



EPIDEMIOLOGIA & PREVENZIONE

SENTIERI

Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento

SENTIERI

Epidemiological Study of Residents in National Priority Contaminated Sites

A cura di / Edited by

Amerigo Zona, Lucia Fazzo, Roberto Pasetto, Marta Benedetti, Caterina Bruno, Marco De Santis, Ivano Iavarone

Sesto Rapporto

Sixth Report



S.E.N.T.I.E.R.I.

STUDIO EPIDEMIOLOGICO NAZIONALE TERRITORI E INSEDIAMENTI ESPOSTI A RISCHIO DA INQUINAMENTO



Inferenze, via Ricciarelli 29, 20148 Milano. Poste Italiane spa - Sped. in abb. post. Di. 353/2003 convertito in legge 27.02.04 n.46 - art.1, com.1, DCB Milano - Una copia della rivista 13,50 euro ISSN 1120-9763 gennaio-aprile 2023



EPIDEMIOLOGIA & PREVENZIONE

Rivista dell'Associazione italiana di epidemiologia

Rivista fondata da Giulio A. Maccacaro

ANNO 47 (1-2) 2023

Epidemiologia & Prevenzione
è indicizzata in **Medline, Scopus,**
Science Citation Index Expanded,
Journal Citation Reports/Science Edition

Pubblicazione bimestrale Registrazione
del Tribunale di Milano
n. 239/1977 Spedizione in AP - 45% - art. 2 comma 20b
legge 662/96 - Milano

Iscrizione al Registro degli Operatori
di Comunicazione (roc) n. 11747

Una copia della rivista: 13,50 euro

Abbonamento annuo: informazioni e condizioni sul sito
www.epiprev.it

Gestione abbonamenti: ufficio abbonamenti
tel. 02-48702283

I dati necessari per l'invio della rivista sono trattati elettronicamente
e utilizzati dall'editore Inferenze scarl per la spedizione della presente
pubblicazione e di altro materiale medico-scientifico.

Ai sensi dell'art.13 Legge 675/96 e successivi aggiornamenti è possibile
in qualsiasi momento e gratuitamente consultare, modificare e cancellare
i dati,

o semplicemente opporsi al loro utilizzo scrivendo a:
Inferenze scarl, responsabile dati, via Ricciarelli 29, 20148 Milano.

IVA assolta dall'editore ai sensi dell'art. 74 lettera C del DPR 26/10/1972
n.633 e successive modificazioni e integrazioni nonché ai sensi del DM
29/12/1989. Non si rilasciano quindi fatture (art. 1 c. 5 DM 29/12/1989).

Stampa
Arti grafiche Ancora srl - Milano



via Ricciarelli 29, 20148 Milano
segreteria@inferenze.it

Direttore scientifico: Andrea Micheli
Direttore scientifico: Francesco Forastiere
Past director: Benedetto Terracini, Eugenio Paci
Direttrice responsabile: Maria Luisa Clementi

Direzione scientifica

Annibale Biggeri, Luigi Bisanti, Lucia Bisceglia, Laura Bonvicini, Silvia
Candela, Riccardo Capocaccia, Elisabetta Listorti, Paola Michelozzi,
Fulvio Ricceri, Lorenzo Richiardi, Vittorio Simeon, Antonia Stazi

Segreteria di redazione

via Giusti 4, 21053 Castellanza (VA)
e-mail: epiprev@inferenze.it; telefono: 0331-482187

Redazione: Maria Cristina Porro

Impaginazione: Stefano Montagnana

Direzione associata

Nerina Agabiti, Claudia Agnoli, Carla Ancona, Anita Andreano, Michela
Baccini, Lisa Bauleo, Fabrizio Bianchi, Laura Bonvicini, Elisa Bustaffa,
Silvia Candela, Nicola Caranci, Silvia Caristia, Michele Carugno,
Andrea Carvelli, Anna Castiglione, Dolores Catelan, Paolo Chiodini,
Dario Consonni, Carmen D'Amore, Giuseppe Delvecchio, Chiara
Di Girolamo, Chiara Donfrancesco, Fabrizio Faggiano, Annunziata
Faustini, Chiara Fedato, Gianluigi Ferrante, Enzo Ferrara, Claudia
Galassi, Simona Giampaoli, Paolo Giorgi Rossi, Maria Teresa
Greco, Vittorio Krogh, Pier Luigi Lopalco, Sara Maio, Michele Marra,
Francesca Mataloni, Flavia Mayer, Elisabetta Meneghini, Paola
Michelozzi, Marta Ottone, Eva Pagano, Salvatore Panico, Davide Petri,
Donella Puliti, Andrea Ranzi, Matteo Renzi, Fulvio Ricceri, Giuseppe
Ru, Antonio Giampiero Russo, Carlotta Sacerdote, Milena Sant,
Flavia Santi, Matteo Scortichini, Simona Signoriello, Vittorio Simeon,
Massimo Stafoggia, Antonia Stazi, Giorgia Stoppa, Saverio Stranges,
Maurizio Trevisan, Francesco Trotta, Nicola Vanacore, Martina
Ventura, Giovanni Viegi, Massimo Vicentini, Nicolàs Zengarini

Comitato editoriale

AIE: Lucia Bisceglia, Carla Ancona, Sonia Brescianini, Serena
Broccoli, Michele Marra, Antonello Marras, Rossella Murtas, Anna
Maria Nannavecchia, Matteo Renzi

Impresa sociale E&P Giulio A. Maccacaro: Franco Berrino,
Luigi Bisanti, Annibale Biggeri, Paolo Chiodini, Gemma Gatta,
Enzo Merler, Franco Merletti, Salvatore Panico, Lorenzo Simonato
Inferenze: Maria Luisa Clementi, Maria Cristina Porro, Valentina
Ferrari

MODALITÀ DI ABBONAMENTO

Pagamento con carta di credito (American Express, Carta Si,
VISA, Eurocard, Master Card) telefonando allo 02-48702283
dal lunedì al venerdì dalle 9 alle 13 oppure utilizzando
il servizio PayPal sul sito web della rivista www.epiprev.it

Accredito tramite c/c bancario presso: BPER BANCA
Piazza Wagner n. 8, 20145 Milano,
IBAN: IT83Z 05387 01612 000035010623
intestato all'impresa editoriale Inferenze scarl,
via Ricciarelli n. 29, 20148 Milano.

© Inferenze scarl, Milano



SENTIERI

Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento

Sesto Rapporto

SENTIERI

Epidemiological Study of Residents in National Priority Contaminated Sites

Sixth Report

Autori:

Amerigo Zona,^{1,2} Lucia Fazzo,^{1,2} Marta Benedetti,^{1,2} Caterina Bruno,^{3,4} Simona Vecchi,⁵ Roberto Pasetto,^{1,2} Fabrizio Minichilli,⁶ Marco De Santis,^{1,2} Anna Maria Nannavecchia,^{7,8} Davide Di Fonzo,⁹ Paolo Contiero,¹⁰ Paolo Ricci,¹¹ Lucia Bisceglia,^{7,8} Valerio Manno,¹² Giada Minelli,¹² Michele Santoro,¹³ Francesca Gorini,¹³ Carla Ancona,⁵ Salvatore Scondotto,^{14,15} Maria Eleonora Soggiu,¹ Federica Scaini,¹ Eleonora Beccaloni,¹ Daniela Marsili,^{1,2} Marco Francesco Villa,^{16,17} Giovanni Maifredi,¹⁸ Michele Magoni,¹⁹ Ivano Iavarone^{1,2} e Gruppo di Lavoro SENTIERI 2019-2022*

- 1 Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma
- 2 WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- 3 già Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma
- 4 già WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- 5 Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale, Regione Lazio, ASL Roma 1, Roma
- 6 Unità di ricerca di epidemiologia ambientale e registri di patologia, Istituto di fisiologia clinica, Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
- 7 Agenzia regionale strategica per la salute e il sociale della Puglia (AReSS Puglia), Bari
- 8 Registro delle malformazioni congenite della Regione Puglia
- 9 SC Igiene e sanità pubblica, ASL 2 Liguria, Savona
- 10 SS Epidemiologia ambientale, Fondazione IRCCS Istituto nazionale dei tumori, Milano
- 11 già UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova
- 12 Servizio tecnico-scientifico di statistica, Istituto superiore di sanità, Roma
- 13 Unità di epidemiologia delle malattie rare e delle anomalie congenite, Istituto di fisiologia clinica, Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
- 14 già Dipartimento per le attività sanitarie e osservatorio epidemiologico, Assessorato della salute, Regione Siciliana
- 15 già Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Sicilia
- 16 UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova
- 17 Registro malformazioni congenite della Provincia di Mantova
- 18 UO Osservatorio epidemiologico, ATS Brescia, Brescia
- 19 già UO Osservatorio epidemiologico, ATS Brescia, Brescia
- * Elenco completo alle pp. 2-3

Corrispondenza: Amerigo Zona; amerigo.zona@iss.it

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Finanziamenti: il Progetto SENTIERI è stato finanziato dal Ministero della salute.

Ringraziamenti: gli Autori desiderano ringraziare Pietro Comba e Roberta Pirastu per la scelta, negli anni Duemila, di dedicare un ampio spazio dell'attività di ricerca allo stato di salute delle popolazioni residenti nei principali siti contaminati italiani, dando vita al Progetto di sorveglianza epidemiologica denominato SENTIERI. Ringraziano altresì Cinzia Carboni per l'elevata professionalità, la dedizione e le capacità di gestione di complessi aspetti amministrativi dimostrate durante lo svolgimento del Progetto SENTIERI.



AUTHORSHIP

AUTHORSHIP

Obiettivi e Metodologia

Amerigo Zona, Roberto Pasetto, Lucia Fazzo, Giada Minelli, Valerio Manno, Michele Santoro, Francesca Gorini, Marco De Santis, Marta Benedetti, Caterina Bruno, Daniela Marsili, Ivano Iavarone

Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento

Lucia Fazzo, Marta Benedetti, Caterina Bruno, Simona Vecchi, Amerigo Zona

La mappa concettuale di SENTIERI 2019-2022

Daniela Marsili, Amerigo Zona

Guida alla lettura dei risultati

Roberto Pasetto, Ivano Iavarone, Davide Di Fonzo, Michele Santoro

Risultati

Elaborazioni statistiche: Valerio Manno, Giada Minelli, Michele Santoro, Francesca Gorini, Roberto Pasetto, Davide Di Fonzo

Risultati: Amerigo Zona, Lucia Fazzo, Roberto Pasetto, Michele Santoro, Francesca Gorini, Davide Di Fonzo, Fabrizio Minichilli, Anna Maria Nannavecchia, Lucia Bisceglia, Caterina Bruno, Marco De Santis, Paolo Contiero, Paolo Ricci, Marta Benedetti, Giovanni Maifredi, Michele Magoni, Ivano Iavarone, Gruppo di Lavoro SENTIERI 2019-2022

Considerazioni conclusive e prospettive

Amerigo Zona, Lucia Fazzo, Roberto Pasetto, Michele Santoro, Francesca Gorini, Davide Di Fonzo, Fabrizio Minichilli, Anna Maria Nannavecchia, Lucia Bisceglia, Caterina Bruno, Marco De Santis, Paolo Contiero, Paolo Ricci, Marta Benedetti, Giovanni Maifredi, Michele Magoni, Ivano Iavarone, Gruppo di Lavoro SENTIERI 2019-2022

GRUPPO DI LAVORO

WORKING GROUP

Gruppo di lavoro SENTIERI 2019-2022

Carla Ancona Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale, Regione Lazio, ASL Roma 1, Roma

Gianni Astolfi Dipartimento di neuroscienze e riabilitazione, Università degli Studi di Ferrara, Ferrara; Registro Indagine sulle malformazioni congenite in Emilia-Romagna (IMER)

Elisa Ballardini UOC TIN e neonatologia, AOU di Ferrara, Sezione di Pediatria, Dipartimento di scienze mediche, Università degli Studi di Ferrara; Registro Indagine sulle malformazioni congenite in Emilia-Romagna (IMER)

Sezione approfondimenti

Progetto SENTIERI: revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute Simona Vecchi, Marta Benedetti, Lucia Fazzo, Caterina Bruno, Amerigo Zona

I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale Federica Scaini, Marta Benedetti, Maria Eleonora Soggiu, Amerigo Zona, Gaetano Settimo, Eleonora Beccaloni

Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI Gaetano Settimo, Maria Eleonora Soggiu, Marta Benedetti, Amerigo Zona, Federica Scaini, Eleonora Beccaloni, Ida Marcello

Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI Lisa Bauleo, Alessandra Fabri, Marco De Santis, Maria Eleonora Soggiu, Carla Ancona

Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte Giorgia Stoppa, Giada Minelli, Valerio Manno, Emiliano Ceccarelli, Roberto Pasetto, Lucia Fazzo, Ivano Iavarone, Annibale Biggeri, Dolores Catelan, Gruppo di lavoro statistica SENTIERI

Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel Progetto SENTIERI Lucia Fazzo, Fabrizio Minichilli, Valerio Manno, Ivano Iavarone, Marta Benedetti, Paolo Contiero, Alice Maraschini, Giada Minelli, Roberto Pasetto, Paolo Ricci

Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani Roberto Pasetto, Daniela Marsili

La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI nei siti contaminati Daniela Marsili, Ivano Iavarone, Roberto Pasetto, Maria Eleonora Soggiu, Lucia Fazzo, Giada Minelli, Marina Forti, Francesco Unali, Alessandra Fabri, Amerigo Zona

Paola Ballotari UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova

Lisa Bauleo Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale, Regione Lazio, ASL Roma 1, Roma

Eleonora Beccaloni Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

Marta Benedetti Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

Annibale Biggeri Unità di biostatistica, epidemiologia e sanità pubblica, Dipartimento di scienze cardio-toraco vascolari e sanità pubblica, Università di Padova

- Lucia Bisceglia** Agenzia regionale strategica per la salute e il sociale della Puglia (ARESS Puglia), Bari; Registro delle malformazioni congenite della Regione Puglia
- Caterina Bruno** già Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; già WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- Chiara Capelletti** Ufficio comunicazione, ATS Val Padana, Mantova
- Nicola Caranci** Agenzia sanitaria e sociale regionale, Regione Emilia-Romagna, Bologna
- Dolores Catelan** Unità di biostatistica, epidemiologia e sanità pubblica, Dipartimento di scienze cardio-toraco vascolari e sanità pubblica, Università di Padova
- Emiliano Ceccarelli** Dipartimento di scienze statistiche, Sapienza Università di Roma
- Achille Cernigliaro** Dipartimento per le attività sanitarie e osservatorio epidemiologico, Assessorato della salute, Regione Siciliana, Palermo
- Antonio Chieti** Agenzia regionale strategica per la salute e il sociale della Puglia (ARESS Puglia), Bari; Registro delle malformazioni congenite della Regione Puglia
- Fabio Cibella** Istituto per la ricerca e l'innovazione biomedica (IRIB), Consiglio nazionale delle ricerche, Palermo; Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Siciliana
- Paolo Ciranni** Dipartimento per le attività sanitarie e osservatorio epidemiologico, Assessorato della salute, Regione Siciliana, Palermo; Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Siciliana
- Paolo Contiero** SS Epidemiologia ambientale, Fondazione IRCCS Istituto nazionale dei tumori, Milano
- Francesca Cutrò** Dipartimento per le attività sanitarie e osservatorio epidemiologico, Assessorato della salute, Regione Siciliana, Palermo; Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Siciliana
- Angelo D'Argenzio** Osservatorio epidemiologico regionale, Regione Campania; Registro campano difetti congeniti (BDRCAM)
- Daniele De Rocchi** Dipartimento di scienze statistiche, Sapienza Università di Roma
- Marco De Santis** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- Moreno Demaria** già Dipartimento Epidemiologia e salute ambientale, ARPA Piemonte, Grugliasco (TO)
- Davide Di Fonzo** SC Igiene e sanità pubblica, ASL 2 Liguria, Savona
- Gaspare Drago** Istituto per la ricerca e l'innovazione biomedica (IRIB), Consiglio nazionale delle ricerche, Palermo; Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Siciliana
- Alessandra Fabri** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- Lucia Fazzo** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- Marina Forti** Giornalista indipendente
- Luciana Gatti** già UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova
- Francesca Gorini** Unità di epidemiologia delle malattie rare e delle anomalie congenite, Istituto di fisiologia clinica, Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
- Linda Guarda** Registro delle malformazioni congenite, UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova
- Giovanna Guarnieri Favia** Coordinamento regionale, Registro delle malformazioni congenite della Regione Puglia
- Ivano Iavarone** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- Giovanna Jona Lasinio** Dipartimento di scienze statistiche, "Sapienza" Università di Roma
- Nicola Laforgia** Coordinamento regionale, Registro delle malformazioni congenite della Regione Puglia
- Michele Magoni** già UO Osservatorio epidemiologico, ATS Brescia, Brescia
- Giovanni Maifredi** UO Osservatorio epidemiologico, ATS Brescia, Brescia
- Valerio Manno** Servizio tecnico-scientifico di statistica, Istituto superiore di sanità, Roma
- Alice Maraschini** Servizio tecnico scientifico di statistica, Istituto Superiore di Sanità, Roma
- Ida Marcello** Centro nazionale sostanze chimiche, prodotti cosmetici e protezione consumatore, Istituto superiore di sanità, Roma
- Daniela Marsili** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- Angelo Mezzouso** Unità di epidemiologia, Registro delle malformazioni congenite, ATS Milano Città metropolitana
- Antonella Mincuzzi** SC Statistica ed epidemiologia, ASL di Taranto
- Giada Minelli** Servizio tecnico-scientifico di statistica, Istituto superiore di sanità, Roma
- Sante Minerba** SC Statistica ed epidemiologia, ASL di Taranto
- Fabrizio Minichilli** Unità di epidemiologia ambientale e registri di patologia, Istituto di fisiologia clinica, Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
- Anna Maria Nannavecchia** Agenzia regionale strategica per la salute e il sociale della Puglia (ARESS Puglia), Bari; Registro delle malformazioni congenite della Regione Puglia
- Amanda Neville** Centro di epidemiologia clinica della scuola di medicina, Dipartimento di medicina, Università degli Studi di Ferrara, Azienda ospedaliero-universitaria di Ferrara; Registro Indagine sulle malformazioni congenite in Emilia-Romagna (IMER)
- Roberto Pasetto** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma
- Riccardo Pertile** Servizio di epidemiologia clinica e valutativa, Azienda provinciale per i servizi sanitari di Trento; Registro delle anomalie congenite della provincia di Trento (ReACT)
- Anna Pierini** Unità di epidemiologia delle malattie rare e delle anomalie congenite, Istituto di fisiologia clinica, Fondazione "Gabriele Monasterio", Registro toscano difetti congeniti Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
- Vanda Pironi** già referente Registro delle malformazioni congenite, UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova
- Paolo Ricci** già UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova
- Silvia Ruggieri** Istituto per la ricerca e l'innovazione biomedica (IRIB), Consiglio nazionale delle ricerche, Palermo; Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Siciliana
- Antonio Giampiero Russo** Unità di epidemiologia, Registro delle malformazioni congenite, ATS Milano Città metropolitana
- Anna Salvatore** Agenzia regionale strategica per la salute e il sociale della Puglia (ARESS Puglia), Bari; Registro delle malformazioni congenite della Regione Puglia
- Michele Santoro** Unità di epidemiologia delle malattie rare e delle anomalie congenite, Istituto di fisiologia clinica, Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa
- Federica Scaini** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma
- Giocacchino Scarano** Azienda Ospedaliera "San Pio" di Benevento, Presidio "Gaetano Rummo"; Registro campano difetti congeniti (BDRCAM)
- Salvatore Scodotto** già Dipartimento per le attività sanitarie e osservatorio epidemiologico, Assessorato della salute, Regione Siciliana, Palermo; già Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Siciliana
- Gaetano Settimo** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma
- Maria Eleonora Soggiu** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma
- Elisa Tavormina** Istituto per la ricerca e l'innovazione biomedica (IRIB), Consiglio nazionale delle ricerche, Palermo; Sistema di sorveglianza sulle malformazioni congenite, Regione Siciliana
- Francesco Unali** Ufficio stampa, Università Campus bio-medico di Roma
- Simona Vecchi** Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale, Regione Lazio, ASL Roma 1, Roma
- Marco Francesco Villa** Registro delle malformazioni congenite, UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova
- Stefano Volpato** Registro Indagine sulle malformazioni congenite in Emilia-Romagna (IMER), Azienda Ospedaliero-Universitaria di Ferrara
- Nicolás Zengarini** SC a DU servizio sovrazonale di epidemiologia, ASL TO3, Regione Piemonte, Torino
- Amerigo Zona** Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma; WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

7 Prefazione / Preface

Sezione I

11 Riassunto / Summary

17 Introduzione / Introduction

21 Obiettivi e metodologia / Objectives and methodology

21 Obiettivi / Objectives

21 Metodologia / Methodology

21 Sezione: analisi della mortalità e delle ospedalizzazioni / Section: analysis of mortality and hospitalization

25 Sezione: analisi della mortalità e delle ospedalizzazioni nelle popolazioni pediatrica, adolescenziale e giovanile Section: analysis of mortality and hospitalization in children, adolescents, and youth

27 Sezione: analisi delle anomalie congenite / Section: analysis of congenital anomalies

28 Studio delle condizioni socioeconomiche / Study of socioeconomic status

31 Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento

Evaluation of the epidemiological evidence of the association between sources of environmental exposure in contaminated sites and health outcomes: an update

31 Introduzione / Introduction

31 Materiali e metodi / Materials and methods

32 Risultati / Results

33 Discussione e conclusioni / Discussion and conclusions

36 La mappa concettuale di SENTIERI 2019-2022 / The conceptual map of SENTIERI 2019-2022

37 Guida alla lettura / Guide for the reader

41 Risultati / Results

283 Considerazioni conclusive e prospettive / Conclusions and future perspectives

Sezione II

287 Approfondimenti / Specific issues

289 Progetto SENTIERI: revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute

SENTIERI Project: a systematic review on the association between sources of environmental exposure in contaminated sites and health outcomes

310 I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale

The contaminated sites in the SENTIERI Project: an update of legislative, contamination, and sources of environmental exposure aspects in Italy

316 Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei risultati nel Progetto SENTIERI

From the selection of priority pollutants to the analysis of health data in the SENTIERI Project

338 Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI

SENTIERI Project: air pollution and health impact of population living in industrial areas in Italy

354 Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte

Methodological approaches to evaluate the over-time mortality in SENTIERI epidemiological surveillance system: a focus on cohort analyses

366 Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel Progetto SENTIERI

Global evaluation of the mortality and hospitalization in the Italian contaminated sites included in the SENTIERI Project

375 Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani

Environmental justice promotion in the Italian contaminated sites through the national epidemiological surveillance system SENTIERI

385 La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI nei siti contaminati

The concept map of SENTIERI Project: a communication interactive digital tool of the national epidemiological surveillance system of Italian contaminated sites.....

