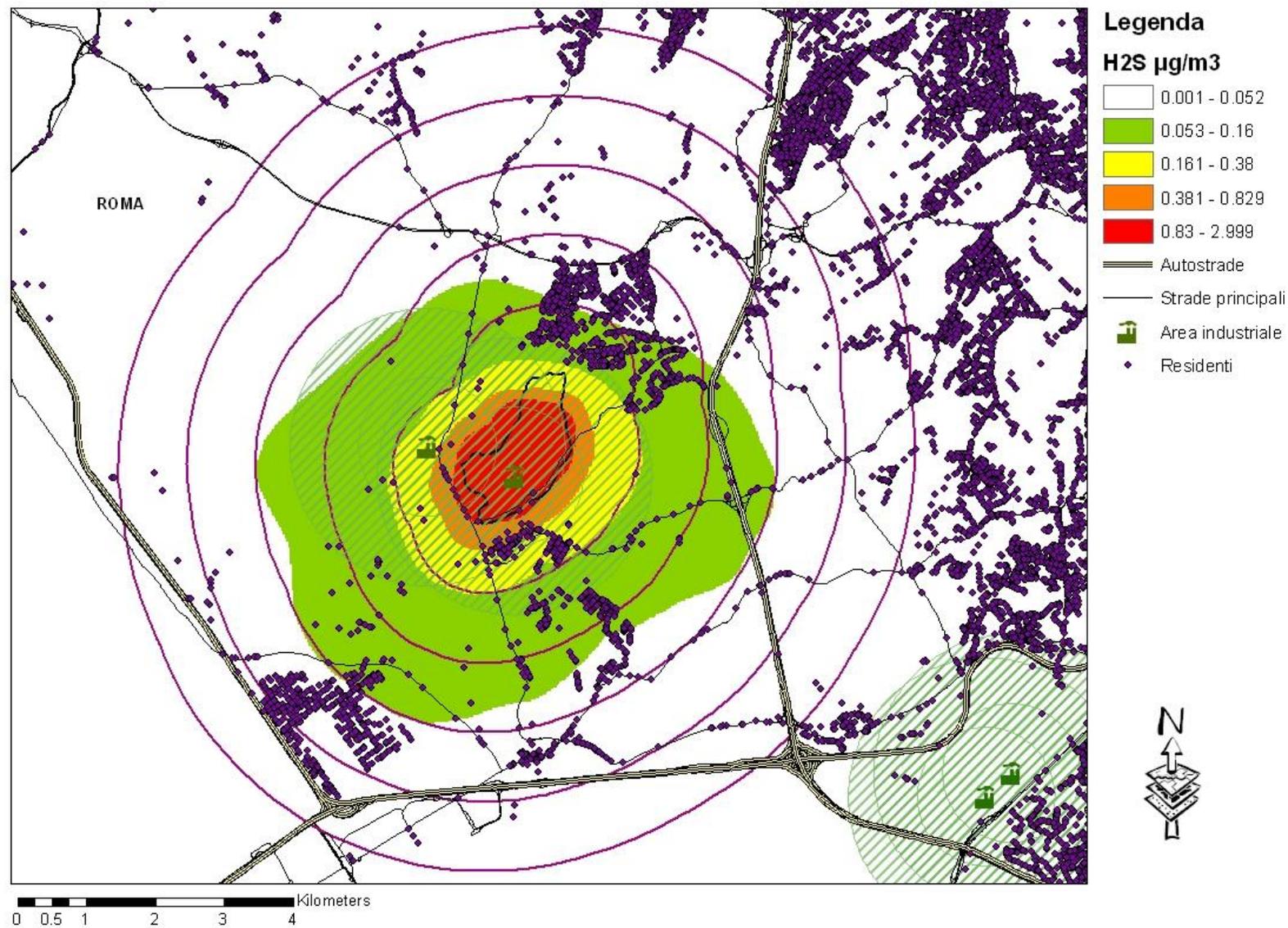
Figura 9. Discarica di Roma Malagrotta. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

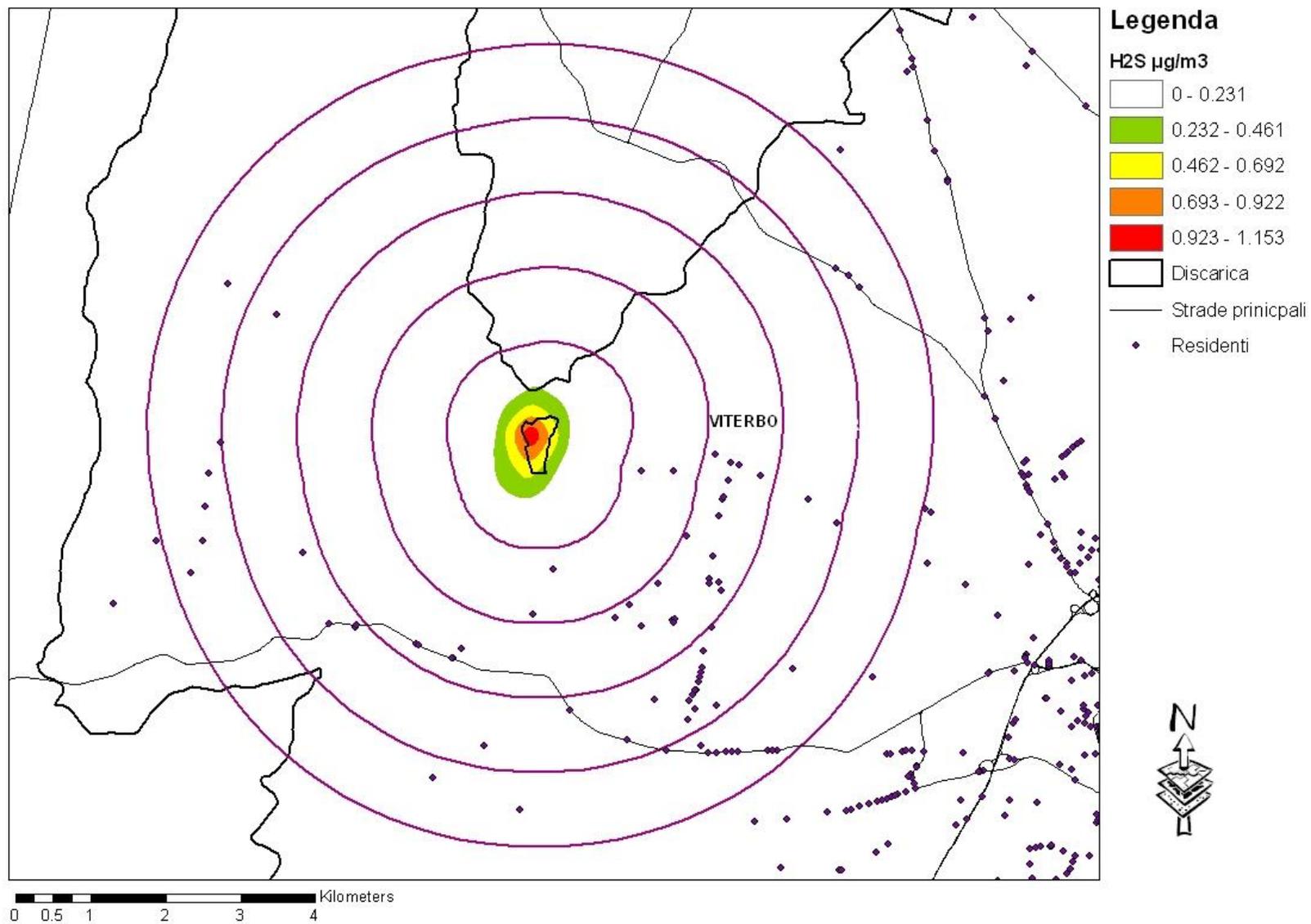
Figura 10. Discarica Viterbo. Area in studio, coorte dei residenti, fasce di distanza dalla discarica e livelli di concentrazione di H₂S (µg/m³)