Sezione III

Materiali aggiuntivi on-line / on-line supplementary materials

All'indirizzo web <https://www.epiprev.it/pubblicazioni/sentier6> sono disponibili le seguenti tabelle:

- ▶ Tabelle popolazione generale – mortalità / Tables on general population – mortality
- ▶ Tabelle popolazione generale – ospedalizzazioni / Tables on general population – hospitalization
- ▶ SENTIERI6_Siti_decreti.xlsx / Italian law decrees about contaminated sites
- ▶ SENTIERI6_Siti_informazioni.docx / Further information about contaminated sites



La Repubblica promuove
lo sviluppo della cultura
e la ricerca scientifica
e tecnica [...].
Tutela il paesaggio
e il patrimonio storico
e artistico della Nazione.
Tutela l'ambiente,
la biodiversità e gli ecosistemi,
anche nell'interesse
delle future generazioni.

Articolo 9 Costituzione italiana



PREFAZIONE

PREFACE

Il Progetto SENTIERI (*Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento*) giunge al suo Sesto Rapporto. Dall'ormai lontano 2011, SENTIERI fornisce una fotografia dello stato di salute di una parte consistente della popolazione italiana (oltre il 10%) residente nei siti contaminati di interesse per le bonifiche. SENTIERI è un progetto importante, innovativo e informativo.

SENTIERI è importante perché la contaminazione ambientale che ha portato all'istituzione dei siti comporta impatti sulla salute che, pur difficili da misurare, sono reali e consistenti, come dimostrato da tutti i Rapporti SENTIERI, compreso il presente. I siti contaminati rappresentano uno dei casi di circostanze complesse con rilevanti implicazioni sulla salute. Sono coinvolti diversi fattori di rischio, attraverso varie matrici ambientali, e le attività produttive interessate generano, per contro, opportunità lavorative e sociali. Diverse considerazioni di giustizia sociale, sostenibilità ambientale e riqualificazione di territori sono di rilievo. La complessità della questione fa di questo tema una sorta di "laboratorio" in cui misurare la bontà dei progressi di epidemiologia, tossicologia, valutazione del rischio e di impatto, informazione e divulgazione scientifica, interfaccia fra scienza e società. I residenti, tra l'altro, rappresentano una fascia di popolazione svantaggiata, sulla quale si concentrano pressioni ambientali sopra la media. I dati illustrano così un caso importante e sostanziale, dove il *leave no one behind* dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile (fatto proprio anche dai governi nazionale e regionali) può essere praticato, in concreto, soprattutto se le bonifiche sono intese ed effettuate tenendo conto non solo della contaminazione dei suoli, ma anche dei "ritorni" in salute, benessere ed equità.

SENTIERI è un progetto innovativo dai suoi inizi. Ponendosi in un certo senso a metà strada tra uno studio epidemiologico, o meglio una famiglia di studi, e il monitoraggio di salute, usa in modo coordinato una grande varietà di dati, approcci, metodi e strumenti, e ha visto una costante evoluzione nel corso degli anni, in linea con l'avanzare della disciplina. Non a caso, il progetto ha non solo creato una comunità di addetti ai lavori a livello nazionale, ma anche fatto scuola in Europa. Grazie al lavoro dell'ampio gruppo di lavoro di SENTIERI e alle collaborazioni internazionali attivate, fra gli altri, dal Centro collaborativo OMS per la Salute Ambientale nei siti Contaminati ospitato dal Dipartimento Ambiente e Salute dell'Istituto Superiore di Sanità, il tema dei siti contaminati è entrato a far parte delle priorità della Regione europea dell'OMS, a partire dalla Sesta Conferenza ministeriale su Ambiente e salute di Ostrava, nel 2017 e resta in agenda in vista della prossima Conferenza del 2023. Ad arricchire questo nuovo aggiornamento, concorrono una serie di contributi scientifici originali, che riguardano aspetti chiave della sorveglianza epidemiologica nei siti contaminati. Uno di questi riguarda lo sviluppo di approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo, con un *focus* sull'analisi di coorte. Un secondo contributo riguarda le stime complessive del carico di mortalità in eccesso e le stime di rischio *pooled* di mortalità e ospedalizzazione nell'insieme delle popolazioni residenti nei siti contaminati; un terzo contributo è incentrato sulla valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane caratterizzate da impianti con rilevanti processi di combustione. Segue un contributo sulla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI a partire dalla selezione e valutazione di inquinanti prioritari nei siti contaminati. Un altro contributo metodologico originale è rappresentato dalla

PREFAZIONE

costruzione di una mappa concettuale, quale strumento interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica nei siti contaminati. Il rilevante tema dell'equità è affrontato in un contributo che riassume gli aspetti concettuali e operativi relativi allo studio della giustizia ambientale e alla sua promozione nell'ambito del Progetto SENTIERI. Completano il quadro l'imponente aggiornamento della revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra *fonti di esposizione ambientale* nei siti contaminati ed esiti di salute, cardine dell'approccio del Progetto nella lettura e interpretazione dei dati, e l'esame degli aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e *fonti di esposizione ambientale* nei siti contaminati studiati.

Anche grazie allo sforzo metodologico e scientifico e all'utilizzo di diversi flussi informativi, SENTIERI consente la produzione di numerosissime statistiche, osservazioni e spunti; pur utilizzando dati aggregati, le ipotesi generate durante un periodo di osservazione possono essere valutate in quello seguente; confronti fra diversi gruppi di popolazione, tra maschi e femmine, diverse fasce di età o tra siti stessi consentono di valutare la consistenza e ripetibilità delle osservazioni. Se l'analisi di una mole simile di dati comporta un'inevitabile perdita di specificità da *multiple testing*, il disegno di SENTIERI comprende, come già ricordato, la revisione sistematica della letteratura, in modo da identificare gli effetti già noti. La lettura integrata dei risultati, grazie a tutti questi accorgimenti e grazie alla competenza collettiva dell'esteso gruppo di lavoro (la cui creazione è un altro straordinario risultato del Progetto), produce così informazioni preziosissime per diversi lettori e utilizzatori. Per questo, SENTIERI, oltre il suo grande valore scientifico, è anche, e soprattutto, altamente informativo per la comunità estesa di tutti coloro che, a diverso titolo, sono coinvolti nella vicenda dei siti contaminati di interesse per le bonifiche. La lista degli *stakeholder* è lunga: i residenti nei siti, *in primis*, individui, famiglie, gruppi di interesse su ambiente e salute e società civile; l'autorità sanitaria, a vari livelli; il settore ambientale, responsabile per le bonifiche; il settore privato; i lavoratori e loro organizzazioni, particolarmente importanti nei siti dove le attività inquinanti sono ancora in corso. Non a caso, i dati di SENTIERI sono stati più volte usati nelle aule di tribunale.

Le pagine che seguono descrivono in dettaglio i risultati di questo sesto ciclo di SENTIERI. Come sempre in epidemiologia (e in ambito scientifico in generale), i messaggi formulati sono costruiti sull'evidenza dei dati e sulla lettura imparziale dei ricercatori del gruppo di lavoro, guidati dall'interesse esclusivo della protezione e promozione della salute dei cittadini e delle comunità nei siti contaminati italiani.

Marco Martuzzi

Direttore del Dipartimento Ambiente e Salute,
Istituto Superiore di Sanità, Roma

SENTIERI - SESTO RAPPORTO
SENTIERI - SIXTH REPORT

Sezione I

Section I



RIASSUNTO

SUMMARY

Introduzione e obiettivi

Il Sesto Rapporto illustra i risultati del “Progetto SENTIERI: implementazione del sistema permanente di sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti nei siti di interesse per le bonifiche”, promosso e finanziato dal Ministero della salute (Centro per il Controllo e la prevenzione delle malattie – Progetto CCM 2018).

Obiettivo dello studio è l'aggiornamento dell'analisi di mortalità e di ospedalizzazione riguardante i 6.227.531 abitanti (10,4% della popolazione italiana) residenti in 46 siti contaminati (39 di interesse nazionale e 7 di interesse regionale).

I siti includono 316 comuni così ripartiti: 15 nel Nord-Est (20,3% della popolazione indagata); 104 nel Nord-Ovest (12% della popolazione indagata), 32 nel Centro (12,6% della popolazione indagata), 165 al Sud e Isole (55,5% della popolazione indagata).

Sono state condotte analisi sulla popolazione in età pediatrico-adolescenziale (1.128.396 residenti) e giovanile (665.284 residenti) ed è stato effettuato uno studio sulle anomalie congenite (AC) nei siti coperti da registri di malformazioni congenite.

A corredo delle valutazioni epidemiologiche, sono state esaminate le condizioni socioeconomiche specifiche per ogni sito ed è stata elaborata una stima complessiva degli eccessi di rischio per le popolazioni residenti nei siti contaminati.

Mediante una revisione sistematica della letteratura scientifica, è stato effettuato l'aggiornamento delle evidenze epidemiologiche relative ai nessi causali tra fonti di esposizione ambientale ed effetti sulla salute per l'individuazione delle patologie di interesse *a priori*.

Introduction and objectives

The Sixth Report presents the results of the “SENTIERI Project: implementation of the permanent epidemiological surveillance system of populations residing in Italian Sites of Remediation Interest”, promoted and financed by the Italian Ministry of Health (Centre for Disease Control and Prevention – CCM Project 2018).

The aim of this study is to update the mortality and hospitalization analyses concerning the 6,227,531 inhabitants (10.4% of the Italian population) residing in 46 contaminated sites (39 of national interest and 7 of regional interest).

The sites include 316 municipalities distributed as follows: 15 in the North-East (20.3% of the investigated population); 104 in the North-West (12% of the investigated population), 32 in the Centre (12.6% of the investigated population), 165 in the South and Islands (55.5% of the investigated population).

Analyses were carried out on the paediatric-adolescent (1,128,396 residents) and youth (665,284 residents) population, and a study on congenital anomalies (CA) was carried out at sites covered by congenital malformation registers.

Accompanying the epidemiological assessments, site-specific socioeconomic conditions were examined and an overall estimate of excess risk for populations residing at contaminated sites was drawn up.

By means of a systematic review of the scientific literature, the epidemiological evidence on causal links between sources of environmental exposure and health effects was updated to identify pathologies of *a priori* interest.

RIASSUNTO

Metodologia

Nei 46 siti inclusi nel progetto SENTIERI sono stati analizzati mortalità (finestra temporale: 2013-2017) e ricoveri ospedalieri (finestra temporale: 2014-2018) della popolazione generale di tutte le età, divisa per genere, e delle fasce d'età pediatrico-adolescenziali (0-1 anno, 0-14 anni, 0-19 anni), giovanili (20-29 anni) e complessiva (0-29 anni), divise per genere. In 21 siti sono state studiate le AC diagnosticate entro il primo anno di vita. I rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e ospedalizzazione (SHR) sono stati calcolati facendo riferimento ai tassi delle regioni di appartenenza dei siti. La popolazione di riferimento è stata calcolata al netto dei residenti nei siti.

Le AC sono state studiate calcolando la prevalenza per 10.000 nati e il rapporto, moltiplicato per 100, tra i casi osservati nel sito e quelli attesi sulla base delle prevalenze osservate nell'area di riferimento (regione o area sub-regionale di appartenenza, secondo la copertura geografica del registro).

La condizione socioeconomica studiata nei 46 siti si basa sulla convergenza di tre indicatori di deprivazione rispetto alla regione di riferimento: indice di deprivazione a livello comunale, indice di deprivazione a livello di sezione di censimento, indicatore di mortalità prematura (fascia di età 30-69 anni) per malattie croniche non trasmissibili.

Per la stima degli eccessi di rischio relativa all'intera popolazione studiata sono state svolte analisi metanalitiche delle stime di rischio di mortalità e ospedalizzazione di ciascun sito e stimato il numero di decessi in eccesso per l'insieme dei siti.

L'aggiornamento delle evidenze epidemiologiche è stato effettuato grazie alla revisione sistematica della letteratura (gennaio 2009-maggio 2020), seguendo le linee guida PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). La ricerca è stata realizzata sui motori di ricerca MEDLINE, EMBASE e Web of Science e la qualità degli studi inclusi nella revisione è stata valutata utilizzando la checklist AMSTAR 2 per le revisioni sistematiche e NewCastle-Ottawa Scale per gli studi osservazionali nel caso di studi di coorte e caso-controllo e una sua versione modificata per gli studi ecologici e trasversali.

L'aggiornamento si è basato sulla selezione di 14 revisioni sistematiche, 15 studi primari, 6 monografie/rapporti di organizzazioni scientifiche internazionali sugli effetti sanitari dovuti alla presenza delle fonti di esposizione ambientale.

Risultati

Mortalità. Le cause di interesse a priori che si presentano con maggior frequenza in eccesso sono rappresentate in ordine decrescente da: tumore maligno del

Methodology

In the 46 sites included in the SENTIERI Project, mortality (time window: 2013-2017) and hospital admissions (time window: 2014-2018) of the general population of all ages, divided by gender, and of the paediatric-adolescent (0-1 year, 0-14 years, 0-19 years), youth (20-29 years), and overall (0-29 years) age groups, divided by gender, were analysed. In 21 sites, CA diagnosed within the first year of life were studied.

Standardised mortality ratios (SMR) and hospitalization ratios (SHR) were calculated with reference to the rates in the regions to which the sites belong. The reference population was calculated net of residents in the sites.

CA were studied by calculating the prevalence per 10,000 births and the ratio, multiplied by 100, between the cases observed at the site and those expected on the basis of the prevalences observed in the reference area (region or sub-regional area of belonging, according to the geographical coverage of the registry).

The socioeconomic condition studied in the 46 sites is based on the convergence of three deprivation indicators with respect to the reference region: deprivation index at municipal level, deprivation index at census section level, premature mortality indicator (age range 30-69 years) for chronic non-communicable diseases.

For the estimation of excess risk for the entire study population, meta-analysis of the mortality and hospitalization risk estimates for each site was carried out and the number of excess deaths estimated for the sites as a whole.

The epidemiological evidence was updated through a systematic literature review (January 2009-May 2020), following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. The search was carried out on the search engines MEDLINE, EMBASE and Web of Science; the quality of the studies included in the review was assessed using the AMSTAR 2 checklist for systematic reviews and the NewCastle-Ottawa Scale for observational studies in the case of cohort and case-control studies and a modified version thereof for ecological and cross-sectional studies.

The update was based on the selection of 14 systematic reviews, 15 primary studies, 6 monographs/reports from international scientific organisations on health effects due to the presence of environmental exposure sources.

Results

Mortality. The a priori causes of interest that occur most frequently in excess are, in descending order: malignant lung cancer, malignant mesothelioma of the pleura, malignant bladder cancer, respiratory diseases, non-Hodgkin lymphomas, malignant liver can-

RIASSUNTO

polmone, mesotelioma maligno della pleura, tumore maligno della vescica, malattie respiratorie, linfomi non Hodgkin, tumore maligno epatico, tutti i tumori maligni, tumore maligno del colon retto, tumore maligno dello stomaco, mesoteliomi totali, tumore maligno della mammella e, infine, asbestosi.

Ospedalizzazione. Le cause di interesse *a priori* che si presentano con maggior frequenza in eccesso sono rappresentate in ordine decrescente da: malattie respiratorie, tumore maligno del polmone, tumori maligni della pleura, tumore maligno della vescica, tumore maligno della mammella, tumore maligno del fegato, asma, tumore maligno del colon retto, tutti i tumori maligni, tumore maligno dello stomaco, linfomi non Hodgkin, malattie respiratorie acute, leucemie. Le differenze che si osservano tra mortalità e ospedalizzazione possono essere attribuite alle caratteristiche intrinseche delle patologie (maggiore o minore letalità, diversità di incidenza nei generi), agli stili di vita e a fenomeni occupazionali.

Sottoclassi d'età. Sono stati osservati eccessi della mortalità generale nel primo anno di vita nei siti di Manfredonia, Basso Bacino Fiume Chienti, Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano; in età 0-1 anno e 0-19 anni a Casale Monferrato; in età pediatrica a Serravalle Scrivia e nel sito di Trento Nord; in età 0-19 anni a Sassuolo Scandiano; in età giovanile (0-29 anni) nei due comuni di Cerchiara e Cassano (sito Crotone-Cassano-Cerchiara).

Per quanto riguarda l'ospedalizzazione per cause naturali, eccessi di rischio in entrambi i generi si rilevano nel primo anno di vita nel 35% dei siti (Aree industriali di Porto Torres, Bari-Fibronit, Basso bacino fiume Chienti, Bolzano, Crotone-Cassano-Cerchiara, Cerro al Lambro, Officina grande riparazione ETR di Bologna, Gela, Manfredonia, Massa Carrara, Pioltello Rodano, Pitelli, Priolo, Sesto San Giovanni, Trento Nord e Trieste). Questi stessi siti, con l'aggiunta di Casale Monferrato, Cengio e Saliceto, Serravalle Scrivia e Sulcis-Iglesiente-Guspinese (totale: 43% dei siti), mostrano eccessi per tutte le cause naturali, in entrambi i generi, anche nella classe di età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni).

Tra i giovani adulti (20-29 anni), le analisi mostrano eccessi di ricovero per tutte le cause naturali in entrambi i generi nei siti di Bolzano, Crotone-Cassano-Cerchiara, Gela, Manfredonia, Pitelli, Priolo, Sulcis-Iglesiente-Guspinese. Tra le sole giovani donne, si riscontrano eccessi per tutte le cause naturali anche a Brescia Caffaro, Brindisi, Broni, Casale Monferrato, Crotone-Cassano-Cerchiara, Falconara Marittima, Fidenza e Massa Carrara.

cer, all malignant tumours, malignant colorectal cancer, malignant stomach cancer, total mesotheliomas, malignant breast cancer, and asbestosis.

Hospitalization. *The a priori causes of interest that occur most frequently in excess are represented in descending order by: respiratory diseases, malignant lung cancer, malignant tumours of the pleura, malignant bladder cancer, malignant breast cancer, malignant liver cancer, asthma, malignant colorectal cancer, all malignant tumours, malignant stomach cancer, non-Hodgkin's lymphomas, acute respiratory diseases, leukaemias. The differences observed between mortality and hospitalization can be attributed to the intrinsic characteristics of the diseases (higher or lower lethality, gender differences in incidence), lifestyles, and occupational phenomena.*

Age classes. *Excesses of general mortality were observed in the first year of life at the Manfredonia, Basso Bacino Fiume Chienti, Litorale Domizio Flegreo and Agro Aversano sites; in the 0-1 year and 0-19 year age groups at Casale Monferrato; in the paediatric age group at Serravalle Scrivia and at the Trento Nord site; in the 0-19 year age group at Sassuolo Scandiano; in the young age group (0-29 years) at the two municipalities of Cerchiara and Cassano (Crotone-Cassano-Cerchiara site).*

With regard to hospitalization due to natural causes, risk excesses in both genders are found in the first year of life in 35% of the sites (Porto Torres industrial areas, Bari-Fibronit, Basso bacino fiume Chienti, Bolzano, Crotone-Cassano-Cerchiara, Cerro al Lambro, Bologna ETR large repair workshop, Gela, Manfredonia, Massa Carrara, Pioltello Rodano, Pitelli, Priolo, Sesto San Giovanni, Trento Nord, and Trieste). These same sites, with the addition of Casale Monferrato, Cengio e Saliceto, Serravalle Scrivia, and Sulcis-Iglesiente-Guspinese (total: 43% of sites), show excesses for all natural causes, in both genders, even in the paediatric-adolescent age group (0-19 years).