Tabella 1. Coorte dei residenti per distanza dalle nove discariche, per sesso, età all'inizio del *follow-up*, livello socio-economico, discarica, livello di PM₁₀ e residenza in prossimità di strade principali, autostrade e industrie

	Totale	Distanza									
		Totale		0-1 Km		1-2 Km		2-3 Km		3-5 Km	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
		242,409	100.0	5,187	100.0	21,475	100.0	65,386	100.0	150,361	100.0
Sesso	Maschi	120,232	49.6	2,619	50.5	10,801	50.3	32,369	49.5	74,443	49.5
	Femmine	122,177	50.4	2,568	49.5	10,674	49.7	33,017	50.5	75,918	50.5
Età	0-14	62,244	25.7	1,290	24.9	5,614	26.1	17,142	26.2	38,198	25.4
	15-44	113,719	46.9	2,414	46.5	10,524	49.0	30,867	47.2	69,914	46.5
	45-64	46,249	19.1	1,134	21.9	3,945	18.4	11,964	18.3	29,206	19.4
	>65	20,197	8.3	349	6.7	1,392	6.5	5,413	8.3	13,043	8.7
Livello socio-economico	Alto	23,589	9.7	0	0.0	81	0.4	2,778	4.2	20,730	13.8
	Medio-alto	41,955	17.3	22	0.4	1,836	8.5	11,662	17.8	28,435	18.9
	Medio	42,286	17.4	1,058	20.4	4,050	18.9	14,499	22.2	22,679	15.1
	Medio-Basso	50,394	20.8	1,460	28.1	5,510	25.7	13,473	20.6	29,951	19.9
	Basso	62,157	25.6	2,452	47.3	8,552	39.8	14,347	21.9	36,806	24.5
	missing	22,028	9.1	195	3.8	1,446	6.7	8,627	13.2	11,760	7.8
Discarica	Albano Laziale	52,438	21.6	2,273	43.8	4,386	20.4	15,064	23.0	30,715	20.4
	Bracciano	3,954	1.6	15	0.3	2	0.0	544	0.8	3,393	2.3
	Latina	5,677	2.3	331	6.4	583	2.7	1,785	2.7	2,978	2.0
	Civitavecchia	52,150	21.5	89	1.7	4,446	20.7	24,343	37.2	23,272	15.5
	Guidonia	80,319	33.1	35	0.7	7,919	36.9	19,335	29.6	53,030	35.3
	Viterbo	798	0.3	0	0.0	17	0.1	331	0.5	450	0.3
	Roma	15,096	6.2	2,411	46.5	3,624	16.9	1,211	1.9	7,850	5.2
	Roccasecca	2,610	1.1	21	0.4	65	0.3	694	1.1	1,830	1.2
	Colleferro	29,367	12.1	12	0.2	433	2.0	2,079	3.2	26,843	17.9
PM10	< 50° percentile	121,222	50.0	1,480	28.5	7,859	36.6	41,431	63.4	70,452	46.9
	50° - 90° percentile	96,369	39.8	3,706	71.4	13,199	61.5	21,854	33.4	57,610	38.3
	> 90° percentile	24,818	10.2	1	0.0	417	1.9	2,101	3.2	22,299	14.8
Strade principali	> 150 m	127,711	52.7	4,007	77.3	13,988	65.1	29,490	45.1	80,226	53.4
	<= 150 m	114,698	47.3	1,180	22.7	7,487	34.9	35,896	54.9	70,135	46.6
Autostrade	> 500 m	232,981	96.1	5,150	99.3	21,304	99.2	63,691	97.4	142,836	95.0
	<= 500 m	9,428	3.9	37	0.7	171	0.8	1,695	2.6	7,525	5.0
Industrie	> 2 Km	179,043	73.9	4,379	84.4	19,632	91.4	58,360	89.3	96,672	64.3
	0 - 1 Km	12,863	5.3	132	2.5	713	3.3	2,261	3.5	9,757	6.5
	1 - 2 Km	50,503	20.8	676	13.0	1,130	5.3	4,765	7.3	43,932	29.2

Tabella 2. Coorte dei residenti per livello di concentrazione di idrogeno solforato (H₂S), per sesso, età all'inizio del *follow-up*, livello socio-economico, discarica, livello di PM₁₀ e residenza in prossimità di strade principali, autostrade e industrie