Among young adults (20-29 years), the analyses show excesses of hospitalization for all natural causes in both genders in the Bolzano, Crotone-Cassano-Cerchiara, Gela, Manfredonia, Pitelli, Priolo, and Sulcis-Iglesiente-Guspinese sites. Among young women only, excesses for all natural causes are also found in Brescia Caffaro, Brindisi, Broni, Casale Monferrato, Crotone-Cassano-Cerchiara, Falconara Marittima, Fidenza, and Massa Carrara.

Congenital anomalies. *In the 21 sites investigated for CA, 10,126 cases of CA, validated by participating registers, were analysed out of 304,620 resident births. Genital CA is the subgroup for which the greatest num-*

RIASSUNTO

Anomalie congenite. Nei 21 siti indagati per AC, sono stati analizzati 10.126 casi di AC, validati dai registri partecipanti, su 304.620 nati residenti. Le AC dei genitali sono il sottogruppo per il quale è stato osservato il maggior numero di eccessi (in 7 siti su 21). Le evidenze disponibili non consentono di stabilire un nesso causale tra gli eccessi osservati per specifici sottogruppi di AC ed esposizione alle fonti industriali, ma i risultati suggeriscono azioni di approfondimento. L'interpretazione dei risultati appare, infatti, particolarmente complessa essendo la letteratura scientifica sull'associazione tra esposizioni a fonti industriali e AC molto limitata.

Condizioni socioeconomiche. I siti nei quali gli indicatori convergono nel mostrare la presenza di fragilità sono: Area Litorale Vesuviano, Aree industriali Val Basento, Basso Bacino fiume Chienti, Biancavilla, Crotona-Cassano-Cerchiara, Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano, Livorno, Massa Carrara, Trieste.

Impatto globale. Nel periodo 2013-2017, si stimano 8.342 decessi in eccesso (IC90% 1.875-14.809), pari a circa 1.668 casi in eccesso/anno, 4.353 decessi in eccesso tra i maschi (IC90% 334-8.372) e 3.989 tra le femmine (IC90% -1.122;9.101). L'eccesso di rischio *pooled* della mortalità generale è del 2% in entrambi i generi (SMR *pooled* 1,02; IC90% 1,00-1,04). La percentuale dei decessi in eccesso rispetto al totale dei decessi osservati è pressoché costante nel tempo, passando dal 2,5% nel 1995-2002 al 2,6% nel periodo 2013-2017. Anche il numero dei decessi in valore assoluto è molto simile tra i periodi analizzati.

I deceduti per tutti i tumori maligni contribuiscono maggiormente rappresentando il 56% degli eccessi osservati, l'eccesso di rischio di mortalità per tumore maligno nell'insieme dei siti, rispetto alle popolazioni di riferimento, è pari al 4% nella popolazione maschile (SMR *pooled* 1,04; IC90% 1,01-1,06) e del 3% tra quella femminile (SMR *pooled* 1,03; IC90% 1,01-1,05). L'ospedalizzazione (2014-2018) nell'insieme dei 46 siti è risultata in eccesso del 3% per tutte le cause, in entrambi i generi, per tutti i grandi gruppi di patologie (maschi: SHR *pooled* 1,03; IC90% 1,01-1,04 - femmine: SHR *pooled* 1,03; IC90% 1,01-1,05).

I risultati relativi alle stime *pooled* nei 46 siti sulla popolazione generale, sia riguardo alla mortalità sia ai ricoverati, sono coerenti nell'indicare eccessi di rischio in entrambi i generi per l'insieme delle patologie considerate e, in particolare, per tutti i tumori maligni.

Sono stati osservati 1.409 decessi in età pediatrico-adolescenziale e 999 tra i giovani adulti e l'analisi di mortalità nell'insieme dei 46 siti non ha mostrato elementi di criticità, con stime *pooled* per tutte le cause,

ber of excesses was observed (in 7 out of 21 sites). The available evidence does not allow a causal link to be established between the excesses observed for specific subgroups of ACs and exposure to industrial sources, but the results suggest further action. The interpretation of the results appears, in fact, particularly complex as the scientific literature on the association between exposure to industrial sources and AC is very limited.

Socioeconomic status. The sites in which the indicators converge to show the presence of fragility are: Litorale Vesuviano area, Val Basento industrial areas, Basso Bacino fiume Chienti, Biancavilla, Crotona-Cassano-Cerchiara, Litorale Domizio Flegreo and Agro Aversano, Livorno, Massa Carrara, Trieste.

Global impact. Over the period 2013-2017, an estimated 8,342 excess deaths (CI90% 1,875-14,809) or approximately 1,668 excess cases/year, 4,353 excess deaths among males (CI90% 334-8,372) and 3,989 among females (CI90% -1,122;9,101). The pooled excess risk of general mortality is 2% in both genders (pooled SMR 1.02; CI90% 1.00-1.04). The proportion of excess deaths to total observed deaths is almost constant over time, rising from 2.5% in 1995-2002 to 2.6% in 2013-2017. The number of deaths in absolute value is also very similar between the periods analysed.

Deaths from all malignant tumours contribute the most by accounting for 56% of the observed excesses, the excess risk of mortality from malignant tumours across all sites, compared to the reference populations, is 4% in the male population (pooled SMR 1.04; CI90% 1.01-1.06) and 3% among the female population (pooled SMR 1.03; CI90% 1.01-1.05).

Hospitalization (2014-2018) in the 46 sites as a whole was in excess of 3% for all causes, in both genders, for all major disease groups (males: SHR *pooled* 1.03; CI90% 1.01-1.04 - females: SHR *pooled* 1.03; CI90% 1.01-1.05).

The results for the pooled estimates at the 46 sites on the general population, both with regard to mortality and hospitalization, are consistent in indicating excess risk in both genders for all the diseases considered and, in particular, for all malignancies.

A total of 1,409 paediatric-adolescent deaths and 999 young adult deaths were observed, and the pooled analysis of mortality across the 46 sites showed no critical issues, with pooled estimates for all causes, perinatal morbid conditions and all malignancies falling short of expectations. The analysis of hospitalizations, on the other hand, showed an excess risk of 8% (males: SHR *pooled* 1.08; CI90% 1.03-1.13 - females: SHR *pooled* 1.08; CI90% 1.03-1.14) for all causes in the first year of life, and in paediatric-adolescent and juvenile age of 3-4% among males (age 0-19 years: SHR

RIASSUNTO

per le condizioni morbose di origine perinatale e per tutti i tumori maligni in difetto rispetto all'atteso. L'analisi delle ospedalizzazioni, invece, ha mostrato un eccesso di rischio dell'8% (maschi: SHR pooled 1,08; IC90% 1,03-1,13 – femmine: SHR pooled 1,08; IC90% 1,03-1,14) per tutte le cause nel primo anno di vita, e in età pediatrico-adolescenziale e giovanile del 3-4% tra i maschi (età 0-19 anni: SHR pooled 1,04; IC90% 1,02-1,06 – età 20-29 anni: SHR pooled 1,03; IC90% 1,00-1,05) e del 5% tra le femmine (in entrambe le classi di età; SHR pooled 1,05; IC90% 1,02-1,08).

L'analisi pooled della mortalità per le patologie individuate a priori ha riportato eccessi per patologie specifiche nel gruppo di siti con fonti di esposizione a esse associabili. La mortalità per mesoteliomi totali è in eccesso di tre volte nei siti con presenza di amianto (maschi: SMR pooled 3,02; IC90% 2,18-3,87 – femmine: SMR pooled 3,61; IC90% 2,33-4,88) e quella per mesoteliomi pleurici di più di due volte nell'insieme dei siti con amianto e aree portuali (maschi: SMR pooled 2,47; IC90% 1,94-3,00 – femmine: SMR pooled 2,43; IC90% 1,67-3,19). Il tumore del polmone è risultato in eccesso del 6% tra i maschi (SMR pooled 1,06; IC90% 1,03-1,10) e del 7% tra le femmine (SMR pooled 1,07; IC90% 1,00-1,13). Inoltre, sono in eccesso la mortalità per tumore del colon retto nei siti caratterizzati dalla presenza di impianti chimici, del 4% tra i maschi (SMR pooled 1,04; IC90% 1,01-1,08) e del 3% tra le femmine (SMR pooled 1,03; IC90% 1,00-1,07), e per il tumore della vescica tra la popolazione maschile dei siti con discariche (+6%: SMR pooled 1,06; IC90% 1,02-1,11). Tra le patologie di interesse a priori, i tumori dello stomaco e dei tessuti molli risultano in difetto come causa di decesso nell'insieme dei siti considerati.

Revisione della letteratura. L'aggiornamento delle evidenze epidemiologiche che sta alla base del Sesto Rapporto SENTIERI ha messo in evidenza nella popolazione generale una possibile associazione, precedentemente non emersa, tra alcune patologie e la residenza in prossimità di impianti petrolchimici e siderurgici, discariche, miniere di carbone e fonti di amianto.

Conclusioni e prospettive

Nonostante si tratti di uno studio ecologico, e gli eccessi di patologie a eziologia multifattoriale non possano mai essere attribuiti meccanicamente ai soli fattori di pressione ambientale esistenti o esistenti nei territori studiati, la capacità di individuare gli eccessi riscontrati nei siti contaminati indagati dal Progetto SENTIERI conferma la bontà di questa modalità di valutazione del profilo di salute specifico

pooled 1.04; CI90% 1.02-1.06 – age 20-29 years: SHR pooled 1.03; CI90% 1.00-1.05) and 5% among females (in both age groups; SHR pooled 1.05; CI90% 1.02-1.08). The pooled analysis of mortality for the a priori identified diseases reported excesses for specific diseases in the group of sites with sources of exposure associated with them. Mortality from total mesotheliomas is three times higher at sites with asbestos present (males: pooled SMR 3.02; CI90% 2.18-3.87 – females: pooled SMR 3.61; CI90% 2.33-4.88) and that from pleural mesotheliomas more than two times higher at the group of sites with asbestos and port areas (males: pooled SMR 2.47; CI90% 1.94-3.00 – females: pooled SMR 2.43; CI90% 1.67-3.19). Lung cancer was in excess by 6% among males (pooled SMR 1.06; CI90% 1.03-1.10) and 7% among females (pooled SMR 1.07; CI90% 1.00-1.13). In addition, there are excess mortalities for colorectal cancer at sites with chemical plants, by 4% among males (SMR pooled 1.04; CI90% 1.01-1.08) and 3% among females (SMR pooled 1.03; CI90% 1.00-1.07) and for bladder cancer among the male population of sites with landfills (+6%: SMR pooled 1.06; CI90% 1.02-1.11). Among the diseases of a priori interest, stomach and soft tissue cancers are at fault as a cause of death among all the sites considered.

Literature review. The update of the epidemiological evidence underlying the Sixth SENTIERI Report has highlighted in the general population a possible association, previously undiscovered, between certain diseases and residence near petrochemical and steel plants, landfills, coal mines and asbestos sources.

Conclusions and perspectives

Despite the fact that this is an ecological study, and the excesses of pathologies with multifactorial aetiology can never be mechanically attributed solely to the environmental pressure factors that exist or existed in the areas studied, the ability to identify the excesses found in the contaminated sites investigated by the SENTIERI Project confirms the validity of this method of assessing the site-specific health profile, based on the use of epidemiological evidence to identify pathologies of interest a priori. In interpreting the data and lending robustness to what has been observed, comparison with the results obtained in previous Reports is essential.

The global estimates give an overall picture that shows excess mortality and hospitalization in these populations compared to the rest of the population, and show how, for specific pathologies, comparable effects are produced at sites with similar contamination characteristics.

The themes developed in the in-depth chapters broaden the vision and understanding of the complex interactions between environment and health, describe the

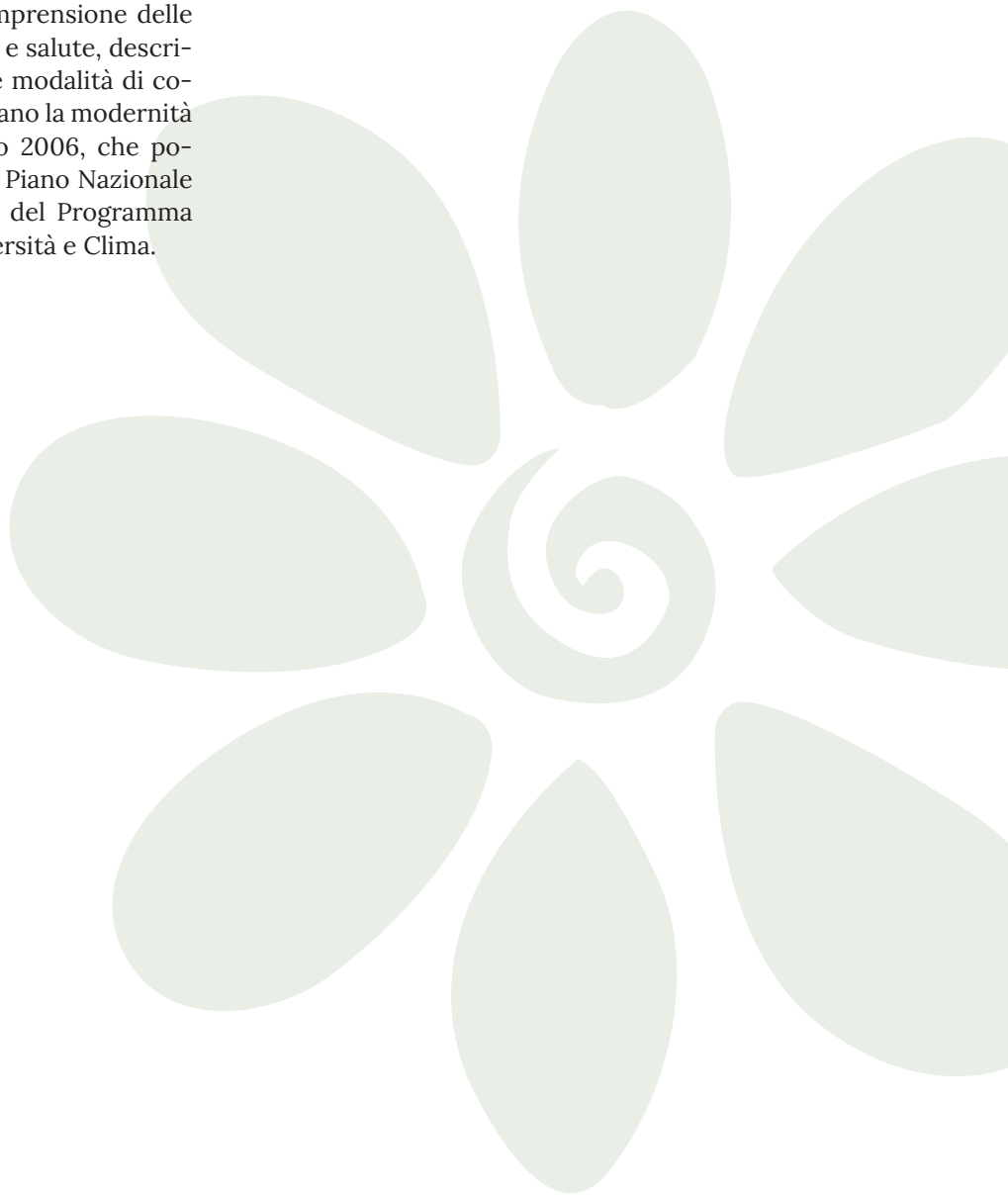
RIASSUNTO

per sito, basata sull'utilizzo delle evidenze epidemiologiche per identificare patologie di interesse *a priori*. Nella lettura dei dati e nel conferire robustezza a quanto osservato, risulta essenziale il confronto con i risultati ottenuti nei Rapporti precedenti.

Le stime globali danno un quadro d'insieme che evidenzia in queste popolazioni un eccesso di mortalità e di ospedalizzazione rispetto al resto della popolazione e mostrano come, per patologie specifiche, nei siti con caratteristiche di contaminazione simili si producano effetti comparabili.

Le tematiche sviluppate nei capitoli di approfondimento ampliano la visione e la comprensione delle complesse interazioni tra ambiente e salute, descrivono le possibilità offerte da nuove modalità di comunicazione dei risultati e confermano la modernità di un Progetto iniziato nel lontano 2006, che potrebbe innestarsi negli obiettivi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nell'ambito del Programma Operativo Salute, Ambiente, Biodiversità e Clima.

possibilities offered by new ways of communicating the results, and confirm the modernity of a Project that began way back in 2006, and that could be grafted onto the objectives of the National Recovery and Resilience Plan within the framework of the Operational Programme Health, Environment, Biodiversity and Climate.



Parole chiave: siti contaminati di interesse per le bonifiche, esposizione ambientale, mortalità, ospedalizzazione, anomalie congenite, effetti sanitari, popolazione residente, bambini, giovani adulti, sorveglianza

Keywords: National Priority Contaminated Sites, environmental exposure, mortality, hospitalization, congenital anomalies, health effects, residential population, children, young adult, surveillance

INTRODUZIONE

INTRODUCTION

Il Sesto Rapporto SENTIERI è il frutto dell'accordo di collaborazione fra Ministero della salute e Istituto superiore di sanità per il "Progetto SENTIERI: implementazione del sistema permanente di sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti nei siti contaminati di interesse per le bonifiche", finanziato dal Ministero della salute nell'ambito dei progetti CCM 2018.

In questo Rapporto sono stati studiati 46 siti di interesse per le bonifiche, di cui 39 classificati come siti di interesse nazionale (SIN) e 7 di interesse regionale (SIR). Il sito Officina Grande Riparazione ETR di Bologna viene inserito per la prima volta, mentre il sito Laguna di Grado e Marano è stato ripermetrato e ridenominato "Caffaro di Torviscosa".

Nella tabella 1 si elencano i siti analizzati, distinti per Regioni di appartenenza, competenza amministrativa per le attività di gestione delle bonifiche (sito di interesse nazionale o regionale), i Comuni ricadenti in ciascun sito, le *fonti di esposizione ambientale* presenti. Si tratta di informazioni tratte dalla documentazione relativa ai diversi territori e dai decreti istitutivi e di perimetrazione (si vedano i Materiali supplementari online: SENTIERI6_Siti_decreti.xlsx, SENTIERI6_Siti_informazioni.docx).

La Guida alla lettura fornisce elementi utili per la comprensione dei risultati relativi ai singoli siti e la mappa concettuale del Progetto SENTIERI 2019-2022 mostra al lettore una visione generale della struttura del Progetto. Per ciascun sito, SENTIERI presenta, in forma di scheda, le informazioni generali sul territorio, la numerosità della popolazione residente, le *fonti di esposizione ambientale* e, per la prima volta, una descrizione delle condizioni della popolazione residente in termini di deprivazione socio-economica. Seguono il profilo di salute generale, basato sui grandi gruppi di patologie, e quello

relativo a patologie riconducibili alle *fonti di esposizione ambientale* specifiche di ciascun sito. I risultati relativi alla mortalità e ai ricoveri vengono letti alla luce delle evidenze scientifiche sull'associazione tra *fonti di esposizione ambientale* nei siti contaminati ed esiti di salute, evidenze che in questa edizione sono state aggiornate (si veda l'articolo «Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra *fonti di esposizione ambientale* nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento»). Sono presentate analisi di dettaglio per le età pediatrico-adolescenziali e giovanili, e per le anomalie congenite diagnosticate entro il primo anno di vita per i Siti coperti dalla registrazione di tali esiti.

A differenza di quanto avvenuto nei due Rapporti precedenti,^{1,2} nel Sesto Rapporto SENTIERI non sono presenti analisi dei dati di incidenza neoplastica a causa della mancata collaborazione con l'Associazione italiana registri tumori (AIRTUM), in parte dovuta alla difficoltà insorte nell'ottemperare al nuovo Regolamento generale sulla protezione dei dati personali e della privacy emesso dalla Comunità europea.³ Un *vulnus* che ci si augura venga quanto prima normativamente superato per il bene della sanità pubblica.

In questo Supplemento sono presenti articoli di approfondimento che hanno provveduto ad aggiornare alcune parti di questo Progetto, ad ampliarne la prospettiva, introducendo nuovi approcci metodologici.