	Totale	Totale		Concentrazione di H ₂ S					
		n	%	<50° percentile		50°-90° percentile		>90° percentile	
				n	%	n	%	n	%
		242,409	100.0	121,702	100.0	96,491	100.0	24,216	100.0
Sesso	Maschi	120,232	49.6	59,918	49.2	48,183	49.9	12,131	50.1
	Femmine	122,177	50.4	61,784	50.8	48,308	50.1	12,085	49.9
Età	0-14	62,244	25.7	31,072	25.5	25,529	26.5	5,643	23.3
	15-44	113,719	46.9	56,435	46.4	45,870	47.5	11,414	47.1
	45-64	46,249	19.1	23,760	19.5	17,226	17.9	5,263	21.7
	>65	20,197	8.3	10,435	8.6	7,866	8.2	1,896	7.8
Livello socio-economico	Alto	23,589	9.7	16,045	13.2	7,106	7.4	438	1.8
	Medio-alto	41,955	17.3	16,677	13.7	20,772	21.5	4,506	18.6
	Medio	42,286	17.4	16,035	13.2	21,669	22.5	4,582	18.9
	Medio-Basso	50,394	20.8	22,180	18.2	21,495	22.3	6,719	27.7
	Basso	62,157	25.6	38,012	31.2	17,299	17.9	6,846	28.3
	missing	22,028	9.1	12,753	10.5	8,150	8.4	1,125	4.6
Discarica	Albano Laziale	52,438	21.6	32,077	26.4	18,089	18.7	2,272	9.4
	Bracciano	3,954	1.6	3,643	3.0	296	0.3	15	0.1
	Latina	5,677	2.3	0	0.0	2,187	2.3	3,490	14.4
	Civitavecchia	52,150	21.5	51,816	42.6	295	0.3	39	0.2
	Guidonia	80,319	33.1	31,532	25.9	43,424	45.0	5,363	22.1
	Viterbo	798	0.3	95	0.1	550	0.6	153	0.6
	Roma	15,096	6.2	0	0.0	3,642	3.8	11,454	47.3
	Roccasecca Colleferro	2,610 29,367	1.1 12.1	2,038 501	1.7 0.4	571 27,437	0.6 28.4	1 1429	0.0 5.9
PM10	< 50° percentile	121,222	50.0	74,067	60.9	40,648	42.1	6,507	26.9
	50° - 90° percentile	96,369	39.8	45,523	37.4	37,412	38.8	13,434	55.5
	> 90° percentile	24,818	10.2	2,112	1.7	18,431	19.1	4,275	17.7
Strade principali	> 150 m	127,711	52.7	63,984	52.6	47,700	49.4	16,027	66.2
	<= 150 m	114,698	47.3	57,718	47.4	48,791	50.6	8,189	33.8
Autostrade	> 500 m	232,981	96.1	117,707	96.7	93,138	96.5	22,136	91.4
	<= 500 m	9,428	3.9	3,995	3.3	3,353	3.5	2,080	8.6
Industrie	> 2 Km	179,043	73.9	107,923	88.7	50,633	52.5	20,487	84.6
	0 - 1 Km	12,863	5.3	3,052	2.5	8,063	8.4	1,748	7.2
	1 - 2 Km	50,503	20.8	10,727	8.8	37,795	39.2	1,981	8.2

Tabella 3. Decessi per causa della coorte dei residenti entro 5 Km dalle nove discariche. Numero di casi osservati (OSS), attesi (ATT) e rapporti standardizzati indiretti di mortalità (SMR) aggiustati per età con i relativi Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per causa e periodo. Riferimento regione Lazio. Uomini e donne. Periodo 1996 -2008

CAUSA (ICD-9-CM)	uomini					donne				
	OSS	ATT	SMR	I.C. 95%		OSS	ATT	SMR	I.C. 95%	
Tutte le cause (001-999)	6525	6338.1	1.03	1.00	1.05	5507	5676.0	0.97	0.94	1.00
Tumori totali (140-239)	2333	2263.8	1.03	0.99	1.07	1461	1627.2	0.90	0.85	0.95
Stomaco (151)	162	143.1	1.13	0.96	1.32	107	98.8	1.08	0.89	1.31
Colon retto (153-154, 159)	253	262.2	0.97	0.85	1.09	199	219.0	0.91	0.79	1.04
Fegato e dotti biliari (155-156)	153	153.8	0.99	0.84	1.17	116	111.9	1.04	0.86	1.24
Pancreas (157)	85	102.4	0.83	0.66	1.03	100	97.8	1.02	0.83	1.24
Laringe (161)	45	38.1	1.18	0.86	1.58	8	4.1	1.94	0.84	3.82
Trachea, bronchi e polmoni (162)	706	679.7	1.04	0.96	1.12	162	211.5	0.77	0.65	0.89
Pleura (163)	21	10.9	1.93	1.20	2.95	9	5.0	1.79	0.82	3.40
Connettivo e tessuti molli (171)	5	9.2	0.55	0.18	1.27	4	8.3	0.48	0.13	1.24
Mammella (174)						244	268.6	0.91	0.80	1.03
Utero (179-180;182)						60	66.8	0.90	0.68	1.16
Ovaio (183)						62	73.8	0.84	0.64	1.08
Prostata (185)	187	173.9	1.08	0.93	1.24					
Testicolo (186)	1	3.2	-	-	-					
Vescica (188)	123	108.3	1.14	0.94	1.35	21	27.7	0.76	0.47	1.16
Rene (189)	54	59.6	0.91	0.68	1.18	31	25.9	1.20	0.81	1.70
Encefalo ed altri tumori del SNC (191-192; 225)	54	61.5	0.88	0.66	1.15	40	52.4	0.76	0.55	1.04
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	192	177.1	1.08	0.94	1.25	106	145.7	0.73	0.60	0.88
Linfomi non-Hodgkin (200-202)	63	56.4	1.12	0.86	1.43	40	44.7	0.89	0.64	1.22
Linfomi Hodgkin (201)	9	7.0	1.28	0.59	2.43	2	5.3	-	-	-
Mieloma (203)	46	33.0	1.39	1.02	1.86	18	31.7	0.57	0.34	0.90
Leucemie (204-208)	74	80.7	0.92	0.72	1.15	46	63.9	0.72	0.53	0.96
Diabete (250)	152	164.2	0.93	0.78	1.08	217	203.4	1.07	0.93	1.22
Morbo di Parkinson e altre malattie del SNC (330-349)	106	129.2	0.82	0.67	0.99	123	162.4	0.76	0.63	0.90
Malattie cardiovascolari (390-459)	2205	2326.1	0.95	0.91	0.99	2367	2473.8	0.96	0.92	1.00
Malattie ischemiche (410-414)	918	915.9	1.00	0.94	1.07	701	705.1	0.99	0.92	1.07
Malattie apparato respiratorio (460-519)	436	363.5	1.20	1.09	1.32	285	268.6	1.06	0.94	1.19
BPCO (490-492, 494, 496)	269	219.5	1.23	1.08	1.38	140	142.0	0.99	0.83	1.16
Malattie apparato digerente (520-579)	322	292.4	1.10	0.98	1.23	209	243.5	0.86	0.75	0.98
Malattie apparato genito urinario (580-629)	101	86.3	1.17	0.95	1.42	96	78.3	1.23	0.99	1.50
Traumatismi e avvelenamenti (800-999)	350	354.7	0.99	0.89	1.10	226	240.9	0.94	0.82	1.07