La revisione sistematica della letteratura scientifica, sviluppata secondo le più recenti linee guida e indicazioni del settore,⁴ ha consentito l'aggiornamento della valutazione delle evidenze, elemento peculiare di SENTIERI; la revisione della legislazione, delle caratteristiche della contaminazione, delle *fonti di esposizione ambientale* ha contribuito all'inquadramento ambientale dei siti.⁵

INTRODUZIONE

Tabella 1. I siti di SENTIERI 2019-2022.
Table 1. Sites studied in SENTIERI 2019-2022.

| | Competenza bonifica al 2021 | Sorgenti di esposizione (aggiornamento SENTIERI 2021) |
|---|---------------------------------------|---|
| Valle d'Aosta | | |
| Emarese | SIN | A |
| Piemonte | | |
| Balangero (Balangero, Corio) | SIN | D |
| Casale Monferrato (Alfiano Natta, Altavilla Monferrato, Balzola, Borgo San Martino, Bozzole, Camagna Monferrato, Camino, Casale Monferrato, Castelletto Merli, Cella Monte, Cereseto, Cerrina Monferrato, Coniolo, Conzano, Frassinello Monferrato, Frassineto Po, Gabiano, Giarole, Mirabello Monferrato, Mombello Monferrato, Moncalvo, Moncestino, Morano sul Po, Murisengo, Occimiano, Odalengo Grande, Odalengo Piccolo, Olivola, Ottiglio, Ozzano Monferrato, Palazzolo Vercellese, Pomaro Monferrato, Pontestura, Ponzano Monferrato, Rosignano Monferrato, Sala Monferrato, San Giorgio Monferrato, Serralunga Di Crea, Solonghelo, Terruggia, Ticineto, Treville, Trino, Valmacca, Vignale Monferrato, Villadeati, Villamiroglio, Villanova Monferrato) | SIN | A |
| Pieve Vergonte (Piedimulera, Pieve Vergonte, Vogogna) | SIN | C, D |
| Serravalle Scrivia (Serravalle Scrivia, Stazzano) | SIN | C |
| Piemonte, Liguria | | |
| Cengio e Saliceto (Bergolo, Bistagno, Bubbio, Cairo Montenotte, Camerana, Castelletto Uzzone, Castino, Cengio, Cessole, Cortemilia, Cosseria, Cravanzana, Feisoglio, Gorzegno, Gottasecca, Levice, Loazzolo, Millesimo, Mombarcaro, Monastero Bormida, Monesiglio, Montezemolo, Niella Belbo, Perletto, Ponti, Prunetto, Sale San Giovanni, Saliceto, San Giorgio Scarampi, Sessame, Torre Bormida, Vesime) | SIN | C, D |
| Liguria | | |
| Cogoleto-Stoppani (Arenzano, Cogoleto) | SIN | C, D |
| Pitelli (La Spezia, Lerici) | SIR | A, AP, C, D, E |
| Lombardia | | |
| Brescia-Caffaro (Brescia, Castegnato, Passirano) | SIN | C, D |
| Broni | SIN | A |
| Cerro al Lambro (Cerro al Lambro, San Zenone al Lambro) | SIR | D |
| Laghi di Mantova e polo chimico (Borgo Virgilio, Mantova) | SIN | AP, C, D, P&R |
| Pioltello Rodano (Pioltello, Rodano) | SIN | C, D |
| Sesto San Giovanni (Sesto San Giovanni, Cologno Monzese) | SIN | D, S |
| Veneto | | |
| Venezia (Porto Marghera) (Venezia) | SIN | AP, C, D, E, P&R |
| Trentino Alto Adige | | |
| Bolzano | SIR | C |
| Trento Nord (Trento) | SIN | C |
| Friuli Venezia Giulia | | |
| Caffaro di Torviscosa (Torviscosa) | SIN | C, D |
| Trieste (Muggia, Trieste) | SIN | AP, C, P&R, S |
| Emilia-Romagna | | |
| Fidenza (Fidenza, Salsomaggiore Terme) | SIN | C, D |
| Officina grande riparazione ETR di Bologna (Bologna) | SIN | A |
| Sassuolo-Scandiano (Casalgrande, Castellarano, Castelvetro di Modena, Maranello, Rubiera, Sassuolo) | SIR | C |
| Toscana | | |
| Livorno (Collesalveti, Livorno) | SIN | AP, P&R |
| Massa Carrara (Carrara, Massa) | SIN | A, AP, C, D, I, P&R, S |
| Orbetello (area ex SITOCO) | SIN | C |
| Piombino | SIN | AP, C, D, E, S |

Legenda acronimi esposizioni ambientali / Legend of acronyms of environmental exposures

| | | | |
|---|--|--|--|
| A amianto e fibre asbestiformi asbestos and asbestos fibres | D discariche di rifiuti pericolosi e/o misti landfill of hazardous or mixed waste | I inceneritore di prima generazione first-generation incinerator | P&R impianti petrolchimici e/o raffinerie petrochemical plant and/or refinery |
| AP area portuale harbour area | E centrali elettriche electric power plants | M miniere di carbone coal mines | S impianti siderurgici steel industry |
| C industrie chimiche chemical plants | | | |

INTRODUZIONE

Tabella 1. I siti di SENTIERI 2019-2022.
Table 1. Sites studied in SENTIERI 2019-2022.

| | Competenza bonifica al 2021 | Sorgenti di esposizione (aggiornamento SENTIERI 2021) |
|---|---|--|
| Umbria | | |
| Terni Papigno (Terni) | SIN | D, S |
| Marche | | |
| Basso Bacino Fiume Chienti (Civitanova Marche, Montecosaro, Morrovalle, Porto Sant'Elpidio, Sant'Elpidio a Mare) | SIR | C |
| Falconara Marittima | SIN | C, E, P&R |
| Abruzzo | | |
| Bussi sul Tirino (Alanno, Bolognano, Bussi sul Tirino, Castiglione a Casauria, Chieti, Manoppello, Popoli, Rosciano, Scafa, Tocco da Casauria, Torre de' Passeri) | SIN | C, D, E |
| Lazio | | |
| Bacino del Fiume Sacco (Anagni, Arce, Artena, Castro Dei Volsci, Ceccano, Ceperano, Colferro, Falvaterra, Ferentino, Frosinone, Gagnano, Morolo, Paliano, Pastena, Patrica, Pofi, Segni, Sgurgola, Supino) | SIN | C, D |
| Campania | | |
| Area Litorale Vesuviano (Boscotrecase, Boscoreale, Castellammare di Stabia, Ercolano, Pompei, Portici, San Giorgio a Cremano, Terzigno, Torre Annunziata, Torre del Greco, Trecase) | SIR | A, D |
| Litorale Domizio Flegreo e agro Aversano (Acerra, Arienzo, Aversa, Bacoli, Bruscianno, Caivano, Camposano, Cancelli ed Arnone, Capodrise, Capua, Carinaro, Carinola, Casagiove, Casal di Principe, Casaluce, Casamarciano, Casapesenna, Casapulla, Caserta, Castel Volturno, Castello di Cisterna, Cellole, Cervino, Cesa, Cicciano, Cimitile, Comiziano, Curti, Falciano del Massico, Francolise, Frignano, Giugliano in Campania, Grazzanise, Gricignano di Aversa, Lusciano, Macerata Campania, Maddaloni, Marcianise, Mariglianella, Marigliano, Melito di Napoli, Mondragone, Monte di Procida, Nola, Orta di Atella, Parete, Pomigliano d'Arco, Portico di Caserta, Pozzuoli, Qualiano, Quarto, Recale, Roccarainola, San Cipriano d'Aversa, San Felice a Cancelli, San Marcellino, San Marco Evangelista, San Nicola La Strada, San Paolo Belsito, San Prisco, San Tammaro, San Vitaliano, Santa Maria a Vico, Santa Maria Capua Vetere, Santa Maria La Fossa, Sant'Arpino, Saviano, Scisciano, Sessa Aurunca, Succivo, Teverola, Trentola-Ducenta, Tufino, Villa di Briano, Villa Literno, Villaricca, Visciano) | SIR | D |
| Puglia | | |
| Bari-Fibronit (Bari) | SIN | A |
| Brindisi | SIN | AP, C, D, E, P&R |
| Manfredonia (Manfredonia, Monte Sant'Angelo) | SIN | C, D |
| Taranto (Statte, Taranto) | SIN | AP, D, P&R, S |
| Basilicata | | |
| Area industriale Val Basento (Ferrandina, Grottole, Miglionico, Pisticci, Pomarico, Salandra) | SIN | A, C |
| Tito | SIN | A, C, D, S |
| Calabria | | |
| Crotone-Cassano-Cerchiara (Cassano allo Ionio, Cerchiara di Calabria, Crotone) | SIN | C, D |
| Sicilia | | |
| Biancavilla | SIN | A |
| Gela | SIN | C, D, P&R |
| Area industriale di Milazzo (Milazzo, Pace del Mela, San Filippo del Mela) | SIN | A, D, E, P&R, S |
| Priolo (Augusta, Melilli, Priolo Gargallo, Siracusa) | SIN | A, AP, C, D, P&R |
| Sardegna | | |
| Aree industriali di Porto Torres (Porto Torres, Sassari) | SIN | AP, C, D, E, P&R |
| Sulcis-Iglesiente-Guspinese (Arbus, Assemini, Buggerru, Calasetta, Capoterra, Carbonia, Carloforte, Domus De Maria, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Gonnosfanadiga, Guspini, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Pabillonis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, Pula, San Gavino Monreale, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Sarroch, Siliqua, Teulada, Tratalias, Uta, Vallermosa, Villa San Pietro, Villacidro, Villamassargia, Villaperuccio) | SIN | C, D, M |

Legenda acronimi esposizioni ambientali / Legend of acronyms of environmental exposures

| | | | |
|---|--|--|--|
| A amianto e fibre asbestiformi asbestos and asbestos fibres | D discariche di rifiuti pericolosi e/o misti landfill of hazardous or mixed waste | I inceneritore di prima generazione first-generation incinerator | P&R impianti petrolchimici e/o raffinerie petrochemical plant and/or refinery |
| AP area portuale harbour area | E centrali elettriche electric power plants | M miniere di carbone coal mines | S impianti siderurgici steel industry |
| C industrie chimiche chemical plants | | | |

INTRODUZIONE

L'approccio basato sugli inquinanti prioritari, già utilizzato in precedenza, è stato impiegato per ampliare l'analisi dei dati sanitari dei siti di Trieste, Piombino, Livorno, Falconara e Area industriale di Milazzo,⁶ basandosi sulle conoscenze delle evidenze scientifiche degli effetti di specifici contaminanti presenti in queste aree su tessuti e organi bersaglio; è stata inoltre studiata per alcune cause, in alcuni siti, la mortalità attribuibile all'inquinamento atmosferico.⁷

Per la prima volta è stata condotta una riflessione sulle modalità di studio dell'andamento della mortalità nel lungo periodo,⁸ e sul contributo che SENTIERI può fornire per valutare i fenomeni di (in)giustizia ambientale nei principali siti contaminati italiani e, in prospettiva, al ruolo che può avere per la promozione della giustizia ambientale in tali siti.⁹

Viene fornita una stima dell'impatto sanitario globale dei siti contaminati nel Paese, valutando il carico di mortalità in eccesso e le stime di rischio metanalitiche di mortalità e ospedalizzazione nell'insieme delle popolazioni residenti nei siti indagati.¹⁰ Tale approccio fornisce una stima degli eccessi di rischio che l'insieme delle popolazioni residenti in queste aree esperisce rispetto al resto della popolazione.

È stata sviluppata la mappa concettuale digitale e interattiva del Progetto SENTIERI 2019-2022 che, attraverso la rappresentazione grafica dei contenuti e delle

loro relazioni, fornisce un nuovo strumento per la comunicazione di SENTIERI nei siti contaminati e in prospettiva può essere usata come modello per lo sviluppo di mappe concettuali specifiche per sito.¹¹

Il Progetto presenta un carattere costantemente evolutivo, fortemente perseguito dal Gruppo di lavoro SENTIERI 2019-2022.

A testimonianza del valore scientifico del Progetto, si ricorda che dal 2014 SENTIERI costituisce una rilevazione statistica del Programma Statistico Nazionale, nel settore Ambiente e Territorio.

In chiusura, si desidera citare quanto il Dott. Marcos A. Orellana, United Nations Special Rapporteur on human rights and environmentally sound management and disposal of hazardous substances and wastes, ha scritto al termine della sua visita in Italia (Dicembre 2021) a proposito di SENTIERI: «I welcome the establishment and important work carried out by the National Epidemiological Study of Territories and Settlements Exposed to Pollution Risk, also known as the SENTIERI project (...). I call Italy to ensure periodic and adequate funding for the continuation of the SENTIERI programme and to take effective action to address its findings».¹²

Bibliografia

- Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:1-170.
- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
- Regolamento generale sulla protezione dei dati. Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L. 119/1. Disponibile all'indirizzo: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=IT>
- Vecchi S, Benedetti M, Fazzo L, Bruno C, Zona A. Revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute, Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:289-309.
- Scaini F, Benedetti M, Soggiu ME, Zona A, Settimo G, Beccaloni E. I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:310-15.
- Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M, et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.
- Bauleo L, Fabri A, De Santis M, Soggiu ME, Ancona C. Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:338-53.
- Stoppa G, Minelli G, Manno V et al & Gruppo di lavoro Statistica SENTIERI. Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di Sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:354-65.
- Pasetto R, Marsili D. Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:374-84.
- Fazzo L, Minichilli F, Manno V et al. Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:366-74.
- Marsili D, Iavarone I, Pasetto R et al. La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica "SENTIERI" nei siti contaminati. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:385-91.
- United Nations. End-of-visit statement by the United Nations Special Rapporteur on toxics and human rights, Marcos A. Orellana on his visit to Italy, 30 November to 13 December 2021. Disponibile all'indirizzo: <https://www.ohchr.org/en/statements/2022/01/end-visit-statement- united-nations-special-rapporteur-toxics-and-human-rights>

OBIETTIVI E METODOLOGIA

OBJECTIVES AND METHODOLOGY

Obiettivi

L'obiettivo principale del Sesto Rapporto SENTIERI è l'aggiornamento dell'analisi della mortalità e dell'ospedalizzazione relativi alla popolazione generale residente in 46 siti di interesse per le bonifiche inclusi nel Progetto SENTIERI. Questo aggiornamento riguarda, inoltre, la popolazione in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. È incluso lo studio delle anomalie congenite (AC) nei siti coperti da registri di malformazioni congenite.

Sono stati raggiunti i seguenti obiettivi specifici:

- revisione sistematica della letteratura scientifica relativa ai nessi causali tra residenza presso *fonti di esposizione ambientale* di interesse in SENTIERI ed effetti sulla salute;¹
- conseguente aggiornamento delle evidenze scientifiche tra esposizione ambientale ed effetti sulla salute (si veda il capitolo «Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento», pp. 31-35);
- aggiornamento delle fonti di contaminazione, della caratterizzazione e della legislazione relativa ai siti in studio;²
- individuazione in siti selezionati di inquinanti (prioritari e non) e valutazione degli effetti sulla salute dei residenti;³
- valutazione in un gruppo di siti selezionati della mortalità attribuibile all'inquinamento atmosferico;⁴
- individuazione di un approccio per lo studio dell'andamento della mortalità nel lungo periodo;⁵
- stime globali degli effetti sulla salute della popolazione residente nei siti studiati;⁶
- inquadramento delle condizioni di (in)giustizia am-

bientale e delle strategie per la promozione della giustizia ambientale per le comunità residenti nei siti studiati;⁷

- individuazione di uno strumento digitale interattivo per la comunicazione nei territori studiati.⁸

Metodologia

Sezione Analisi della mortalità e delle ospedalizzazioni Mortalità

■ **Fonte dei dati.** La base di dati utilizzata è quella elaborata dal Servizio di statistica dell'Istituto superiore di sanità (ISS) a partire dall'indagine sulle cause di morte effettuata dall'Istituto nazionale di statistica (Istat).

■ **Periodo temporale.** Sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2013-2017 (ultimo anno reso disponibile dall'Istat al momento dell'analisi).

■ **Le cause di morte.** Le cause di morte vengono classificate a livello internazionale secondo un sistema di codifica denominato *International Classification of Diseases (ICD)* elaborato dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS). L'ICD è la base per la produzione delle statistiche di mortalità per causa e costituisce il principale strumento di armonizzazione delle statistiche di mortalità per causa, in quanto fornisce criteri condivisi e largamente adottati per i vari aspetti del processo di produzione del dato. Infatti, l'ICD raccomanda un modello generale per la struttura del certificato attraverso cui vengono raccolte le informazioni sulle cause, fornisce le regole per la codifica e la selezione della causa iniziale e riporta definizioni e indicatori standard per l'analisi dei dati.

OBIETTIVI E METODOLOGIA

L'ICD viene sottoposta periodicamente ad aggiornamenti, per adottare classificazioni sempre più analitiche e rispondenti al progredire delle conoscenze mediche sulle patologie, denominate "revisioni". A partire dall'anno 2003, è stata adottata in Italia la classificazione tuttora vigente, la decima revisione (ICD-10) (<https://www.istat.it/it/files/2018/10/codifica-delle-cause-di-morte-ICD10-2016.pdf>). Negli anni precedenti al 2003, era in vigore la nona revisione (ICD-9) applicata per i decessi dal 1979 al 2002. Le modifiche introdotte dall'ICD-10 sono di particolare rilievo e riguardano diversi aspetti: aumento del dettaglio (si passa infatti da 5.000 a 8.000 categorie), spostamento di diverse entità diagnostiche in gruppi nosologici diversi, modifica nelle regole di codifica e di selezione della causa iniziale. I cambiamenti prodotti negli andamenti temporali della mortalità per causa sono stati documentati attraverso uno studio di *bridge coding*.⁹ È stata considerata la causa principale, riportata nei certificati di decesso (tabella 1).

■ **Classi di età.** L'analisi della mortalità è stata effettuata sull'intera popolazione generale (tutte le età), separatamente per maschi e femmine e su alcune fasce di età specifiche (si veda sezione successiva), per l'insieme dei due generi e separatamente per maschi e femmine.

■ **Cause selezionate.** L'elenco delle cause di morte selezionate per le analisi nella popolazione generale (tutte le età) è descritto nella Tabella 1 con i relativi codici ICD-10.

Ospedalizzazioni

■ **Fonte dei dati.** La base di dati utilizzata è quella nazionale delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) disponibile presso il Servizio di statistica dell'ISS, basata sui dati delle ospedalizzazioni forniti dal Ministero della salute. La SDO è lo strumento di raccolta delle informazioni relative a ogni paziente dimesso dagli istituti di ricovero pubblici e privati in tutto il territorio nazionale. Le SDO sono compilate dai medici che hanno avuto in cura il paziente ricoverato; le informazioni raccolte e codificate sono trasmesse alle Regioni e da queste al Ministero della salute. Nel database nazionale delle SDO è riportato un codice anonimo univoco che consente di seguire gli accessi ospedalieri per ogni paziente in tutto il territorio nazionale per tutti gli anni a disposizione.

■ **Periodo temporale.** Sono stati analizzati i dati relativi al periodo 2014-2018 (ultimo anno reso disponibile dal Ministero della salute al momento dell'analisi).

■ **Le diagnosi di ricovero.** Le diagnosi di ricovero vengono classificate a livello internazionale mediante un sistema denominato ICD-9-CM (*International Classification of Diseases - Clinical Modification*), ap-

plicato anche nel nostro Paese. Ciascuna SDO riporta una "diagnosi principale" e fino a cinque "diagnosi secondarie"; in linea con le precedenti edizioni, si è deciso di esaminare solo la diagnosi principale, optando per la cosiddetta "scelta conservativa", che potrebbe portare a una sottostima dei casi, ma che minimizza i falsi positivi. L'analisi ha riguardato l'insieme dei ricoveri ordinari e in day hospital. Poiché lo scopo è di stimare nel modo più accurato possibile la prevalenza di malattia e dato che, in particolare per le patologie oncologiche, molti trattamenti chemio/radioterapici sono svolti in regime diurno, le analisi hanno escluso i ricoveri nelle lungo-degenze e nelle riabilitazioni, strutture non attinenti al presente lavoro. Per descrivere l'ospedalizzazione di popolazioni, l'analisi è stata svolta sulle persone ricoverate (e non sul numero dei ricoveri), di cui si descrive il primo ricovero avvenuto nel periodo di tempo e nella fascia d'età esaminati.

■ **Classi di età e genere.** L'analisi dei ricoveri ospedalieri è stata effettuata sull'intera popolazione generale (tutte le età), separatamente per maschi e femmine e su alcune fasce di età specifiche (si veda sezione successiva), per l'insieme dei due generi e separatamente per maschi e femmine.

■ **Cause selezionate.** Sono stati analizzati i ricoveri per le cause naturali (quindi tranne le cause violente), esclusi i parti e le loro conseguenze. L'elenco delle diagnosi primarie di ospedalizzazione e i relativi codici ICD-9-CM sono riportati in Tabella 2.

Indice di deprivazione (ID)

la base dello studio è rappresentata dalle popolazioni residenti nei Comuni appartenenti ai 46 siti studiati. Per i denominatori degli indicatori statistici utilizzati, sono state usate le medie delle popolazioni comunali per età e sesso al 1° gennaio dell'anno x e 1° gennaio dell'anno $x+1$, desumibili dal sito dell'Istat (<https://demo.istat.it/>).

Indicatori statistici

Il rischio di mortalità per causa è stato stimato attraverso il rapporto standardizzato di Mortalità (*standardized mortality ratio*, SMR) che confronta, per stesso genere, età e periodo di calendario, il numero di decessi osservati nella popolazione dei comuni di ogni sito con il numero di decessi attesi se questa popolazione avesse sperimentato i livelli di mortalità della popolazione di riferimento. A tal fine, sono state utilizzate le popolazioni delle Regioni in cui si trovano i siti, tranne che per i siti di Trento Nord e di Bolzano, per i quali è stato impiegato il riferimento provinciale, escludendo le popolazioni dei siti presenti nella Regione. Questa scelta introduce un cambiamento rispetto ai Rapporti SENTIERI preceden-

OBIETTIVI E METODOLOGIA

| Causa di morte | Codici ICD-10 |
|---|---------------------------------|
| MORTALITÀ GENERALE | A00-T98 |
| Malattie infettive e parassitarie | A00- B99 |
| Epatite virale | B15 -B19 |
| Tutti i tumori maligni | C00-C97 |
| Tumori maligni dell'esofago | C15 |
| Tumori maligni dello stomaco | C16 |
| Tumori maligni del colon retto | C18-C20 |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | C22 |
| Tumori maligni del pancreas | C25 |
| Tumori maligni della laringe | C32 |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | C33-C34 |
| Melanoma maligno della cute | C43 |
| Mesoteliomi | C45 |
| Mesotelioma maligno della pleura | C45.0 |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | C49 |
| Tumori maligni della mammella | C50 |
| Tumori maligni dell'utero | C53-C55 |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | C56-C57 |
| Tumori maligni della prostata | C61 |
| Tumori maligni del testicolo | C62 |
| Tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari | C64-C66, C68 |
| Tumori maligni del rene | C64 |
| Tumori maligni della vesciva | C67 |
| Tumori del sistema nervoso centrale | C70-C72, D32-D33 |
| Tumori maligni del sistema linfoematopoietico e tessuti correlati | C81-C96 |
| Linfoma di Hodgkin | C81 |
| Linfomi non Hodgkin | C82-C85 |
| Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi | C88, C90 |
| Leucemie | C91-C95 |
| Leucemia linfoide (acuta e cronica) | C91 |
| Leucemia mieloide (acuta e cronica) | C92 |
| Diabete mellito | E10-E14 |
| Demenza e malattia di Alzheimer | F01, F03, G30 |
| Malattie del sistema nervoso centrale | G00-G99 |
| Malattia dei neuroni motori | G12.2 |
| Morbo di Parkinson e parkinsonismo secondario | G20-G21 |
| Sclerosi multipla | G35 |
| Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate | G62.9 |
| Malattie del sistema circolatorio | I00-I99 |
| Malattia ipertensiva | I10-I15 |
| Malattie ischemiche del cuore | I20-I25 |
| Infarto miocardico acuto | I21-I22 |
| Malattie cerebrovascolari | I60-I69 |
| Malattie dell'apparato respiratorio | J00-J99 |
| Malattie respiratorie acute | J00-J06, J10-J18, J20-J22 |
| Malattie polmonari croniche | J41-J44, J47 |
| Asma | J45-J46 |
| Pneumoconiosi | J60-J64 |
| Asbestosi | J61 |
| Malattie dell'apparato digerente | K00-K93 |
| Cirrosi e altre malattie croniche del fegato | K70, K73-K74 |
| Malattie dell'apparato urinario | N00-N39 |
| Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali | N00-N06, N10-12, N14-15, N17-19 |
| Insufficienza renale cronica | N18 |
| Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti | R00-R99 |
| Traumatismi e avvelenamenti | V01-Y89 |
| Avvelenamento accidentale da ed esposizione a sostanze nocive | X40-X49 |

Tabella 1. Cause di morte e codici ICD-10, popolazione generale.

Table 1. Death causes and ICD-10 codes, general population.

OBIETTIVI E METODOLOGIA

| Diagnosi | Codici ICD-9-CM |
|---|-------------------|
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 001-629,677-799 |
| Malattie infettive e parassitarie | 001-139 |
| Epatite virale | 070 |
| Tutti i tumori maligni | 140-208 |
| Tumori maligni dell'esofago | 150 |
| Tumori maligni dello stomaco | 151 |
| Tumori maligni del colon retto | 153,1540-1541 |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 155 |
| Tumori maligni del pancreas | 157 |
| Tumori maligni della laringe | 161 |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 162 |
| Tumori maligni della pleura | 163 |
| Tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari | 170 |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 171 |
| Melanoma maligno della cute | 172 |
| Tumori maligni della mammella femminile | 174 |
| Tumori maligni della mammella maschile | 175 |
| Tumori maligni dell'utero | 179-180,182 |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | 183 |
| Tumori maligni della prostata | 185 |
| Tumori maligni del testicolo | 186 |
| Tumori maligni della vescica | 188 |
| Tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari | 189 |
| Tumori maligni del rene, eccetto la pelvi | 189.0 |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | 191-192, 225 |
| Tumori maligni della ghiandola tiroidea | 193 |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | 200-208 |
| Linfomi non Hodgkin | 200, 202 |
| Linfoma di Hodgkin | 201 |
| Mieloma multiplo | 203 |
| Leucemie | 204-208 |
| Leucemia linfoide | 204 |
| Leucemia mieloide | 205 |
| Diabete | 250 |
| Demenze e malattia di Alzheimer | 290, 331.0 |
| Malattie del sistema nervoso centrale | 330-349 |
| Morbo di Parkinson | 332 |
| Malattia del motoneurone | 3352 |
| Sclerosi multipla | 340 |
| Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate | 3579 |
| Malattie del sistema circolatorio | 390-459 |
| Malattie cardiache | 390-429 |
| Malattie ischemiche del cuore | 410-414 |
| Malattie ischemiche acute | 410-411 |
| Malattie cerebrovascolari | 430-438 |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 460-519 |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | 460-466,480-487 |
| Malattie polmonari cronico-ostruttive | 490-492, 494, 496 |
| Asma | 493 |
| Pneumoconiosi | 500-505 |
| Asbestosi | 501 |
| Malattie dell'apparato digerente | 520-579 |
| Malattia epatica cronica e cirrosi | 571 |
| Malattie dell'apparato urinario | 580-599 |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 580-586 |
| Insufficienza renale cronica | 585 |

Tabella 2. Diagnosi di ricovero e codici ICD-9-CM, popolazione generale.

Table 2. Hospitalization causes and ICD-9-CM codes, general population.

OBIETTIVI E METODOLOGIA

ti,¹⁰⁻¹³ ed è stata fatta allo scopo di evitare l'effetto di diluizione (attenuazione) delle stime di rischio.

Il valore degli SMR è stato moltiplicato per 100, in modo da poter esprimere gli eccessi o i difetti in termini percentuali. L'aggettivo "standardizzato" si riferisce al fatto che l'SMR tiene conto delle diverse distribuzioni per età delle popolazioni a confronto, in modo che esse non influenzino i risultati. L'SMR esprime dunque, in percentuale, l'eccesso o il difetto di mortalità della popolazione in studio rispetto a quella di riferimento, al netto delle influenze esercitate dalla diversa composizione per età. Il valore 100 rappresenta il valore medio della popolazione scelta come riferimento: valori di SMR inferiori a 100 rappresentano un difetto di mortalità, quelli superiori rappresentano un eccesso. Accanto alla stima puntuale, è stato calcolato l'intervallo di confidenza dell'SMR al 90% (IC90%), avvalendosi della formula di Poisson per un numero di decessi osservati inferiore a 100 e dell'approssimazione di Byar per un numero di decessi osservati uguale o superiore a 100. Gli intervalli di confidenza esprimono il grado di precisione e incertezza delle stime di rischio.

In analogia alla mortalità, come indicatore del rischio di ospedalizzazione per una diagnosi specifica è stato calcolato il rapporto standardizzato di ospedalizzazione (*standardized hospitalization rate*, SHR) rispetto a una popolazione di riferimento. La definizione dell'SHR e della popolazione di riferimento è analoga a quella dell'SMR già descritto, ovvero l'SHR compara il numero osservato di persone ricoverate in un sito con il numero atteso di persone ricoverate se la popolazione avesse sperimentato i livelli di ospedalizzazione della popolazione di riferimento. Anche gli SHR sono corredati da IC al 90%, calcolati in analogia con quanto svolto per gli SMR.

Protezione della privacy

Le analisi e le elaborazioni di questo rapporto sono fatte nel rispetto del Regolamento generale sulla protezione dei dati emanato il 27.04.2016 da Parte del Parlamento europeo e del Consiglio europeo.¹⁴

Questo Regolamento, a cui ci si riferisce come "RGPD 2016/679", è entrato in vigore in tutti i Paesi europei, compresa l'Italia, il 24.05.2018; le norme italiane preesistenti sono state armonizzate e integrate, dando così luogo alla nuova – e attuale – versione del Codice di protezione dei dati personali.

La nuova impostazione ha posto specifica attenzione ai dati personali che riguardino "categorie particolari", ovvero attinenti a tematiche che nella precedente normativa venivano denominate "sensibili" – quale è la salute – rendendone lecito il trattamento quando si sia ottenuto il consenso dell'interessato ovvero quan-

do esso sia necessario per motivi di interesse pubblico nel campo della salute (art. 9 RGPD).

Il Progetto SENTIERI, dopo un approfondito lavoro istruttorio svolto nell'ambito del Sistema statistico nazionale (SISTAN), nel 2014 è entrato a far parte del corpus della statistica ufficiale del nostro Paese, il Programma statistico nazionale (PSN), nel settore "ambiente e territorio". Questa appartenenza, oltre a garantire la qualità degli aspetti metodologico-statistici, fa sì che l'aderenza (cosiddetta *compliance*) alla normativa vigente in ambito di privacy – dunque attualmente al RGPD – venga vagliata e approvata con provvedimento adocratico da parte del Garante della protezione dei dati personali.

Per quanto riguarda la diffusione dei dati personali, continua a valere la norma del Codice di deontologia per cui, nell'ambito di studi scientifici, i dati personali possano essere diffusi solo sotto forma aggregata, secondo la definizione data dalla lettera a), comma 1, art. 5, del predetto Codice, la quale recita che «si considerano dati aggregati le combinazioni di modalità alle quali è associata una frequenza non inferiore a una soglia prestabilita, ovvero un'intensità data dalla sintesi dei valori assunti da un numero di unità statistiche pari alla suddetta soglia. Il valore minimo attribuibile alla soglia è pari a tre».

Pertanto, nella diffusione dei risultati dello studio SENTIERI, espressi sotto forma di tabelle in cui vi siano frequenze di corrispondenti a specifiche cause di morte o diagnosi di ricovero, con valore 0, 1 oppure 2, esse sono denotate con <3.

Sezione Analisi della mortalità e delle ospedalizzazioni nelle popolazioni pediatrica, adolescenziale e giovanile

Le analisi di mortalità e di ospedalizzazione sono state condotte per il primo anno di vita e per le classi di età pediatrica (0-14 anni), pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), giovanile (20-29 anni) e complessivamente per la classe 0-29 anni.

In considerazione della rarità degli eventi sanitari nei bambini e nei giovani (soprattutto per l'esito di mortalità) e della ridotta numerosità delle popolazioni nella maggior parte dei siti in studio, si è deciso di orientare la scelta delle patologie da indagare sui grandi gruppi di malattie. Inoltre, sono state selezionate cause di decesso o diagnosi di ricovero anche sulla base di evidenza indiretta della loro associazione negli adulti con le fonti di contaminazione presenti nei siti in studio.

Le fonti dei dati sanitari, i periodi temporali e i siti indagati sono quelli utilizzati per le analisi sulla popolazione generale (tutte le età).

Il calcolo degli SMR, degli SHR e dei relativi IC90% è

OBIETTIVI E METODOLOGIA

stato effettuato, come per tutte le età, utilizzando il riferimento regionale (provinciale per i siti di Trento Nord e di Bolzano) ed escludendo dai riferimenti le popolazioni dei siti presenti all'interno della regione. Il valore degli SMR e degli SHR è stato moltiplicato per 100, in modo da poter esprimere gli eccessi o i difetti in termini percentuali.

Le analisi sono state condotte sia sull'insieme dei due

generi sia separatamente per maschi e femmine. Le stime distinte per genere sono state riportate, là dove risultavano informative, nel testo delle schede dei singoli siti.

Le tabelle 3 e 4 riportano, per fasce di età, rispettivamente per le analisi di mortalità e di ospedalizzazione, le patologie considerate e i relativi codici di classificazione.

| Cause di morte | Codici ICD-10 | Età (anni) | | | |
|--|----------------------------|------------|------|-------|------|
| | | <1 | 0-19 | 20-29 | 0-29 |
| MORTALITÀ GENERALE | A00-T98 | X | X | X | X |
| Malattie infettive e parassitarie | A00-B99 | X | X | X | X |
| Malattie del sistema circolatorio | I00-I99 | | X | X | X |
| Malattie dell'apparato respiratorio | J00-J99 | | X | X | X |
| Malattie dell'apparato digerente | K00-K93 | | X | X | X |
| Malattie dell'apparato urinario | N00-N39 | | X | X | X |
| Tutti i tumori | C00-D48 | X | X | X | X |
| Tumori del sistema nervoso centrale | C70-C72, D33 | | X | X | X |
| Tumori sistema linfoematopoietico totale | C81-C96 | | X | X | X |
| Linfomi | C81, C82-C85 | | X | X | X |
| Linfoma di Hodgkin | C81 | | X | X | X |
| Linfomi non Hodgkin | C82-C85 | | X | X | X |
| Leucemie | C91-C95 | | X | X | X |
| Leucemia linfoide | C91 | | X | X | X |
| Leucemia mieloide | C92 | | X | X | X |
| Malformazioni congenite | Q00-Q99 | X | | | |
| Condizioni morbose di origine perinatale | P00-P96 | X | | | |
| Malattie respiratorie acute | J00-J06, J10-J18, J20- J22 | | X | X | X |

Tabella 3. Cause di morte e codici ICD-10, fasce di età pediatrica-adolescenziale e giovanile.

Table 3. Causes of death and ICD-10 codes, pediatric-adolescent and youth age groups.

| Cause di ricovero | Codici ICD-9-CM | Età (anni) | | | |
|---|------------------|------------|------|-------|------|
| | | <1 | 0-19 | 20-29 | 0-29 |
| Tutte le cause naturali | 001-629,677-799 | X | X | X | X |
| Malattie infettive e parassitarie | 001-139 | X | X | X | X |
| Tutti i tumori maligni | 140-208 | X | X | X | X |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | 191-192 | | X | X | X |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | 200-208 | | X | X | X |
| Linfomi | 200-202 | | X | X | X |
| Linfoma di Hodgkin | 201 | | X | X | X |
| Linfomi non Hodgkin | 200,202 | | X | X | X |
| Leucemie | 204-208 | | X | X | X |
| Leucemia linfoide | 204 | | X | X | X |
| Leucemia mieloide | 205 | | X | X | X |
| Malattie del sistema circolatorio | 390-459 | | X | X | X |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | 460-466, 480-487 | | X | X | X |
| Asma | 493 | | X | X | X |
| Malattie dell'apparato digerente | 520-579 | | X | X | X |
| Malattie dell'apparato urinario | 580-599 | | X | X | X |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 760-779 | X | | | |

Tabella 4. Cause di ricovero e codici ICD-9-CM, fasce di età pediatrica-adolescenziale e giovanile.

Table 4. Causes of hospitalization and ICD-9-CM codes, pediatric-adolescent and youth age groups.

OBIETTIVI E METODOLOGIA

Sezione

Analisi delle anomalie congenite

Per quanto concerne le anomalie congenite (AC), sono stati studiati complessivamente 21 siti contaminati ricadenti in aree coperte da Registri delle AC, come riportati in tabella 5. Sono stati analizzati i casi di AC diagnosticati entro il primo anno di vita riferiti a nati vivi, morti fetali e interruzioni di gravidanza a seguito di diagnosi di anomalia fetale. Sono stati selezionati solo i casi da madri residenti nell'area coperta dal Registro. Sono stati analizzati i casi validati dai Registri negli ultimi 10 anni disponibili. Per i Registri istituiti più recentemente, la cui casistica copriva un periodo inferiore a 10 anni, il periodo di studio è relativo agli anni effettivamente disponibili. Per il Registro della Campania, sono stati esclusi i casi di AC con interruzioni di gravidanza a seguito di diagnosi anomalia fetale nel periodo 2014-2017, in quanto non oggetto di completa segnalazione e validazione. Per il calcolo dei denominatori, è stato considerato il nu-

mero di nati vivi per anno e per comune di residenza estratti dal flusso "Bilancio demografico dell'ISstat" (<http://demo.istat.it/>).

Le analisi sono state svolte separatamente per ciascun sito, utilizzando come area di confronto la Regione o area sub-regionale di appartenenza, secondo la copertura geografica del Registro.

Per ogni sito, sono stati analizzati il totale delle AC e 10 specifici sottogruppi di AC (tabella 6) come definiti dal network europeo EUROCAT (*European Surveillance of Congenital Anomalies*).¹⁵ Sono stati esclusi i casi con anomalie minori isolate coerentemente con le linee guida di EUROCAT. Gli eventi con anomalie multiple sono stati considerati come un singolo caso nel computo delle AC totali.

Per ciascun sito in studio, sono stati calcolati la prevalenza per 10.000 nati e il rapporto, moltiplicato per 100, tra i casi osservati nel sito e quelli attesi calcolati sulla base delle prevalenze osservate nell'area di riferimento. Per il computo dei casi attesi, sono stati esclu-

| Sito | Registro | Aree di copertura del registro | Periodo in studio |
|---------------------------------|--|--------------------------------|-------------------|
| Trento Nord | Registro delle Anomalie Congenite della provincia di Trento (ReACT) | Provincia di Trento | 2009-2018 |
| Cerro Al Lambro | Registro delle Anomalie Congenite della ATS di Milano | Area Metropolitana di Milano | 2012-2018 |
| Pioltello Rodano | Registro delle Anomalie Congenite della ATS di Milano | Area Metropolitana di Milano | 2012-2018 |
| Sesto San Giovanni | Registro delle Anomalie Congenite della ATS di Milano | Area Metropolitana di Milano | 2012-2018 |
| Laghi di Mantova e polo chimico | Registro Malformazioni Congenite della Provincia di Mantova | Provincia di Mantova | 2008-2017 |
| Fidenza | Registro Indagine sulle malformazioni congenite in Emilia-Romagna (IMER) | Regione Emilia-Romagna | 2009-2018 |
| Sassuolo-Scandiano | Registro Indagine sulle malformazioni congenite in Emilia-Romagna (IMER) | Regione Emilia-Romagna | 2009-2018 |
| Livorno | Registro Toscano Difetti Congeniti (RTDC) | Regione Toscana | 2010-2019 |
| Massa Carrara | Registro Toscano Difetti Congeniti (RTDC) | Regione Toscana | 2010-2019 |
| Orbetello | Registro Toscano Difetti Congeniti (RTDC) | Regione Toscana | 2010-2019 |
| Piombino | Registro Toscano Difetti Congeniti (RTDC) | Regione Toscana | 2010-2019 |
| Area Litorale Vesuviano | Registro Campano Difetti Congeniti BDRCAM | Regione Campania | 2008-2017 |
| Litorale Domizio Flegreo | Regione Registro Campano Difetti Congeniti BDRCAM Puglia | Regione Campania | 2008-2017 |
| Bari-Fibronit | Registro delle Malformazioni Congenite della Regione Puglia | Regione Puglia | 2015-2018 |
| Brindisi | Registro delle Malformazioni Congenite della Regione Puglia | Regione Puglia | 2015-2018 |
| Manfredonia | Registro delle Malformazioni Congenite della Regione Puglia | Regione Puglia | 2015-2018 |
| Taranto | Registro delle Malformazioni Congenite della Regione Puglia | Regione Puglia | 2015-2018 |
| Biancavilla | Sistema di Sorveglianza sulle Malformazioni Congenite, Regione Sicilia | Regione Sicilia | 2011-2019 |
| Gela | Sistema di Sorveglianza sulle Malformazioni Congenite, Regione Sicilia | Regione Sicilia | 2011-2019 |
| Milazzo | Sistema di Sorveglianza sulle Malformazioni Congenite, Regione Sicilia | Regione Sicilia | 2011-2019 |
| Priolo | Sistema di Sorveglianza sulle Malformazioni Congenite, Regione Sicilia | Regione Sicilia | 2011-2019 |

Tabella 5. Sito in studio, registro delle anomalie congenite di afferenza, area di copertura del Registro e periodo in studio.

Table 5. Contaminated Site, Registry of congenital anomalies, geographical area covered by the Registry, and study period.

OBIETTIVI E METODOLOGIA

| Anomalie congenite sede | Codice ICD-10-BPA | Codice ICD-9-BPA |
|-------------------------|--|---|
| Sistema nervoso | Q00-Q07 | 740-742 |
| Cuore (totale) | Q20-Q26 | 745, 746, 7470-7474 |
| Cuore severo | Q200, Q201, Q203, Q204, Q212, Q213, Q220, Q224, Q225, Q226, Q230, Q232, Q233, Q234, Q251, Q252, Q262 | 74500, 74510, 7452, 7453, 7456, 7461, 7462, 74600, 7463, 7465, 7466, 7467, 7471, 74720, 74742 |
| Palato-labbro | Q35-Q37 | 7490-7492 |
| Apparato digerente | Q38-Q45, Q790 | 750, 751, 7566 |
| Parete addominale | Q792, Q793, Q795 | 75670, 75671, 75679 |
| Apparato urinario | Q60-Q64, Q794 | 75261, 753, 75672 |
| Genitali | Q50-Q52, Q54-Q56 | 7520-7524, 75260, 75262, 7527-7529 |
| Arti | Q65-Q74 | 7543-7548, 755 |
| Cromosomiche | Q90-Q93, Q96-Q99 | 7580-7583, 7585-7589 |

ICD-BPA: International Classification of Diseases with British Paediatric Association one-digit extension

Tabella 6. Sottogruppi di anomalie congenite con codici ICD-BPA.