Tabella 4. Rischi relativi (Hazard Ratios, HR) di mortalità aggiustati per età, SES, PM₁₀, residenza vicino a strade principali, autostrade e industrie e i relativi Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per le diverse fasce di distanza dalle nove discariche

a) Uomini

CAUSA (ICD-9-CM)	Distanza												Trend lineare (per 1 Km)			
	3-5 Km*		2-3 Km			1-2 Km			0-1 Km							
	n	n	HR	I.C. 95%		n	HR	I.C. 95%		n	HR	I.C. 95%		HR	I.C. 95%	
Cause naturali (001-799)	3,919	1,476	1.00	0.93	1.06	445	1.00	0.90	1.11	109	0.88	0.72	1.08	0.99	0.97	1.02
Tumori totali (140-239)	1,531	532	0.94	0.85	1.05	164	0.94	0.79	1.12	46	0.92	0.67	1.25	0.99	0.95	1.04
Stomaco (151)	110	35	0.95	0.63	1.44	15	1.39	0.78	2.47	2	0.55	0.13	2.37	1.03	0.88	1.22
Colon retto (153-154,159)	145	46	1.04	0.72	1.48	23	1.72	1.06	2.79	7	1.70	0.74	3.90	1.12	0.98	1.29
Fegato e dotti biliari (155-156)	84	22	0.66	0.40	1.10	6	0.65	0.27	1.54	3	1.19	0.34	4.17	0.85	0.69	1.05
Pancreas (157)	60	16	0.64	0.36	1.16	8	0.89	0.40	1.98	1	-	-	-	0.95	0.76	1.18
Laringe (161)	33	10	0.79	0.37	1.69	1	-	-	-	1	-	-	-	0.92	0.66	1.29
Trachea bronchi e polmoni (162)	462	179	1.06	0.88	1.28	49	0.88	0.64	1.20	12	0.80	0.43	1.46	1.00	0.92	1.08
Vescica (188)	86	26	0.78	0.49	1.24	9	0.79	0.38	1.66	2	-	-	-	0.92	0.77	1.11
Rene (189)	41	9	0.53	0.24	1.16	3	0.57	0.17	1.90	1	-	-	-	0.85	0.64	1.14
Encefalo (191)	30	11	1.04	0.48	2.22	1	-	-	-	2	-	-	-	1.13	0.82	1.57
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	129	50	0.98	0.69	1.40	10	0.69	0.36	1.35	2	-	-	-	0.99	0.85	1.15
Malattie cardiovascolari (390-459)	1,460	531	0.96	0.86	1.07	168	1.05	0.88	1.24	37	0.82	0.59	1.16	0.98	0.93	1.02
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	607	219	0.97	0.81	1.14	76	1.03	0.80	1.33	12	0.55	0.30	1.01	0.93	0.87	1.00
Malattie apparato respiratorio (460-519)	265	131	1.18	0.93	1.49	30	0.94	0.63	1.41	10	1.03	0.53	2.03	1.03	0.94	1.14
Malattie apparato digerente (520-579)	207	79	1.11	0.83	1.48	30	1.26	0.83	1.91	5	0.80	0.31	2.03	1.01	0.90	1.13
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	59	29	1.44	0.86	2.39	9	1.55	0.72	3.36	3	1.61	0.45	5.77	1.25	1.02	1.54

* Categoria di riferimento

b) Donne

CAUSA (ICD-9-CM)	Distanza															
	3-5 Km*		2-3 Km			1-2 Km			0-1 Km			Trend lineare (per 1 Km)				
	n	n	HR	I.C. 95%		n	HR	I.C. 95%		n	HR	I.C. 95%		HR	I.C. 95%	
Cause naturali (001-799)	3,307	1,346	1.04	0.97	1.12	364	1.06	0.94	1.19	89	1.18	0.94	1.47	1.01	0.98	1.04
Tumori totali (140-239)	939	356	1.05	0.92	1.20	98	0.98	0.79	1.23	27	1.00	0.66	1.50	1.00	0.94	1.06
Stomaco (151)	69	31	1.34	0.84	2.15	5	0.62	0.24	1.60	2	-	-	-	0.97	0.79	1.18
Colon retto (153-154,159)	112	48	1.12	0.77	1.63	10	0.89	0.46	1.75	3	1.25	0.37	4.23	1.07	0.91	1.26
Fegato e dotti biliari (155-156)	49	11	0.71	0.35	1.45	1	-	-	-	2	-	-	-	0.87	0.65	1.17
Pancreas (157)	65	23	1.07	0.62	1.83	7	1.12	0.49	2.58	4	1.99	0.61	6.47	1.01	0.81	1.25
Laringe (161)	4	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	0.81	0.43	1.53
Trachea bronchi e polmoni (162)	114	34	0.91	0.60	1.39	12	0.98	0.52	1.86	2	-	-	-	0.99	0.83	1.17
Vescica (188)	9	9	4.85	1.52	15.42	3	4.79	1.03	22.34	0	-	-	-	1.81	1.12	2.95
Rene (189)	18	11	1.46	0.61	3.50	2	-	-	-	0	-	-	-	1.00	0.68	1.48
Encefalo (191)	24	6	0.72	0.28	1.84	2	-	-	-	1	-	-	-	0.79	0.55	1.13
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	67	27	0.93	0.57	1.53	9	1.29	0.62	2.68	3	1.59	0.46	5.42	0.99	0.81	1.22
Malattie cardiovascolari (390-459)	1,543	607	1.00	0.90	1.12	171	1.08	0.91	1.27	40	1.21	0.87	1.69	0.99	0.94	1.03
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	455	175	1.06	0.87	1.29	56	1.19	0.88	1.61	13	1.28	0.71	2.31	1.02	0.94	1.11
Malattie apparato respiratorio (460-519)	168	94	1.33	0.99	1.81	19	1.21	0.73	1.99	4	1.33	0.47	3.73	1.08	0.94	1.23
Malattie apparato digerente (520-579)	147	43	0.71	0.49	1.04	13	0.92	0.51	1.66	5	1.55	0.60	4.03	0.95	0.82	1.11
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	52	37	1.52	0.93	2.49	5	0.85	0.33	2.22	1	-	-	-	1.12	0.89	1.41

* Categoria di riferimento

Tabella 5. Rischi Relativi (Hazard Ratios, HR) di mortalità aggiustati per età, SES, PM₁₀, residenza vicino a strade principali, autostrade e industrie e i relativi Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per i diversi livelli di concentrazione di H₂S

a) Uomini

CAUSA (ICD-9-CM)	Concentrazioni di H ₂ S							
	<50° percentile*		>90° percentile			Trend lineare (per 0.030ug/m ³)		
	n	n	HR	I.C. 95%		HR	I.C. 95%	
Cause naturali (001-799)	2,684	570	0.93	0.81	1.07	0.94	0.89	1.00
Tumori totali (140-239)	1,007	226	1.00	0.80	1.24	0.92	0.84	1.01
Stomaco (151)	70	14	0.86	0.38	1.95	0.89	0.61	1.30
Colon retto (153-154,159)	92	27	1.29	0.66	2.52	0.95	0.76	1.20
Fegato e dotti biliari (155-156)	54	10	0.54	0.18	1.58	0.51	0.20	1.26
Pancreas (157)	42	9	0.60	0.18	2.05	0.73	0.37	1.44
Laringe (161)	21	5	0.31	0.06	1.47	0.18	0.02	1.86
Trachea bronchi e polmoni (162)	300	60	0.94	0.63	1.40	0.97	0.84	1.11
Vescica (188)	59	15	1.22	0.48	3.09	0.70	0.39	1.24
Rene (189)	22	8	1.09	0.31	3.86	0.88	0.48	1.59
Encefalo (191)	16	5	1.38	0.34	5.63	1.00	0.72	1.38
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	91	14	0.86	0.40	1.87	0.77	0.43	1.38
Malattie cardiovascolari (390-459)	1,007	211	0.88	0.71	1.10	0.94	0.86	1.04
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	439	81	0.67	0.47	0.96	0.91	0.77	1.06
Malattie apparato respiratorio (460-519)	201	42	0.96	0.58	1.60	0.96	0.80	1.14
Malattie apparato digerente (520-579)	127	33	0.95	0.53	1.71	1.03	0.90	1.17
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	47	7	0.54	0.14	2.11	0.65	0.26	1.60

* Categoria di riferimento

b) Donne

CAUSA (ICD-9-CM)	Concentrazioni di H ₂ S							
	<50° percentile		>90° percentile			Trend lineare (per 0.030ug/m ³)		
	n	n	HR	I.C. 95%		HR	I.C. 95%	
Cause naturali (001-799)	2,436	462	1.14	0.98	1.32	1.00	0.97	1.03
Tumori totali (140-239)	646	139	1.07	0.81	1.42	1.01	0.95	1.07
Stomaco (151)	44	10	0.67	0.23	1.93	0.86	0.55	1.34
Colon retto (153-154,159)	92	10	0.87	0.35	2.15	0.97	0.70	1.35
Fegato e dotti biliari (155-156)	30	1	-	-	-	0.64	0.14	2.94
Pancreas (157)	41	19	2.26	0.85	6.03	1.04	0.89	1.21
Laringe (161)	4	3	0.00	0.00	0.00	1.18	0.86	1.60
Trachea bronchi e polmoni (162)	64	19	1.30	0.58	2.91	1.07	0.95	1.20
Vescica (188)	6	3	12.55	1.45	108.34	1.08	0.93	1.26
Rene (189)	18	1	-	-	-	0.22	0.01	6.28
Encefalo (191)	11	4	0.23	0.04	1.43	0.31	0.08	1.22
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	53	13	1.63	0.64	4.19	0.90	0.55	1.47
Malattie cardiovascolari (390-459)	1,165	221	1.09	0.88	1.36	0.99	0.94	1.05
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	344	67	1.03	0.69	1.55	1.01	0.92	1.12
Malattie apparato respiratorio (460-519)	125	21	1.60	0.84	3.05	0.96	0.77	1.20
Malattie apparato digerente (520-579)	96	17	1.13	0.55	2.32	1.01	0.87	1.18
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	53	3	0.43	0.09	1.94	0.47	0.10	2.23

* Categoria di riferimento

Tabella 6. Ricoveri per causa della coorte dei residenti entro 5 Km dalle nove discariche. Numero di casi osservati (OSS), attesi (ATT) e rapporti standardizzati indiretti di ospedalizzazione (SHR) aggiustati per età con i relativi Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per causa e periodo. Riferimento regione Lazio. Uomini e donne. Periodo 2004 -2008

CAUSA (ICD-9-CM)	uomini					donne				
	OSS	ATT	SHR	I.C. 95%		OSS	ATT	SHR	I.C. 95%	
Cause naturali (001-629;677-799)	21,116	20,249	1.04	1.03	1.06	22,180	21,468	1.03	1.02	1.05
Tumori maligni (140-208)	2,323	2,574	0.90	0.87	0.94	2,150	2,378	0.90	0.87	0.94
Stomaco (151)	100	109	0.91	0.74	1.11	84	73	1.14	0.91	1.42
Colon retto (153-154)	281	338	0.83	0.74	0.94	238	264	0.90	0.79	1.02
Primitivi del fegato (155)	74	90	0.82	0.65	1.03	32	43	0.74	0.51	1.05
Pancreas (157)	47	63	0.74	0.55	0.99	60	62	0.96	0.74	1.24
Laringe (161)	56	56	0.99	0.75	1.29	5	8	0.62	0.20	1.44
Trachea bronchi e polmoni (162)	382	382	1.00	0.90	1.11	132	140	0.94	0.79	1.12
Vescica (188)	331	357	0.93	0.83	1.03	61	81	0.75	0.58	0.97
Rene (189)	87	105	0.83	0.67	1.03	49	52	0.94	0.70	1.24
Encefalo (191)	45	55	0.82	0.60	1.09	36	43	0.84	0.59	1.16
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	185	191	0.97	0.84	1.12	106	153	0.69	0.57	0.84
Malattie sistema circolatorio (390-459)	5,306	5,789	0.92	0.89	0.94	4,040	4,644	0.87	0.84	0.90
Malattie cardiache (390-429)	3,344	3,865	0.87	0.84	0.90	2,512	2,888	0.87	0.84	0.90
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	1,477	1,871	0.79	0.75	0.83	751	885	0.85	0.79	0.91
Malattie cerebrovascolari (430-438)	1,251	1,380	0.91	0.86	0.96	1,109	1,374	0.81	0.76	0.86
Malattie apparato respiratorio (460-519)	3,518	3,633	0.97	0.94	1.00	2,596	2,826	0.92	0.88	0.95
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466,480-487)	1,247	1,300	0.96	0.91	1.01	959	1,015	0.95	0.89	1.01
Malattie polmonari cronico ostruttive (490-492;494;496)	546	443	1.23	1.13	1.34	338	328	1.03	0.92	1.15
Asma (493)	130	146	0.89	0.74	1.06	110	123	0.89	0.73	1.08
Malattie apparato digerente (520-579)	4,182	4,758	0.88	0.85	0.91	3,718	4,080	0.91	0.88	0.94
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	1,347	1,365	0.99	0.93	1.04	897	962	0.93	0.87	1.00
Nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (580-589)	347	357	0.97	0.87	1.08	252	271	0.93	0.82	1.05
Disturbi ghiandola tiroidea (240-246)	140	166	0.84	0.71	1.00	575	562	1.02	0.94	1.11