Table 6. Subgroups of congenital anomalies with ICD-BPA codes.

si i casi di AC e i nati residenti nei siti presenti nell'area coperta dal Registro. Il rapporto tra casi osservati e casi attesi è stato corredato da intervallo di confidenza al 90%. Gli indicatori sono stati calcolati per il totale delle AC e per ciascun sottogruppo di AC indagato.

Studio delle condizioni socioeconomiche

La valutazione introduttiva delle condizioni socioeconomiche delle popolazioni residenti in ciascun sito studiato, si basa sulla convergenza di tre indicatori descrittivi delle condizioni di deprivazione rispetto alla Regione di riferimento. Questa convergenza, quando presente, è stata considerata segnale di fragilità della popolazione e riportata in tal senso nella scheda, con indicazione agiuntiva dei risultati dei singoli indicatori.

A. Indicatore di deprivazione socioeconomica comunale. Il primo indicatore si basa sull'indice di deprivazione socioeconomica a livello comunale (ID SENTIERI)¹⁶ già introdotto nella prima edizione di SENTIERI¹⁰ e successivamente validato.¹⁷ ID SENTIERI è calcolato sulla base di quattro variabili dedotte da dati del Censimento 2011 su scala comunale (proporzione di residenti con titolo di studio pari o inferiore a licenza elementare, proporzione di residenti in età attiva non occupati, proporzione di abitazioni in affitto, densità abitativa per 100 m²), normalizzate rispetto al riferimento regionale. Ai comuni è stato quindi attribuito un quintile relativo alla distribuzione di ID SENTIERI nella Regione di appartenenza. Le coppie di quintili inferiori (Q₁-Q₂) e superiori (Q₄-Q₅) sono considerate come corrispondenti a un livello di deprivazione rispettivamente "basso" e "alto", con il quintile centrale (Q₃) identificato come "intermedio". Nella scheda di ciascun sito è riportato il numero di comuni ad alto livello di deprivazione socioeconomica (Q₄-Q₅) rispetto al totale del sito. Poiché l'indicatore

comunale è categorizzato in quintili sulla base della sua distribuzione su base regionale, un'ideale distribuzione a livello di sito prevedrebbe 2/5 dei comuni nel livello di alta deprivazione; di conseguenza, si è assunta una fragilità socioeconomica per il sito quando i comuni ad alto livello di deprivazione sono la prevalenza o comunque maggiori dei 2/5 del loro numero complessivo.

B. Indicatore di deprivazione socioeconomica della popolazione in relazione alla deprivazione socioeconomica delle sezioni di censimento di residenza. Il secondo indicatore è basato sull'indice di deprivazione socioeconomica a livello di sezione di censimento secondo l'impostazione proposta da Rosano et al.,¹⁸ che, rispetto all'ID SENTIERI, vede costruita in modo diverso la variabile relativa al livello di istruzione e in più presenta una variabile relativa alle famiglie monogenitoriali. Anche in questo caso, l'indice di deprivazione deriva da dati del Censimento 2011. In maniera sovrapponibile con quanto effettuato per i Comuni, ogni sezione di censimento viene collocata in un quintile in riferimento alla distribuzione dell'indice su base regionale. Si ottiene, quindi, la proporzione di residenti (al 2011) in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione (Q₄-Q₅). Nella scheda di ciascun sito è riportata la percentuale (%) di popolazione del sito residente in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Poiché l'indicatore a livello di sezione di censimento è categorizzato in quintili sulla base della sua distribuzione su base regionale, un'ideale distribuzione a livello di sito prevedrebbe il 40% della popolazione residente in sezioni di censimento ad alta deprivazione; di conseguenza, si è assunta una fragilità socioeconomica per il sito nel caso la percentuale di popolazione residente nelle sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione sia risultata sensibilmente maggiore al valore atteso del 40%.

OBIETTIVI E METODOLOGIA

| Sito | Regione | Maschi | | Femmine | |
|--|-----------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | | Tasso del sito | Tasso regionale | Tasso del sito | Tasso regionale |
| Emarese | Valle D'Aosta | 584,8 | 288,6 | – | 170 |
| Balangero | Piemonte | 297,5 | 295 | 130,8 | 174,2 |
| Casale Monferrato | | 380,3 | | 295 | |
| Serravalle Scrivia | | 378,3 | | 153,0 | |
| Pieve Vergonte | | 232,0 | | 118,3 | |
| Cengio e Saliceto | Piemonte e Liguria | 290,8 | 295 e 283,1 | 172,8 | 174,2 e 167,2 |
| Cogoleto Stoppani | Liguria | 258,1 | 283,1 | 147,8 | 167,2 |
| Pitelli | | 277,9 | | 283,1 | |
| Brescia Caffaro | Lombardia | 283,9 | 272,1 | 150,0 | 161,8 |
| Broni | | 374,6 | | 272,1 | |
| Cerro al Lambro | | 284,5 | | 106,7 | |
| Pioltello Rodano | | 271,5 | | 169,5 | |
| Laghi di Mantova e polo chimico | | 280,1 | | 181,4 | |
| Sesto San Giovanni | | 260,4 | | 148,7 | |
| Venezia (Porto Marghera) | Veneto | 315,5 | 258,7 | 178,1 | 149 |
| Bolzano | Trentino Alto Adige | 294,3 | PA Bolzano: 264,2 | 153,2 | PA Bolzano: 142,4 |
| Trento Nord | | 222,9 | PA Trento: 242,5 | 124,2 | PA Trento: 134,5 |
| Caffaro di Torviscosa | Friuli Venezia Giulia | 293,5 | 281,9 | 123,6 | 165,7 |
| Trieste | | 300,0 | | 186,4 | |
| Fidenza | Emilia-Romagna | 274,1 | 259 | 158,8 | 159,9 |
| Sassuolo - Scandiano | | 252,1 | | 162,7 | |
| Officina grande riparazione ETR di Bologna | | 269,6 | | 168,3 | |
| Piombino | Toscana | 249,7 | 264,4 | 180,1 | 161 |
| Livorno | | 278,5 | | 164,6 | |
| Orbetello (area ex SITOCO) | | 235,4 | | 166,8 | |
| Massa Carrara | | 291,5 | | 189,5 | |
| Terni - Papigno | Umbria | 284,7 | 259,5 | 171,2 | 150,4 |
| Falconara | Marche | 214,1 | 254,1 | 171,7 | 154 |
| Basso bacino fiume Chienti | | 258,5 | | 157,2 | |
| Bussi sul Tirino | Abruzzo | 288,2 | 296,4 | 166,0 | 157,3 |
| Bacino idrografico fiume Sacco | Lazio | 329,4 | 306,2 | 178,3 | 182,2 |
| Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano | Campania | 397,4 | 374,8 | 226,7 | 215,3 |
| Area Litorale vesuviano | | 386,9 | | 222,6 | |
| Bari - Fibrionit | Puglia | 299,8 | 280,5 | 159,9 | 163,4 |
| Brindisi | | 274,5 | | 178,9 | |
| Manfredonia | | 258,3 | | 150,1 | |
| Taranto | | 339,2 | | 181,5 | |
| Tito | Basilicata | 291,2 | 295,3 | 173,7 | 160,8 |
| Aree industriali Val Basento | | 327,7 | | 186,6 | |
| Crotone-Cassano-Cerchiara | Calabria | 331,2 | 310,4 | 186,9 | 215,3 |
| Biancavilla | Sicilia | 354,7 | 319,1 | 210,3 | 189,4 |
| Gela | | 322,9 | | 184,3 | |
| Milazzo | | 248,2 | | 164,3 | |
| Priolo | | 298,4 | | 195,6 | |
| Aree industriali Porto Torres | Sardegna | 326,8 | 318,2 | 177,3 | 170,7 |
| Sulcis-Iglesiente-Guspinese | | 324,7 | | 171,8 | |
| Media italiana | | | 291,2 | | 170,5 |

Tabella 7. Tasso standardizzato di mortalità (per 100.000) per malattie cardiovascolari, cancro, diabete e malattie respiratorie croniche nella fascia di età 30-69 anni, per genere, per i siti e per le rispettive Regioni. Riferimento: Europa 2013. Anni 2013-2017.

Table 7. Age-standardized mortality rate (per 100,000) for cardiovascular diseases, cancer, diabetes, and chronic respiratory diseases in the 30-69-year age group, by gender, for each site and relative Regions. Reference: Europe 2013. Years 2013-2017.

OBIETTIVI E METODOLOGIA

C. Indicatore di mortalità prematura. Questo indicatore riprende la definizione di «mortalità prematura per malattie croniche non trasmissibili» specificata nei Sustainable Development Goals (SDG) delle Nazioni unite misurata tramite l'indicatore 3.4.1 (<https://unstats.un.org/wiki/display/SDGHandbook/Indicator+3.4.1>). Si tratta del tasso standardizzato di mortalità (TSM) nella fascia di età 30-69 anni dovuto a malattie tumorali, cardiovascolari, respiratorie croniche e diabete (corrispondenti ai codici ICD-10 C00-C97, E10-E14, I00-I99, J30-J98).¹⁹ La popolazione di riferimento adottata per la standardizzazione è quella europea al 2013. La tabella 7 riporta i TSM per la mortalità prematura per malattie croniche non trasmissibili (per 100.000), calcolati per il periodo 2013-2017, relativi ai siti e alle rispettive Regioni in cui si trovano collocati. Nella scheda di ciascun sito, è riportata la differenza in più o in meno tra i TSM nella popolazione del sito e quello della Regione di riferimento, sia in termini percentuali sia come numero di casi per 100.000 abitanti.

Per definizione, l'insorgenza di malattie croniche in questa fascia di età e la relativa mortalità sono da considerarsi evitabili tramite misure di prevenzione, promozione della salute e qualità dell'assistenza sanitaria; inoltre, sono potenzialmente associabili anche

a diverse condizioni di deprivazione individuale e di contesto. Un valore di TSM sensibilmente superiore al riferimento regionale in entrambi i generi può essere il risultato di condizioni di fragilità per l'insieme della popolazione residente nel sito.

Gli indicatori A e B derivano da variabili costruite sulla base di dati del Censimento 2011 e sono entrambi calibrati a livello regionale. Tuttavia, i due indicatori vedono costruita in modo diverso la variabile relativa al livello di istruzione e l'indicatore B presenta una variabile relativa alle famiglie monogenitoriali, assente nell'indicatore A. Inoltre, mentre l'ID SENTIERI fornisce un'indicazione complessiva a livello di municipalità, l'altro indicatore è riferito alla popolazione residente nelle sezioni di censimento, la cui dimensione è molto eterogenea (con una variabilità che va da poche unità fino a diverse migliaia di residenti). Ne consegue che la fragilità colta dai due indicatori, come sopra specificata, può essere diversa; ciò è testimoniato dalla valutazione della loro relativa concordanza che, stimata tramite la statistica K di Cohen, risulta di modesta entità (con valore di 0,38 per i siti con almeno 3 Comuni): la fragilità è espressa in modo concorde dai due indicatori per 27 dei 46 siti.

Bibliografia

- Vecchi S, Benedetti M, Fazzo L, Bruno C, Zona A. Revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute, Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:289-309.
- Scaini F, Benedetti M, Soggiu ME, Zona A, Settimo G, Beccaloni E. I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:310-15.
- Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.
- Bauleo L, Fabri A, De Santis M, Soggiu ME, Ancona C. Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:338-53.
- Stoppa G, Minelli G, Manno V et al & Gruppo di lavoro Statistica SENTIERI. Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di Sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:354-65.
- Fazzo L, Minichilli F, Manno V et al. Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:366-74.
- Pasetto R, Marsili D. Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:375-84.
- Marsili D, Iavarone I, Pasetto R et al. La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica "SENTIERI" nei siti contaminati. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:385-91.
- Istat. Analisi del bridge coding ICD-9-ICD-10 per le statistiche di mortalità per causa in Italia. Metodi e Norme n. 50. Roma, Istat, 2011.
- Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:1-204.
- Pirastu R, Comba P, Conti S et al (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:1-170.
- Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-116.
- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
- Regolamento generale sulla protezione dei dati. Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L. 119/1. Disponibile all'indirizzo: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=IT>
- EUROCAT. EUROCAT Guide 1.4 and Reference Documents (last update version 15.11.19). Disponibile all'indirizzo: <https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/JRC-EUROCAT-Full-Guide-1.4-version-15-Nov-2019.pdf>
- Pasetto R, Caranci N, Pirastu R. L'indice di deprivazione negli studi di piccola area su ambiente e salute. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:174-80.
- Minichilli F, Santoro M, Bianchi F, Caranci N, De Santis M, Pasetto R. Evaluation of the use of the socioeconomic deprivation index at area level in ecological studies on environment and health. *Epidemiol Prev* 2017;41(3-4):187-96.
- Rosano A, Pacelli B, Zengarini N, Costa G, Cislighi C, Caranci N. Aggiornamento e revisione dell'indice di deprivazione italiano 2011 a livello di sezione di censimento. *Epidemiol Prev* 2020;44(2-3):162-70.
- Pasetto R, Di Fonzo D, De Santis M, Porcu R, Zona A. Environmental Health Inequalities Among Municipalities Affected by Contaminated Sites in Italy. *Environmental Justice* 2022;15(4):228-234.

VALUTAZIONE DELL'EVIDENZA EPIDEMIOLOGICA DELL'ASSOCIAZIONE TRA FONTI DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE NEI SITI CONTAMINATI ED ESITI SANITARI: UN AGGIORNAMENTO

EVALUATION OF THE EPIDEMIOLOGICAL EVIDENCE OF THE ASSOCIATION BETWEEN SOURCES OF ENVIRONMENTAL EXPOSURE IN CONTAMINATED SITES AND HEALTH OUTCOMES: AN UPDATE

Introduzione

Per la lettura dei dati epidemiologici, il Progetto SENTIERI utilizza un approccio basato sulle evidenze *a priori*.¹ Questo approccio permette di studiare lo stato di salute delle popolazioni, con una particolare attenzione alle patologie per le quali la letteratura scientifica disponibile mette in evidenza, con un certo grado di persuasività scientifica, un possibile ruolo eziologico delle esposizioni ambientali presenti nei siti.

Il disegno dello studio epidemiologico SENTIERI, infatti, seppure come tutti gli studi ecologici non fornisce un'inferenza causale, può contribuire a generare ipotesi eziologiche per l'identificazione di possibili fonti di rischio che possono agire a livello di popolazione.²⁻⁴ Inoltre, questo approccio evita, o diminuisce, il rischio dei confronti multipli, punto cruciale in particolare nei piani di sorveglianza epidemiologica che analizzano un elevato numero di patologie ed esiti sanitari. La metodologia utilizzata ha avuto un riconoscimento e la condivisione da parte dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) per lo svolgimento di piani di sorveglianza epidemiologica e indagini descrittive sullo stato di salute delle popolazioni residenti in siti contaminati.⁵

La prima attività di SENTIERI è stata quella di valutare le evidenze epidemiologiche *a priori* dell'associazione tra 63 principali patologie, o gruppi di esse, e la residenza in prossimità delle fonti di contaminazione presenti nei siti contaminati inseriti nel Progetto. A tal fine, fu svolta una ricerca bibliografica della letteratura, considerando le pubblicazioni dal 1998 al 2009, sulla base della quale fu valutata la forza dell'evidenza, con un metodo messo a punto *ad hoc* che si rifaceva, seppure con alcune modifiche, a quanto svi-

luppato dall'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) nel Programma della valutazione della cancerogenicità delle sostanze chimiche (vedi SENTIERI 2010 e studi ivi citati).¹

Il presente contributo illustra l'aggiornamento della valutazione delle evidenze epidemiologiche *a priori* sulla base della revisione della letteratura più recente (2009-2020) riportata nel lavoro di Vecchi et al.⁶ Non è stato svolto l'aggiornamento per le altre fonti di rischio considerate precedentemente (inquinamento dell'aria, fumo attivo, fumo passivo, alcol, stato socioeconomico, occupazione), per le quali si rimanda alla valutazione del 2010.¹

Materiali e metodi

Sono stati presi in considerazione i risultati della revisione sistematica (pubblicazioni dal 2009 al 2020) sullo stato di salute delle popolazioni residenti in prossimità di sorgenti di contaminazione presenti nei siti, come categorizzate in SENTIERI: amianto, aree portuali, centrali elettriche, discariche, inceneritori, miniere, petrolchimici e raffinerie, impianti chimici e impianti siderurgici. Per il dettaglio sulla metodologia utilizzata nella revisione della letteratura, si rimanda all'articolo «Revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari di salute».⁶

In alcuni casi, è stato possibile valutare l'evidenza in maniera più specifica rispetto a quella precedente. La valutazione delle evidenze per le discariche ha considerato studi e documenti specifici su siti di smaltimento di rifiuti industriali/pericolosi e misti, visto che i siti contaminati con la sola presenza di discariche di rifiuti urbani o inerti non sono inclusi nel Pro-

VALUTAZIONE DELL'EVIDENZA EPIDEMIOLOGICA

| Grado dell'evidenza | Criteri |
|---|---|
| SUFFICIENTE (S): sufficiente per inferire la presenza di un'associazione causale | <ul style="list-style-type: none"> ■ Una o più delle fonti primarie esprime la valutazione di sufficiente o fornisce dati in tal senso; ■ metanalisi quantitative forniscono dati per la valutazione "sufficiente". |
| LIMITATA (L): limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di un'associazione causale | <ul style="list-style-type: none"> ■ Una o più fonti delle fonti primarie/metanalisi quantitative/studi multicentrici/due o più studi riportano l'esistenza di un'associazione, ma non esprimono la valutazione o non forniscono dati per tale valutazione |
| INADEGUATA (I): inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di un'associazione causale | <ul style="list-style-type: none"> ■ Più fonti primarie esaminano l'associazione, ma non sono concordi nell'esprimere una valutazione (<i>conflicting evidence</i>) ovvero ■ metanalisi quantitative/revisioni/studi multicentrici/due o più studi esaminano l'associazione ma non sono concordi nell'esprimere una valutazione (<i>conflicting evidence</i>) ovvero ■ fonti primarie/metanalisi quantitative/revisioni/studi multicentrici/due o più studi esaminano l'associazione, ma nessuna ne riporta l'esistenza ovvero ■ sono disponibili più studi che non sono concordi nell'esprimere una valutazione (<i>conflicting evidence</i>) ovvero ■ è disponibile un solo studio che esamina l'associazione. |

NB: la mancata indicazione dell'evidenza segnala che nelle fonti primarie, in metanalisi quantitative, revisioni, studi multicentrici e singoli studi non sono disponibili dati epidemiologici relativi all'associazione tra specifiche patologie ed esposizioni. / *The lack of evidence indicates that no epidemiological data on the association between specific diseases and exposures are available in primary sources, quantitative meta-analyses, reviews, multicentre studies and single studies.*

Tabella 1. La valutazione dell'evidenza epidemiologica relativa all'associazione tra patologia ed esposizione: i criteri per la gradazione (Da: Pirastu 2010).¹
Table 1. Evaluation of the epidemiological evidence between disease and exposure: criteria used (from: Pirastu 2010).¹

getto SENTIERI;⁷ per le miniere, la valutazione dell'evidenza riguarda solo le estrazioni di carbone; la valutazione per gli inceneritori ha tenuto conto dei risultati che riguardano gli impianti di prima generazione, dato che il periodo di latenza delle molte patologie analizzate lascia ipotizzare che eventuali eccessi siano ascrivibili a esposizioni passate, soprattutto se a sostanze e/o elementi con una lunga emivita nell'organismo umano (come piombo, cadmio, 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina - TCDD). Inoltre, nel caso di impianti siderurgici e petrolchimici, si è tenuto conto anche delle indicazioni riguardanti la tossicità di specifiche sostanze (solventi e metalli pesanti), la cui emissione da questa tipologia di impianti è nota.

Sono state confermate le valutazioni precedenti per quelle associazioni causa-esposizione per le quali la revisione bibliografica non ha fatto emergere pubblicazioni nel periodo 2009-2020.

È stata, quindi, valutata la forza dell'evidenza di associazione per ogni fonte di esposizione ambientale-patologia, considerando qualsiasi esito sanitario (decesso, ospedalizzazione), viste le analisi che vengono svolte nel Progetto SENTIERI.

I criteri per la valutazione dell'evidenza sono quelli utilizzati nel 2010, basati principalmente sulla concordanza dei risultati dei singoli studi e sulla tipologia degli studi considerati. In caso di risultati discordanti e dubbi, è stata considerata la qualità degli studi valutata in base ai criteri descritti da Vecchi et al.⁶ La valutazione dell'evidenza è stata svolta autonomamente in cieco da due autori, che si sono confrontati succes-

sivamente; eventuali discordanze sono state discusse e risolte attraverso un confronto tra gli autori.

Nella tabella 1, per comodità del lettore, vengono riportati i criteri per l'attribuzione dei diversi gradi di evidenza, come descritti nel Rapporto 2010; nel caso di assenza di studi e documenti relativi alla specifica associazione, non è stato assegnato alcun grado di evidenza.

Risultati

Nella tabella 2 sono riportati i gradi dell'evidenza *a priori* valutati per ogni singola associazione fonte di esposizione-patologia. Delle 61 patologie o classi di patologie analizzate, 25 hanno un'evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata per almeno una *fonte di esposizione ambientale* presente nei siti considerati in SENTIERI.

L'evidenza *a priori* è stata valutata Sufficiente per la sola associazione tra amianto, il tumore maligno del polmone, i mesoteliomi totali e pleurici, in base alla valutazione della IARC, e l'asbestosi. Per le altre patologie tumorali per le quali la IARC ha accertato un nesso causale con l'amianto, quali il tumore dell'ovaio e della laringe,⁸ è stata attribuita un'evidenza *a priori* Limitata di associazione con l'esposizione ad amianto causata dalla prossimità della residenza con potenziali sorgenti. Un'evidenza Sufficiente dell'associazione con l'amianto è stata attribuita anche ai tumori maligni della pleura, considerando che nelle schede di dimissione ospedaliera il relativo codice nosologico della ICD-9 (codice 163) viene utilizzato anche per i mesoteliomi pleurici, per i quali l'ICD-9 non ha un codice specifico. L'evidenza di associazione con una delle fonti di espo-

VALUTAZIONE DELL'EVIDENZA EPIDEMIOLOGICA

sizione ambientale presenti nei siti è stata valutata Limitata per venti delle patologie analizzate, per le quali è ipotizzabile, con una certa confidenza, un ruolo eziologico delle fonti di esposizione ambientale considerate. Laddove gli studi raccolti non hanno consentito di inferire la presenza o assenza di un'associazione causale, l'evidenza è stata valutata come Inadeguata. Le malattie infettive e parassitarie, l'epatite virale, i traumatismi, gli avvelenamenti e l'avvelenamento accidentale da esposizione a sostanze nocive non sono state incluse nella ricerca bibliografica e non è stata, quindi, valutata la corrispondente evidenza epidemiologica dell'associazione con le fonti di esposizione ambientale presenti nei siti.

Discussione e conclusioni

La maggior parte delle patologie analizzate non riconosce un'unica causa, bensì un'eziologia multifattoriale, a eccezione dei mesoteliomi e l'asbestosi per i quali è riconosciuta un'alta frazione eziologica dovuta all'esposizione ad amianto, rispettivamente di circa l'80% e il 100%.

Per le patologie per le quali l'evidenza di associazione con le fonti di esposizione ambientale è stata definita Sufficiente o Limitata è ipotizzabile, con un certo grado di confidenza, che l'esposizione a sostanze emesse o rilasciate da sorgenti di contaminazione ambientale presenti nei siti possano aver giocato un ruolo causale o concausale nel determinarle.

I punti di forza della valutazione effettuata sono rappresentati dall'aver utilizzato una metodologia standardizzata, basata su una ricerca esaustiva della letteratura, sulla definizione *a priori* di criteri di inclusione e sulla valutazione della qualità metodologica degli studi utilizzando strumenti validati. L'esigenza di seguire una metodologia replicabile e applicabile per tutti i siti ha comportato sicuramente dei limiti. Uno di questi è il non aver considerato nella valutazione le conoscenze tossicologiche di singo-

le sostanze, tranne i solventi e i metalli pesanti nel caso degli impianti petrolchimici e siderurgici (come specificato in «Materiali e metodi»). D'altra parte, gli studi epidemiologici sulle popolazioni residenti in prossimità di fonti di contaminazione ambientale possono far emergere delle criticità di salute determinate dall'esposizione a miscele di inquinanti, che potrebbero non essere prevedibili sulla base delle informazioni tossicologiche delle singole sostanze. Al riguardo, è auspicabile che in futuro vi siano elementi di conoscenza che consentano una valutazione che integri i risultati degli studi epidemiologici, tossicologici e di biomonitoraggio.

L'aver considerato esclusivamente studi su popolazioni residenti in siti contaminati, escludendo la popolazione dei lavoratori (esposti professionalmente) impiegati in impianti quali quelli presenti nei siti, potrebbe aver determinato una sottostima (*down-grading*) del grado dell'evidenza, pur assicurando una maggiore specificità rispetto all'obiettivo del Progetto SENTIERI. Inoltre, per alcune patologie, la mancanza o la paucità di studi e/o documenti pubblicati potrebbe avere determinato l'impossibilità di assegnare una valutazione o una sottostima del grado di evidenza.

Pur con i limiti sopra descritti, la valutazione dell'evidenza *a priori* fornisce comunque un importante elemento nell'interpretazione dei risultati delle analisi epidemiologiche, mettendo in evidenza le patologie per le quali è ipotizzabile un possibile ruolo concausale/causale delle fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito. I risultati presentati nelle schede dei siti studiati nel presente Rapporto sono stati discussi alla luce di questa valutazione.

L'aggiornamento delle evidenze potrà essere utilizzato per la messa a punto dei disegni di studio e per l'interpretazione dei risultati di ulteriori indagini in queste e in altre aree contaminate del nostro Paese, se caratterizzate dalle medesime fonti di contaminazione.

Bibliografia

1. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl 3:1-9.
2. Pearce N. Traditional epidemiology, modern epidemiology and public health. *Am J Public Health* 1996;86(5):678-83.
3. Pearce N. The ecological fallacy strikes back. *J Epidemiol Comm Health* 2000;54(5):830-35.
4. Shwartz S. The fallacy of the ecological fallacy: the potential misuse of a concept and consequences. *Am J Publ Health* 1994; 84(5):819-24.
5. World Health Organization (WHO). Regional Office for Europe (2013). Contaminated sites and health: Report of two WHO workshops: Syracuse, Italy, 18 November 2011. Catania, Italy, 21-22 June 2012. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2013. Disponibile all'indirizzo: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/108623>
6. Vecchi S, Benedetti M, Fazzo L, Bruno C, Zona A. Revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti di salute. In: Zona A, Fazzo L, Benedetti M et al. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:289-309.
7. Comba P, Iavarone I, Bianchi F et al. Valutazione della evidenza epidemiologica dell'associazione tra specifiche cause di decesso ed esposizioni. In: Pirastu R, Ancona C, Iavarone I et al (a cura di). SENTIERI. Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl 3:16-20.
8. International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. Arsenic, metals, fibres, and dusts. Volume 100C. A review of human carcinogens. Lyon, France, 2012; pp. 219-310.

| Cause | Chimico | Petrochimico e raffinerie | Siderurgico | Centrali elettriche | |
|---|---------|---------------------------|-------------|---------------------|--|
| Tutte le cause | I | I | I | I | |
| Malattie infettive e parassitarie | Δ | Δ | Δ | Δ | |
| Epatite virale | Δ | Δ | Δ | Δ | |
| Tutti i tumori maligni | | L | L | L | |
| Tumore maligno dell'esofago | I | I | I | | |
| Tumore maligno dello stomaco | L | | I | | |
| Tumore maligno del colon retto | L | | I | | |
| Tumore maligno del fegato e dei dotti biliari intraepatici | I | | | | |
| Tumore maligno del pancreas | I | | | | |
| Tumore maligno della laringe | | | I | | |
| Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | I | L | L | L | |
| Tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari | I | | | | |
| Melanoma maligno della cute | I | | | | |
| Mesoteliomi | | | I | | |
| Mesotelioma maligno della pleura | I | I | I | I | |
| Tumori maligni della pleura | I | I | I | I | |
| Tumore maligno del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | I | L | L | | |
| Tumore maligno della mammella | I | L | L | I | |
| Tumore maligno dell'utero | I | | | | |
| Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini | I | | | | |
| Tumore maligno della prostata | I | | L | | |
| Tumore maligno del testicolo | I | | | | |
| Tumore maligno del rene e di altri e non specificati organi urinari | I | I | | | |
| Tumore maligno del rene | I | I | L | | |
| Tumore maligno della vescica | I | I | I | I | |
| Tumore del sistema nervoso centrale | I | I | I | | |
| Tumori maligni della ghiandola tiroidea | I | | | | |
| Tumori maligni del tessuto linfematoipietico e tessuti correlati | I | I | I | I | |
| Linfoma di Hodgkin | I | I | I | I | |
| Linfomi non Hodgkin | I | I | L | I | |
| Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi | I | I | I | I | |
| Leucemie | I | L | L | I | |
| Leucemia linfoide (acuta e cronica) | I | I | | | |
| Leucemia mieloide (acuta e cronica) | I | I | | I# | |
| Diabete mellito | I | | | | |
| Demenza e malattia di Alzheimer | | | | | |
| Malattie del sistema nervoso centrale | | | | | |
| Malattia dei neuroni motori | | | | | |
| Morbo di Parkinson e parkinsonismo secondario | | | | | |
| Sclerosi multipla | | | | | |
| Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate | | | | | |
| Malattie del sistema circolatorio | | I | | | |
| Malattia ipertensiva | | | | | |
| Malattie ischemiche del cuore | I | | I | I | |
| Malattie ischemiche acute | | | | | |
| Infarto miocardico acuto | | | I | | |
| Malattie cerebrovascolari | I | | I | I | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | L | L | L | L | |
| Malattie respiratorie acute | | L | L | L | |
| Malattie polmonari croniche | I | I | L | I | |
| Asma | L | L | L | L | |
| Pneumoconiosi | | | | | |
| Asbestosi | | | | | |
| Malattie dell'apparato digerente | | | | | |
| Cirrosi e altre malattie croniche del fegato | | | | | |
| Malattie dell'apparato urinario | I | | | | |
| Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali | I | I | L | | |
| Insufficienza renale cronica | I | I | L | | |
| Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti | Δ | Δ | Δ | Δ | |
| Traumatismi e avvelenamenti | Δ | Δ | Δ | Δ | |
| Avvelenamento accidentale da esposizione a sostanze nocive | Δ | Δ | Δ | Δ | |

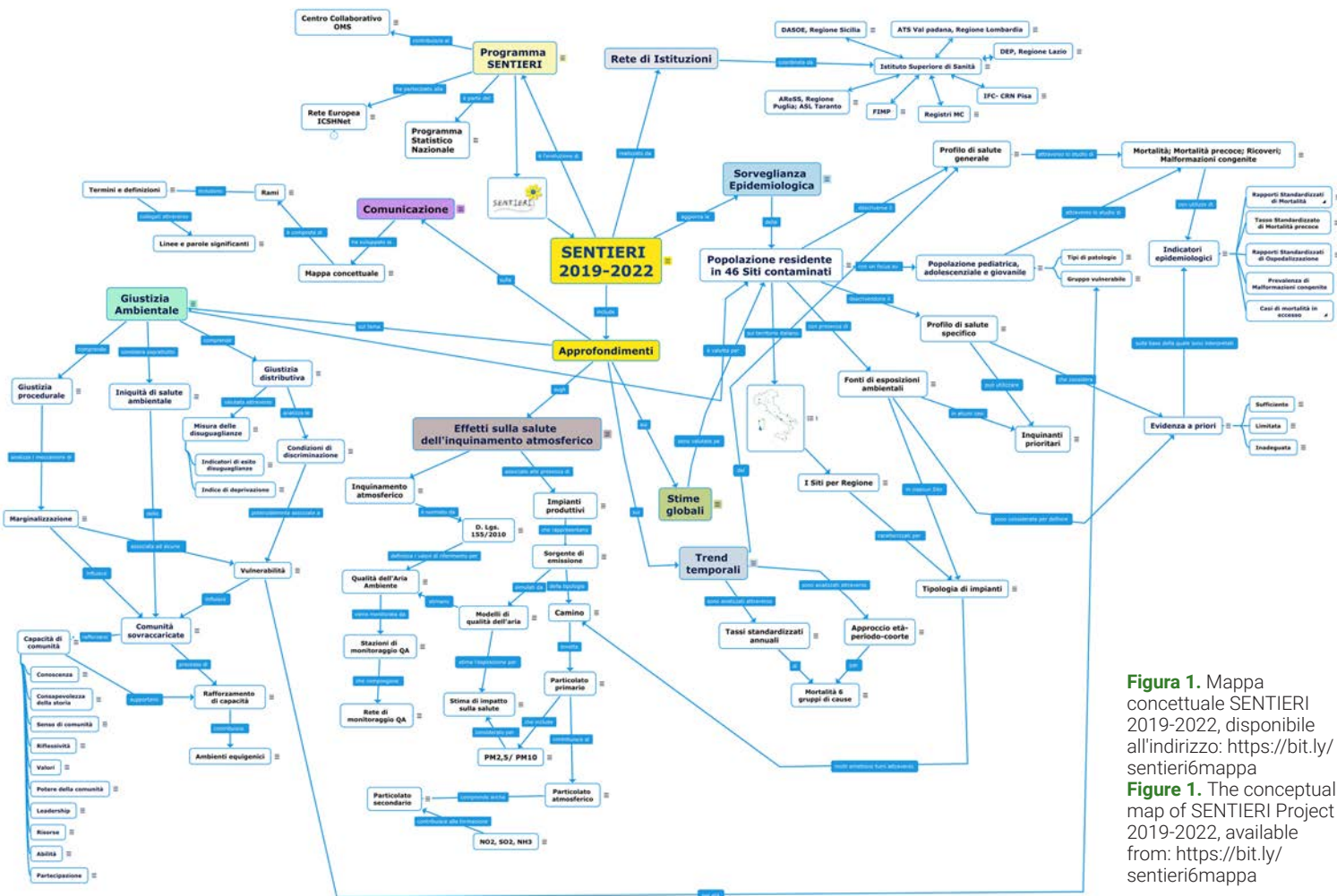


Figura 1. Mappa concettuale SENTIERI 2019-2022, disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/sentieri6mappa>
 Figure 1. The conceptual map of SENTIERI Project 2019-2022, available from: <https://bit.ly/sentieri6mappa>

LA MAPPA CONCETTUALE DI SENTIERI 2019-2022

THE CONCEPTUAL MAP OF SENTIERI PROJECT 2019-2022

La mappa concettuale di SENTIERI 2019-2022 è uno strumento di comunicazione digitale e interattivo realizzato per promuovere l'accesso a informazioni scientifiche sulle caratteristiche della sorveglianza epidemiologica nei Siti contaminati, considerando i diversi aspetti delle relazioni tra contaminazioni ambientali e relativi rischi per la salute affrontati in SENTIERI. Alcune tematiche sono affrontate in modo dettagliato così come presentate nella seconda parte di questo Rapporto.¹⁻⁴

Vengono così favoriti una visione d'insieme del Progetto e l'utilizzo dei suoi contenuti in attività di informazione e formazione, grazie alla combinazione di modalità visive e verbali ed ai collegamenti tra le diverse parti. La mappa è liberamente accessibile sul web all'indirizzo: <https://bit.ly/sentieri6mappa>.⁵

Per un approfondimento metodologico e dei contenuti della mappa si rimanda al lavoro di Marsili et al.⁴

Bibliografia

1. Scaini F, Benedetti M, Soggiu ME, Zona A, Settimo G, Beccaloni E. I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:310-15.
2. Bauleo L, Fabri A, De Santis M, Soggiu ME, Ancona C. Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:338-53.
3. Pasetto R, Marsili D. Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:375-84.
4. Marsili D, Iavarone I, Pasetto R et al. La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica "SENTIERI" nei siti contaminati. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:385-91.
5. Marsili D. SENTIERI 2019-2022. Disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/sentieri6mappa>

GUIDA ALLA LETTERATURA GUIDE FOR THE READER

Le schede forniscono una breve descrizione delle caratteristiche del sito e presentano i risultati, ai quali seguono una discussione e conclusioni arricchite da raccomandazioni, se pertinenti.

Mappa e informazioni generali

Per ciascun sito contaminato si riporta il numero di Comuni coinvolti, il numero di abitanti al 2019 e l'indicazione delle *fonti di esposizione ambientale*, sulla base delle quali sono selezionate le cause d'interesse *a priori*; queste ultime sono dichiarate tali quando, a seguito della revisione della letteratura scientifica, l'evidenza di un nesso causale tra la patologia e le fonti di esposizione presenti nel territorio sia valutata "Sufficiente" o "Limitata" (si veda il capitolo «Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento», pp. 31-35).¹

Inoltre, sono riportate informazioni sulla deprivazione socioeconomica della popolazione residente, utilizzando tre diversi indicatori descrittivi. **Il primo** utilizza l'indice di deprivazione multidimensionale ID-SENTIERI,² con dati del Censimento 2011 applicato ai comuni. **Il secondo** si riferisce alla percentuale di popolazione del sito che risiede in sezioni di censimento definite "ad alto livello di deprivazione"; **il terzo** indicatore si riferisce al tasso di mortalità prematura per malattie croniche come definita nel Sustainable Development Goals Indicator 3.4.1.⁴ Ogni scheda indica se i tre indicatori di fragilità socioeconomica convergono nel rappresentare un alto livello

di deprivazione per la popolazione dello specifico sito (per una descrizione dettagliata dei tre indicatori, si veda il capitolo «Obiettivi e metodologia», pp. 28-30).

Risultati e tabelle

Sono riportati i risultati per la popolazione generale (tutte le età), distinti per genere, quindi quelli relativi alle fasce pediatrico-adolescenti e giovanili, infine quelli inerenti alle anomalie congenite, i cui dati sono disponibili solo per i siti ricadenti in aree coperte da attività di sorveglianza di registri delle malformazioni congenite. Per la bassa numerosità dei casi osservati nelle fasce di età 0-1 anno, pediatrico-adolescente (0-19 anni) e giovanili (20-29 anni), le tabelle presentano dati cumulati, senza distinzione tra genere maschile e femminile. Per le anomalie congenite i risultati si riferiscono a casi diagnosticati nel primo anno di vita o in epoca prenatale. I risultati sono rappresentati in forma tabellare nella seguente sequenza:

Tabella 1: riguarda la mortalità generale e i grandi gruppi di cause.

Tabella 2: riporta i risultati della mortalità per le cause d'interesse *a priori*.

Tabella 3: riguarda i risultati delle ospedalizzazioni per l'insieme delle cause naturali e per i grandi gruppi di cause.

GUIDA ALLA LETTURA

The image shows two pages from the 'SENTIERI / Sesto rapporto' (2023) report. The left page is titled 'Popolazione generale' and the right page is titled 'Età pediatrica, adolescenziale e giovanile'. Both pages contain tables of mortality and hospitalization data, categorized by cause and age group. The tables include columns for observed cases (Oss.), standardized mortality rate (SMR), and standardized hospitalization rate (SHR), along with 95% confidence intervals. The left page covers general population data, while the right page focuses on pediatric, adolescent, and young adult populations.

Tabella 4: presenta i risultati relativi alle ospedalizzazioni per le cause d'interesse *a priori*.

Tabella 5 e 6: mostrano i risultati relativi alla mortalità e ai ricoverati per le fasce di età pediatrico-adolescenziali e giovanili. In alcuni siti, la mortalità per sottogruppi di età è basata su un numero esiguo di decessi; in questi casi, la tabella relativa alla mortalità non è riportata ed è presente solo la tabella riferita alle ospedalizzazioni. **Tabella 7:** riporta i dati relativi alle anomalie congenite, se presenti per il sito d'interesse.

Calcolo dei rapporti

Il calcolo dei rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e di ospedalizzazione (SHR) è stato effettuato utilizzando il riferimento regionale, tranne nel caso dei siti di Trento Nord e di Bolzano, per i quali si è utilizzato il riferimento provinciale. Il valore degli SMR e degli SHR (e dei relativi intervalli di confidenza al 90%) è stato moltiplicato per 100, in modo da poter esprimere gli eccessi o i difetti in termini percentuali: se, quindi, il valore è maggiore di 100, il rischio di mortalità/ospedalizzazione è in eccesso nella popolazione del sito rispetto alla popolazione di riferimento; se risulta inferiore a 100, il rischio è in difetto. Del tutto analogamente, per le anomalie congenite i risultati sono riportati come **rapporto tra casi osservati e casi attesi**. Il numero di casi attesi è stato calcolato sulla base della prevalenza osservata nell'area coperta dal registro. Gli indicatori presentati sono basati su casi con anomalie congenite e non su singole anomalie congenite. Pertanto, un caso con una o più anomalie afferenti a sottogruppi diversi è stato conteggiato una sola volta nel calcolo dell'indicatore «Totale casi con AC».

Nelle tabelle dei risultati i valori delle stime e i relativi IC90% vengono riportati quando si osservano almeno tre casi. Se il numero di casi osservati è 0, 1 o 2, si riporta la dicitura “< 3” e la cella relativa alle stime di rischio è vuota.