Tabella 7. Hazard Ratios (HR) di ricovero aggiustati per età, SES, PM₁₀, residenza vicino a strade principali, autostrade e industrie ed Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per le diverse fasce di distanza dalle nove discariche. a) Uomini

CAUSA (ICD-9-CM)	Distanza															
	3-5 Km*			2-3 Km			1-2 Km			0-1 Km			Trend lineare (per 1 Km)			
	n	n	HR	I.C. 95%	n	HR	I.C. 95%	n	HR	I.C. 95%	HR	I.C. 95%	HR	I.C. 95%		
Cause naturali (001-629;677-799)	26,896	11,139	0.99	0.97	1.01	3,969	1.04	1.00	1.08	1,018	1.02	0.96	1.09	1.00	0.99	1.01
Tumori maligni (140-208)	2,972	1,100	0.96	0.89	1.03	366	0.97	0.87	1.09	95	0.91	0.73	1.13	0.98	0.95	1.01
Stomaco (151)	125	55	1.21	0.85	1.71	14	0.97	0.54	1.74	3	0.82	0.25	2.69	1.04	0.90	1.21
Colon retto (153-154)	332	115	0.98	0.78	1.23	42	1.08	0.77	1.52	16	1.27	0.73	2.21	1.04	0.95	1.14
Primitivi del fegato (155)	72	15	0.46	0.25	0.83	6	0.57	0.24	1.36	2	-	-	-	0.75	0.60	0.93
Pancreas (157)	67	19	0.82	0.47	1.42	8	0.88	0.39	1.95	0	-	-	-	0.92	0.74	1.14
Laringe (161)	82	26	0.87	0.54	1.39	11	1.05	0.54	2.05	2	-	-	-	0.98	0.81	1.18
Trachea bronchi e polmoni (162)	490	180	0.94	0.78	1.13	55	0.91	0.68	1.22	12	0.80	0.44	1.46	0.96	0.88	1.03
Vescica (188)	390	146	1.01	0.82	1.25	44	0.97	0.70	1.35	16	1.32	0.77	2.28	1.03	0.95	1.12
Rene (189)	110	44	0.99	0.68	1.45	14	0.88	0.49	1.59	2	-	-	-	0.98	0.83	1.14
Encefalo (191)	55	23	1.10	0.64	1.87	6	0.96	0.40	2.30	2	-	-	-	1.03	0.82	1.29
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	274	111	1.09	0.85	1.39	29	0.88	0.59	1.32	7	0.91	0.41	2.01	1.02	0.92	1.14
Malattie sistema circolatorio (390-459)	6,574	2,593	1.00	0.96	1.06	985	1.12	1.05	1.21	270	1.08	0.95	1.24	1.02	1.00	1.04
Malattie cardiache (390-429)	3,956	1,507	0.97	0.91	1.03	601	1.14	1.04	1.25	153	0.99	0.83	1.18	1.01	0.99	1.04
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	1,636	616	0.99	0.90	1.10	243	1.10	0.95	1.27	58	0.94	0.71	1.24	1.00	0.96	1.04
Malattie cerebrovascolari (430-438)	1,362	524	1.05	0.94	1.18	199	1.20	1.02	1.41	64	1.31	1.00	1.73	1.04	0.99	1.08
Malattie apparato respiratorio (460-519)	5,052	1,965	1.02	0.96	1.08	783	1.14	1.05	1.24	184	1.00	0.85	1.17	1.02	0.99	1.04
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466,480-487)	1,554	671	1.12	1.02	1.24	229	1.09	0.94	1.26	64	1.04	0.80	1.36	1.02	0.98	1.06
Malattie polmonari cronico ostruttive (490-492;494;496)	698	266	0.92	0.79	1.07	100	1.08	0.87	1.35	29	1.01	0.68	1.49	1.00	0.94	1.06
Asma (493)	488	184	1.04	0.86	1.26	59	0.89	0.67	1.19	13	0.92	0.52	1.63	0.94	0.87	1.02
Malattie apparato digerente (520-579)	6,989	2,687	0.99	0.94	1.04	1,023	1.02	0.95	1.10	266	0.97	0.85	1.11	1.00	0.98	1.02
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	1,856	755	0.94	0.86	1.03	251	0.95	0.83	1.10	74	1.04	0.81	1.34	0.99	0.95	1.03
Nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (580-589)	488	235	0.96	0.81	1.14	57	0.85	0.64	1.14	13	0.77	0.43	1.37	0.95	0.88	1.03
Disturbi ghiandola tiroidea (240-246)	285	91	0.88	0.69	1.14	42	0.99	0.70	1.40	17	1.33	0.77	2.31	1.02	0.92	1.12
<i>Popolazione 0-14 anni</i>																
Cause naturali (001-629;677-799)	4,965	2,167	1.03	0.97	1.09	781	1.13	1.04	1.22	171	1.07	0.91	1.26	1.02	1.00	1.04
Tumori maligni (140-208)	24	10	0.91	0.39	2.10	1	-	-	-	0	-	-	-	0.81	0.55	1.20
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	13	4	0.65	0.19	2.28	0	-	-	-	0	-	-	-	0.68	0.38	1.21
Malattie apparato respiratorio (460-519)	2,031	812	1.01	0.92	1.10	308	1.16	1.02	1.32	60	0.94	0.71	1.23	1.01	0.98	1.05
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466,480-487)	791	347	1.06	0.92	1.22	129	1.21	0.99	1.47	36	1.14	0.80	1.63	1.04	0.98	1.10
Asma (493)	431	165	1.06	0.86	1.29	56	1.00	0.75	1.35	10	0.92	0.48	1.76	0.96	0.88	1.04
Malformazioni congenite (740-759)	604	262	0.95	0.79	1.14	101	1.11	0.86	1.43	16	1.03	0.60	1.78	1.04	0.96	1.12
Alcune condizioni morbose di origine perinatale (760-779)	172	67	1.13	0.73	1.77	23	1.03	0.54	1.96	5	1.10	0.25	4.79	1.10	0.92	1.33

* Categoria di riferimento

b) Donne

CAUSA (ICD-9-CM)	Distanza															
	3-5 Km			2-3 Km			1-2 Km			0-1 Km			Trend lineare (per 1 Km)			
	n	n	HR	I.C. 95%	n	HR	I.C. 95%	n	HR	I.C. 95%	HR	I.C. 95%	HR	I.C. 95%		
Cause naturali (001-629;677-799)	27,542	11,460	1.00	0.97	1.02	3,956	1.05	1.02	1.09	1,024	1.02	0.96	1.09	1.01	1.00	1.02
Tumori maligni (140-208)	2,520	964	0.97	0.89	1.05	314	0.96	0.84	1.08	85	0.95	0.75	1.20	0.98	0.95	1.02
Stomaco (151)	99	38	0.96	0.64	1.45	6	0.46	0.20	1.09	2	-	-	-	0.87	0.73	1.05
Colon retto (153-154)	278	110	1.02	0.80	1.30	28	0.89	0.59	1.34	5	0.61	0.24	1.55	0.95	0.86	1.06
Primitivi del fegato (155)	40	9	0.68	0.31	1.49	1	-	-	-	3	1.94	0.50	7.56	0.86	0.64	1.15
Pancreas (157)	58	21	0.98	0.56	1.69	9	1.44	0.68	3.07	5	3.05	1.04	8.93	1.13	0.92	1.40
Laringe (161)	10	5	1.27	0.38	4.24	3	1.63	0.40	6.71	0	-	-	-	0.88	0.54	1.41
Trachea bronchi e polmoni (162)	144	55	1.05	0.75	1.49	16	0.95	0.55	1.65	5	1.22	0.46	3.26	1.01	0.87	1.16
Vescica (188)	57	32	1.61	0.98	2.64	6	1.02	0.41	2.52	3	1.96	0.53	7.28	1.18	0.94	1.47
Rene (189)	48	33	1.52	0.94	2.48	8	1.15	0.52	2.54	0	-	-	-	1.06	0.86	1.32
Encefalo (191)	43	13	0.74	0.38	1.44	7	1.16	0.49	2.77	2	-	-	-	1.01	0.79	1.30
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	180	61	0.89	0.65	1.23	20	0.95	0.58	1.54	8	1.37	0.63	2.95	0.99	0.87	1.13
Malattie sistema circolatorio (390-459)	5,485	2,167	0.99	0.93	1.04	722	1.03	0.95	1.12	230	1.14	0.99	1.32	0.99	0.97	1.02
Malattie cardiache (390-429)	3,110	1,211	0.97	0.90	1.05	414	1.07	0.96	1.19	134	1.20	1.00	1.45	1.00	0.97	1.03
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	810	309	0.96	0.83	1.11	94	0.89	0.71	1.12	33	1.13	0.77	1.65	0.97	0.92	1.03
Malattie cerebrovascolari (430-438)	1,268	462	0.97	0.86	1.09	177	1.18	1.00	1.40	46	1.09	0.79	1.49	1.00	0.96	1.05
Malattie apparato respiratorio (460-519)	3,996	1,506	1.02	0.96	1.09	530	1.02	0.92	1.12	150	1.05	0.88	1.25	1.00	0.98	1.03
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466;480-487)	1,278	534	1.05	0.94	1.17	167	0.95	0.80	1.12	60	1.08	0.82	1.42	1.00	0.95	1.04
Malattie polmonari cronico ostruttive (490-492;494;496)	493	194	1.05	0.87	1.25	60	0.97	0.73	1.28	29	1.54	1.03	2.30	1.03	0.96	1.11
Asma (493)	360	135	1.07	0.86	1.33	53	1.16	0.85	1.58	15	1.33	0.77	2.29	1.08	0.99	1.18
Malattie apparato digerente (520-579)	5,573	2,173	1.01	0.96	1.07	794	1.06	0.98	1.14	236	1.08	0.94	1.25	1.01	0.99	1.03
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	1,294	604	1.08	0.97	1.20	186	1.03	0.88	1.21	55	1.12	0.84	1.49	1.05	1.00	1.09
Nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (580-589)	314	181	1.17	0.96	1.44	38	0.87	0.61	1.24	15	1.13	0.65	1.97	1.03	0.94	1.12
Disturbi ghiandola tiroidea (240-246)	1,150	415	0.99	0.88	1.12	176	1.02	0.86	1.22	52	0.94	0.69	1.27	1.00	0.96	1.05
<i>Popolazione 0-14 anni</i>																
Cause naturali (001-629;677-799)	3,857	1,688	1.05	0.99	1.12	572	1.05	0.96	1.16	139	1.13	0.94	1.35	1.03	1.00	1.05
Tumori maligni (140-208)	15	6	1.29	0.45	3.69	1	-	-	-	0	-	-	-	0.90	0.54	1.50
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	9	3	1.39	0.30	6.41	0	-	-	-	0	-	-	-	0.90	0.46	1.79
Malattie apparato respiratorio (460-519)	1,562	603	1.04	0.94	1.16	216	1.13	0.97	1.31	45	1.06	0.77	1.44	1.03	0.99	1.08
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466;480-487)	632	281	1.09	0.93	1.27	91	1.07	0.85	1.35	32	1.30	0.89	1.89	1.05	0.98	1.11
Asma (493)	232	91	1.14	0.87	1.50	36	1.28	0.88	1.87	5	0.95	0.38	2.41	1.09	0.98	1.22
Malformazioni congenite (740-759)	247	110	1.04	0.79	1.37	33	0.91	0.59	1.38	8	1.02	0.42	2.47	0.97	0.86	1.10
Alcune condizioni morbose di origine perinatale (760-779)	138	56	1.09	0.67	1.76	15	1.13	0.56	2.28	1	-	-	-	0.94	0.76	1.16

* Categoria di riferimento

Tabella 8. Hazard Ratios (HR) di ricovero aggiustati per età, SES, PM₁₀, residenza vicino a strade principali, autostrade e industrie e i relativi Intervalli di Confidenza (IC) al 95% per i diversi livelli di concentrazione di H₂S.

a) Uomini

CAUSA (ICD-9-CM)	Concentrazioni di H ₂ S							
	<50° percentile*	>90° percentile			Trend lineare (per 0.022ug/m ³)			
		n	n	HR	I.C. 95%		HR	I.C. 95%
Cause naturali (001-629;677-799)	20,588	4,567	1.01	0.96	1.06	1.00	0.99	1.01
Tumori maligni (140-208)	2,137	482	0.92	0.79	1.06	0.97	0.94	1.01
Stomaco (151)	102	19	0.75	0.37	1.51	0.96	0.75	1.21
Colon retto (153-154)	227	58	1.08	0.69	1.69	1.00	0.91	1.09
Primitivi del fegato (155)	51	6	0.26	0.07	0.96	0.44	0.19	1.01
Pancreas (157)	41	10	0.62	0.21	1.84	0.81	0.51	1.31
Laringe (161)	54	11	0.72	0.27	1.92	0.68	0.38	1.20
Trachea bronchi e polmoni (162)	349	55	0.63	0.42	0.94	0.98	0.89	1.08
Vescica (188)	275	75	1.59	1.09	2.32	0.96	0.86	1.08
Rene (189)	70	17	0.81	0.37	1.75	0.90	0.67	1.20
Encefalo (191)	35	11	1.12	0.41	3.04	1.02	0.83	1.26
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	192	37	0.82	0.49	1.39	0.90	0.73	1.11
Malattie sistema circolatorio (390-459)	4,897	1,221	1.08	0.98	1.19	1.01	0.99	1.02
Malattie cardiache (390-429)	2,964	739	1.05	0.93	1.19	0.98	0.95	1.01
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	1,236	301	1.00	0.82	1.21	0.98	0.93	1.03
Malattie cerebrovascolari (430-438)	989	260	1.09	0.88	1.35	1.02	0.98	1.06
Malattie apparato respiratorio (460-519)	3,426	828	1.04	0.94	1.16	1.00	0.97	1.02
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466;480-487)	1,098	276	1.26	1.06	1.50	0.99	0.95	1.04
Malattie polmonari cronico ostruttive (490-492;494;496)	562	112	0.91	0.67	1.24	0.98	0.91	1.06
Asma (493)	283	57	1.05	0.74	1.49	0.89	0.72	1.10
Malattie apparato digerente (520-579)	4,947	1,236	0.95	0.87	1.04	1.01	0.99	1.02
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	1,496	320	1.06	0.88	1.27	1.00	0.96	1.04
Nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (580-589)	493	66	0.95	0.64	1.40	0.85	0.70	1.02
Disturbi ghiandola tiroidea (240-246)	188	55	0.91	0.57	1.45	1.00	0.91	1.09
<i>Popolazione 0-14 anni</i>								
Cause naturali (001-629;677-799)	3,634	663	1.04	0.94	1.16	1.00	0.97	1.03
Tumori maligni (140-208)	16	2	0.72	0.11	4.54	0.47	0.06	3.72
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	9	2	1.49	0.15	14.52	0.49	0.05	5.11
Malattie apparato respiratorio (460-519)	1,332	225	0.95	0.80	1.13	0.96	0.90	1.03
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466;480-487)	547	114	1.31	1.03	1.67	0.94	0.83	1.05
Asma (493)	239	46	1.05	0.72	1.54	0.90	0.70	1.15
Malformazioni congenite (740-759)	425	94	1.11	0.80	1.53	1.03	0.93	1.13
Alcune condizioni morbose di origine perinatale (760-779)	103	17	0.63	0.23	1.76	1.07	0.84	1.36

* Categoria di riferimento

b) Donne

CAUSA (ICD-9-CM)	Concentrazioni di H ₂ S							
	<50° percentile		>90° percentile			Trend lineare (per 0.022ug/m ³)		
	n	n	HR	I.C. 95%		HR	I.C. 95%	
Cause naturali (001-629;677-799)	21,409	4,618	1.05	1.00	1.10	1.00	0.99	1.01
Tumori maligni (140-208)	1,845	442	0.97	0.83	1.14	1.00	0.97	1.03
Stomaco (151)	67	14	0.77	0.32	1.87	0.90	0.65	1.25
Colon retto (153-154)	215	42	1.01	0.61	1.66	1.04	0.99	1.11
Primitivi del fegato (155)	29	4	0.56	0.11	2.80	1.06	0.96	1.17
Pancreas (157)	39	16	1.21	0.45	3.23	1.01	0.90	1.14
Laringe (161)	8	2	1.26	0.16	10.01	0.98	0.34	2.79
Trachea bronchi e polmoni (162)	93	22	1.01	0.50	2.05	1.03	0.94	1.13
Vescica (188)	44	10	1.93	0.69	5.40	1.08	0.92	1.26
Rene (189)	50	8	1.67	0.60	4.65	0.86	0.47	1.58
Encefalo (191)	26	11	1.67	0.51	5.43	0.96	0.75	1.22
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	120	25	0.74	0.39	1.42	0.93	0.74	1.17
Malattie sistema circolatorio (390-459)	4,239	974	1.04	0.93	1.16	1.01	1.00	1.03
Malattie cardiache (390-429)	2,397	557	1.10	0.95	1.28	1.01	0.98	1.03
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	609	135	0.93	0.70	1.25	0.99	0.93	1.06
Malattie cerebrovascolari (430-438)	958	216	1.05	0.83	1.32	0.99	0.94	1.04
Malattie apparato respiratorio (460-519)	2,629	611	1.12	0.99	1.26	0.99	0.96	1.02
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466,480-487)	946	184	1.04	0.84	1.27	0.99	0.93	1.04
Malattie polmonari cronico ostruttive (490-492;494;496)	377	87	1.24	0.88	1.73	1.00	0.93	1.08
Asma (493)	222	55	1.62	1.12	2.34	1.02	0.94	1.11
Malattie apparato digerente (520-579)	4,041	998	1.05	0.95	1.17	1.00	0.98	1.02
Malattie dell'apparato urinario (580-599)	1,058	224	1.27	1.03	1.57	0.99	0.94	1.05
Nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (580-589)	324	46	1.03	0.64	1.66	1.03	0.96	1.10
Disturbi ghiandola tiroidea (240-246)	766	252	1.12	0.90	1.39	0.95	0.89	1.01
<i>Popolazione 0-14 anni</i>								
Cause naturali (001-629;677-799)	2,807	532	1.17	1.03	1.31	1.01	0.98	1.04
Tumori maligni (140-208)	9	1	-	-	-	0.04	0.00	10.58
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	5	0	-	-	-	0.05	0.00	364.99
Malattie apparato respiratorio (460-519)	1,003	172	1.21	0.99	1.46	1.01	0.96	1.07
Infezioni acute delle vie respiratorie (460-466,480-487)	462	75	1.14	0.86	1.51	1.01	0.94	1.08
Asma (493)	136	32	1.79	1.14	2.83	1.04	0.94	1.15
Malformazioni congenite (740-759)	192	43	0.96	0.56	1.66	1.02	0.94	1.11
Alcune condizioni morbose di origine perinatale (760-779)	92	20	1.69	0.76	3.76	0.89	0.52	1.54

* Categoria di riferimento