Analisi per classi di età

Le analisi per classi di età hanno riguardato il primo anno di vita (0-1 anno), l'età pediatrica (0-14 anni), pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), giovanile (20-29 anni) e complessiva 0-29 anni. Nelle tabelle, vengono riportati solo i risultati per l'insieme dei due generi, mentre nel testo, là dove risulta informativo, vengono descritti i risultati per singolo genere correlati da numero di casi osservati, stime di rischio e dei relativi IC90%. Vista la rilevanza di sanità pubblica che rivestono gli eventi sanitari nei bambini e nei giovani, vengono segnalati nel testo anche eccessi basati su un numero esiguo di casi. Le tabelle per sottogruppi di età riportano le cause di morte (o le diagnosi di ricovero) in riga e le classi di età in colonna. Poiché il numero di eventi sanitari nelle sottoclassi di età analizzate è spesso esiguo (<3 casi), soprattutto per l'esito di mortalità e per i siti con popolazioni di piccole dimensioni, al fine di evitare la presentazione di tabelle con molte celle contenenti < 3, si è seguita la seguente regola:

- quando si osservano meno di 3 casi per tutte le cause analizzate relativamente a una classe di età, viene omessa l'intera colonna relativa alla classe di età;
- quando si osservano meno di 3 casi in ognuna delle classi di età analizzate per una stessa causa, viene omessa l'intera riga relativa alla causa.

GUIDA ALLA LETTURA

Commento

Nel testo sono riportati i risultati più rilevanti menzionando gli eccessi di rischio e i difetti di rischio se si verificano entrambe le condizioni qui di seguito riportate:

1. i casi osservati nella popolazione del sito sono maggiori o minori di quelli attesi, ossia il valore degli indicatori è maggiore o minore di 100;

2. la stima puntuale di questi eccessi o difetti è sostenuta dalla sua incertezza statistica, ossia l'IC delle stime puntuali non contiene il valore di 100 (per gli eccessi di rischio il limite inferiore dell'intervallo di confidenza è superiore a 100; per i difetti di rischio il limite superiore dell'intervallo di confidenza è inferiore a 100).

Si possono trovare riportati in forma testuale anche eccessi o difetti definiti incerti se la stima puntuale del rischio non è sostenuta dalla sua incertezza statistica (per esempio, come conseguenza di un basso numero di casi), ma è stata ritenuta rilevante dal curatore della scheda anche in relazione al valore della stima puntuale. In associazione agli eccessi e difetti di rischio, si può trovare anche l'aggettivo "impreciso", che viene utilizzato qualora l'intervallo di confidenza delle stime puntuali di rischio sia considerevolmente ampio.

Discussione e conclusioni

I principali risultati ottenuti sono riportati e discussi in relazione a quanto osservato nei precedenti rapporti SENTIERI.⁵⁻⁸ Sono sottolineate, in particolare, le cause per cui l'osservazione degli eccessi di rischio è

presente in entrambi i generi, come indicatore generale di una componente ambientale del rischio. I risultati sono eventualmente commentati anche in relazione alla loro associazione alle diverse fonti di esposizione ambientale.

Il commento ai risultati dell'analisi di mortalità e di ospedalizzazione concerne sia la popolazione generale (tutte le età) sia la popolazione pediatrico-adolescenziale e giovanile. Quando disponibile, viene discusso anche il risultato relativo alle anomalie congenite.

Nella discussione sono, inoltre, riportati i risultati di altri studi relativi al sito d'interesse, in particolare se pubblicati successivamente al Quinto Rapporto SENTIERI.⁵ Questi studi possono riguardare la contaminazione, l'esposizione, il rischio sanitario, interventi di prevenzione o promozione della salute.

Possono essere riportate anche cause d'interesse specifico per il sito diverse da quelle d'interesse *a priori*, se altri studi effettuati nel sito le considerano rilevanti. In questo caso, i risultati di SENTIERI sono riportati per esteso indicando il genere, il valore della stima puntuale per l'indicatore d'interesse e il suo intervallo di confidenza.

La scheda si conclude con eventuali raccomandazioni se il curatore ha ritenuto di fornirne alla luce dei risultati ottenuti e della loro discussione. Le raccomandazioni possono riguardare sia interventi di prevenzione o gestione del rischio sia approfondimenti di studio e possono essere attinenti ad aspetti sanitari, ambientali, occupazionali, epidemiologici.

Bibliografia

1. Vecchi S, Benedetti M, Fazzo L, Bruno C, Zona A. Revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute, Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:289-309.
2. Pasetto R, Caranci N, Pirastu R. L'indice di deprivazione negli studi di piccola area su ambiente e salute. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:174-80.
3. Rosano A, Pacelli B, Zengarini N, Costa G, Cislighi C, Caranci N. Aggiornamento e revisione dell'indice di deprivazione italiano 2011 a livello di sezione di censimento. *Epidemiol Prev* 2020;44(2-3):162-70.
4. <https://unstats.un.org/wiki/display/SDGeHandbook/Indicator+3.4.1>
5. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:1-204.
6. Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:1-170.
7. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C., Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-116.
8. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.

RISULTATI
RESULTS

INDICE DEI SITI

SITE INDEX



NORD-OVEST

VALLE D'AOSTA

EMA EMARESE (AO) 46

PIEMONTE

BAL BALANGERO (TO) 48

CAS CASALE MONFERRATO (AL) 53

SER SERRAVALLE SCRIVIA (AL) 57

PIV PIEVE VERGONTE (VCO) 60

PIEMONTE, LIGURIA

CES CENGIO (SV) E SALICETO (AL) 64

LIGURIA

COS COGOLETO-STOPPANI (GE) 68

PIT PITELLI (SP) 72

LOMBARDIA

BRE BRESCIA-CAFFARO (BS) 77

BRO BRONI (PV) 82

CER CERRO AL LAMBRO (MI) 86

LMN LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO (MN) 90

PIR PIOLTELLO RODANO (MI) 97

SES SESTO SAN GIOVANNI (MI) 103



NORD-EST

VENETO

VEN VENEZIA-PORTO MARGHERA (VE) 110

TRENTINO ALTO ADIGE

BOL BOLZANO (BZ) 116

TRE TRENTO NORD (TN) 120

FRIULI VENEZIA GIULIA

CDT CAFFARO DI TORVISCOSA (UD) 126

TRI TRIESTE (TS) 129

EMILIA-ROMAGNA

ETR OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI ETR DI BOLOGNA (BO) 133

FID FIDENZA (PR) 138

SAS SASSUOLO (MO)-SCANDIANO (RE) 143



CENTRO

TOSCANA

PIO PIOMBINO (LI) 150

LIV LIVORNO (LI) 156

ORB ORBETELLO-AREA EX SITOCO (GR) 162

MSC MASSA E CARRARA (MS) 166

UMBRIA

TER TERNI PAPIGNO (TR) 173

MARCHE

FAL FALCONARA MARITTIMA (AN) 177

BBC BASSO BACINO FIUME CHIANTI (MC-FM) 181

LAZIO

BFS BACINO DEL FIUME SACCO (FR-RM) 185



SUD E ISOLE

ABRUZZO

BUS BUSSI SUL TIRINO (PE) 190

CAMPANIA

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO (CE)
E AGRO AVERSANO (NA) 195

ALV AREA LITORALE VESUVIANO (NA) 203

PUGLIA

BAR BARI - FIBRONIT (BA) 211

BRI BRINDISI (BR) 216

MAN MANFREDONIA (FG) 222

TAR TARANTO (TA) 227

BASILICATA

TIT TITO (PZ) 233

AVB AREA INDUSTRIALE VAL BASENTO (MT) 237

CALABRIA

CCC CROTONE-CASSANO-CERCHIARA (CS) 241

SICILIA

BIA BIANCAVILLA (CT) 248

GEL GELA (CL) 254

MIL MILAZZO (ME) 260

PRI PRIOLO (SR) 266

SARDEGNA

APT AREE INDUSTRIALI DI PORTO TORRES (SS) 273

SIG SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE (CA) 278





Nord-Ovest



EMA



EMARESE (AO)



1
COMUNE

223
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Emarese

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza in passato di attività di estrazione di amianto (A).

Il comune di Emarese ha un basso livello di deprivazione. Il 39,9% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche non è statisticamente rappresentativo, data l'esiguità della popolazione in esame.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Nella **Tabella EMA_1**, relativa alla mortalità del periodo 2013-2017, riporta per le grandi cause le stime elaborate, relative a casi osservati eguali o maggiori a tre. La numerosità dei casi è così bassa da non consentire di affermare su una base robusta la presenza di eccessi o difetti.

La mortalità nello stesso periodo per le cause con evidenza

di associazione Sufficiente o Limitata con l'esposizione ambientale presente nel sito non è analizzabile per un numero insufficiente di casi osservati (tumore maligno del polmone, mesoteliomi e mesotelioma maligno della pleura, tumore maligno dell'ovaio, asbestosi).

■ **Ospedalizzazione.** Per le stesse ragioni riportate in precedenza per la mortalità, riguardo ai dati mostrati in **Tabella EMA_2**, relativa ai ricoverati nel periodo 2014-2018, si ritiene di dover mettere in evidenza esclusivamente un difetto dei ricoveri per tutte le cause nelle femmine, basato su una stima incerta e imprecisa. Non sono disponibili stime per i tumori maligni nelle femmine né per le malattie dell'apparato urinario in entrambi i generi.

Analoga assenza di stime è stata rilevata per le cause con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con l'esposizione ambientale presente nel sito (tumori maligni del polmone, della pleura, dell'ovaio e asbestosi).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel periodo in esame sono stati osservati meno di 3 decessi in età 0-29 anni.

■ **Ospedalizzazione.** Il ridotto numero di ospedalizzazioni per tutte le cause naturali (13 nella classe 0-29 anni) non consente di delineare un profilo di rischio per causa di ricovero (**Tabella EMA_3**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Come accaduto in precedenza nel Quinto Rapporto SENTIERI,¹ anche in questo caso non è possibile avere stime per le cause con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con l'esposizione ambientale presente nel sito. L'esigua popolazione residente giustifica la ridotta numerosità dei casi osservati e le stime incerte e imprecise.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:34-35.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

EMA EMARESE

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|----------------|---------|-------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 7 | 130 (71-240) | 3 | 61 (24-153) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 3 | 651 (260-1628) | <3 | |

Tabella EMA_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table EMA_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|--------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 40 | 100 (78-130) | 30 | 84 (62-113) |
| Tutti i tumori maligni | 4 | 70 (32-157) | <3 | |
| Malattie del sistema circolatorio | 8 | 85 (48-151) | 3 | 44 (18-111) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 9 | 152 (88-261) | 3 | 64 (26-161) |
| Malattie dell'apparato digerente | 7 | 92 (50-169) | 3 | 57 (23-143) |
| Malattie dell'apparato urinario | <3 | | <3 | |

Tabella EMA_2. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table EMA_2. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile


| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | <3 | | 5 | 77 (37-158) | 8 | 91 (51-162) | 6 | 189 (98-366) | 13 | 110 (70-174) |

Tabella EMA_3. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table EMA_3. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



BAL

BALANGERO (TO) **2**
COMUNI **6 322**
ABITANTI
Censimento 2019**I COMUNI DEL SITO**

- Balangero
- Corio

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di amianto (A).

Il comune di Corio ha un alto livello di deprivazione.

Il 14,9% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 2,5/100.000 casi (+0,8%) nei maschi e una diminuzione di 43,4/100.000 casi (-24,9%) nelle femmine.



Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Nel sito si osserva, in entrambi i generi, nel complesso delle principali cause di morte (**Tabella BAL_1**) un eccesso della mortalità per tutte le cause (con incertezza nella stima nei maschi), per le malattie del sistema circolatorio e per le malattie dell'apparato respiratorio (con incertezza nella stima). Nei maschi, vi è un eccesso per le malattie dell'apparato digerente, con stima incerta. Vi sono, inoltre, difetti per tutti i tumori (con incertezza nella stima nelle femmine).

Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella BAL_2**), si osserva nei maschi un eccesso dei decessi per asbestosi, patologia direttamente collegata con esposizione ad amianto

■ **Ospedalizzazione.** Tra le principali cause di ricovero (**Tabella BAL_3**), si riscontra un eccesso di ricoveri per le malattie del sistema circolatorio nelle femmine. Seppure con incertezza della stima, si osserva un eccesso di ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi, per tutti i tumori nei maschi e per le malattie dell'apparato digerente nelle femmine. Inoltre, si rileva un deficit dei ricoveri per patologie dell'apparato urinario e digerente nei maschi.

Per le patologie per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella BAL_4**), si osserva un eccesso dei ricoveri per tumore maligno della pleura nei maschi. Nelle femmine, è riscontrabile un eccesso per tumore maligno dell'ovaio, con incertezza nella stima. Per quanto riguarda il tumore di trachea, bronchi e polmone, si riscontra un deficit di ricoveri nei maschi e un eccesso nelle femmine (in entrambi i generi con imprecisione nelle stime).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** A causa delle piccole dimensioni della popolazione del sito, quindi del numero ridotto di casi osservati, non è possibile delineare un profilo di mortalità per le classi di età studiate. Si osserva un eccesso per la mortalità generale associato alla classe 20-29 anni, basato su 3 decessi (**Tabella BAL_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di ospedalizzazione (**Tabella BAL_6**) mostra un eccesso caratterizzato da incertezza, per l'ospedalizzazione da tutte le cause naturali in età pediatrico-adolescenziale. Un eccesso si rileva anche a carico delle patologie del sistema circolatorio tra i giovani (20-29 anni), con stime incerte, e dell'apparato digerente in età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), giovanile (20-29 anni) e nel complesso di età 0-29 anni.

BAL BALANGERO

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Nelle precedenti rilevazioni di SENTIERI, l'esposizione del sito era stata classificata, oltre che con A (presenza di amianto), anche con D ed M (presenza di discariche e di miniere). Poiché sia la cava (la più grande cava di amianto di Europa attiva fino al 1992) sia la discarica erano adibite a produzione e dismissal di amianto, si è determinato di non considerarne la classificazione come D (discariche di rifiuti di vario genere) e M (miniere in genere). Oltre alle fonti di esposizione ad amianto già citate, si segnala che a poca distanza da Balangero sono state attive in passato diverse industrie di trasformazione dell'amianto, in particolare fabbriche di tessuti in amianto e cartoni d'amianto.

Nel precedente studio SENTIERI del 2011,¹ per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali*, nel sito era presente un incremento della mortalità per tumore della pleura nei maschi, dato affetto da un'imprecisione della stima (SMR 278; IC90% 76-719). Tra gli studi precedenti ivi citati, vengono riferiti i dati del Registro nazionale dei mesoteliomi (ReNaM) per il periodo temporale 1988-2007 e l'aggiornamento dello studio di coorte sui lavoratori della miniera. Il sito è incluso in uno studio² che, attraverso il ReNaM della Regione Piemonte, ha identificato nel periodo 1988-2007 un totale di 27 casi di mesotelioma pleurico riferibili a Balangero: 9 tra dipendenti della miniera, 5 in lavoratori di ditte alle quali erano affidati lavori in appalto, 3 in soggetti che lavoravano l'amianto al di fuori della miniera, 10 casi in non esposti professionalmente.² Ciò sottolinea l'importanza dell'ampiezza temporale degli studi.

Nello studio SENTIERI del 2016 sull'incidenza del mesotelioma,³ nel periodo preso in esame (2000-2011) sono stati registrati 5 casi di mesotelioma maligno (MM) in soggetti residenti nel sito, tutti maschi.

Il rapporto standardizzato di incidenza (SIR) di MM (certi, probabili, possibili) per tutte le sedi è risultato pari a 197 (IC90% 94-411). Sono state definite le modalità di esposizione per tutti i 5 casi rilevati.

I 3 casi di MM con esposizione professionale certa o possibile risultano attribuibili ai settori dell'estrazione di minerali, dell'industria tessile e dell'edilizia. Non sono stati riscontrati casi con esposizione familiare.

Nei due casi ambientali, è stata accertata la residenza nei pressi della cava di Balangero.

Sempre nel 2016, sono state effettuate rilevazioni per valutare la possibile esposizione dei coltivatori impegnati nel lavorare i campi a poca distanza dalla cava.⁴ I risultati indicano che, nelle operazioni di movimentazione del terreno effettuate in due diverse condizioni meteorologiche, l'esposizione dell'operatore poteva raggiungere le

40 fibre/L e che la possibile esposizione di un lavoratore agricolo poteva superare il limite di 2 fibre/L. Una stima dell'entità dell'esposizione dei lavoratori della cava di Balangero nel corso del tempo con una ricostruzione a posteriori sulla base di documentazione storica e per i periodi più remoti mediante una ricostruzione del passato sperimentali delle condizioni di lavoro è presente in un lavoro di Silvestri et al (2020).⁵

Il recente aggiornamento della coorte dei lavoratori esposti ad amianto nella cava di Balangero⁶ mostra un incremento della mortalità per tutte le cause (SMR 1,28; IC95% 1,17-1,40), tumore maligno della pleura (SMR 4,30; IC95% 1,58-9,37), asbestosi (SMR 375,06; IC95% 262,68-519;23). Inoltre, gli autori hanno messo in evidenza un incremento per tumore del polmone (SMR 1,14; IC95% 0,81-1,55) tumore del peritoneo (SMR 3,25; IC95% 0,39-11,75). Sia la mortalità per tumori della pleura e del peritoneo sia l'incidenza del mesotelioma aumentano con l'incremento dell'esposizione cumulativa, la durata dell'esposizione e la latenza. Tra i lavoratori della cava, oltre alla patologia tumorale correlate ad amianto, anche le patologie non tumorali legate all'esposizione ad amianto presentano una relazione dose risposta.

Nella rilevazione del Quinto Rapporto SENTIERI⁷ del 2019 si riscontrava un incremento della mortalità generale e della mortalità per malattie dell'apparato circolatorio. Negli uomini erano in eccesso i decessi per malattie dell'apparato respiratorio e dell'apparato urinario.

Per quanto riguarda le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizione ambientali* del sito, si riscontrava un eccesso della mortalità per mesotelioma della pleura negli uomini.

I dati sui ricoveri mostravano un eccesso di ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio nel genere femminile. Era presente un deficit per tutte le cause e per tutti i tumori in entrambi i generi. Per le patologie per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizione ambientali* del sito, erano in eccesso i ricoveri per tumore maligno della pleura negli uomini. Nelle donne si riscontrava un difetto nei ricoveri per tumore polmonare nelle donne.

Nella presente rilevazione di SENTIERI si osservano, nel complesso delle principali cause di morte un eccesso nella mortalità per tutte le cause (con imprecisione della stima nei maschi), per le malattie del sistema circolatorio in entrambi i generi e per le malattie dell'apparato respiratorio. Inoltre, nei maschi è riscontrabile un eccesso per le malattie dell'apparato digerente (con incertezza nella stima). Per tutti i tumori nel loro insieme, invece, era presente un deficit della mortalità nel genere femminile.

Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di espo-*

BAL BALANGERO

sizione ambientali del sito, si riscontra un eccesso dei decessi per asbestosi nei maschi. Non è possibile dare una valutazione sui decessi per mesotelioma, perché inferiori a 3. Nel genere femminile, si è riscontrato un eccesso di stati morbosi mal definiti: questo può essere considerato indice di un'insufficiente qualità nella certificazione delle cause di morte (femmine: 12 casi, SMR 172; IC90% 107-275)

Tra le principali cause di ricovero, si rileva l'incremento delle malattie del sistema circolatorio nelle femmine. Seppure con incertezza della stima si osserva un eccesso di ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi, per tutti i tumori nei maschi e per le malattie dell'apparato digerente nelle femmine. Per le patologie per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizione ambientali* del sito, si osserva un eccesso dei ricoveri per tumore maligno della pleura nei maschi. Nelle femmine è riscontrabile un eccesso per tumore maligno dell'ovaio con incertezza nella stima. Per quanto riguarda il tumore di trachea/bronchi/polmone si riscontra un deficit di ricoveri nei maschi ed un eccesso nelle femmine (in entrambi i generi con imprecisione nelle stime).

La riconferma della presenza di tumori della pleura e mesoteliomi nelle diverse rilevazioni di SENTIERI e in altri studi analitici nel territorio di questo sito, con la presenza sia di casi di mesotelioma pleurico correlati a esposizione ambientale sia di quelli di origine professionale, ribadiscono l'importanza di quest'ultima modalità di esposizione in questo sito. Le patologie dell'apparato respiratorio nel loro insieme erano in eccesso, sia pure con incertezza della stima, in entrambi i generi, sia nei dati di mortalità sia in quelli di ospedalizzazione. Questa rilevazione è coerente con quanto affermato nel precedente studio di SENTIERI

del 2019⁷ e suggerisce di rivolgere particolare attenzione a questo gruppo di patologie anche se non considerate a oggi tra quelle con un'evidenza *a priori* di associazione per *esposizione ambientale* nel sito in esame. I risultati dei diversi studi sono coerenti con un'ulteriore riconferma della capacità dell'amianto crisotilo di indurre mesoteliomi. Anche l'eccesso di decessi e ospedalizzazioni del sistema circolatorio si confermano nel presente studio, come in quello del 2019,⁷ e andrebbero indagate con studi dedicati. La segnalazione della possibilità di esposizione superiore al limite di 2 fibre/L nel corso di alcune attività agricole in zone contaminate suggerisce la necessità dell'attuazione di interventi di mitigazione del rischio.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:41-42.
2. Mirabelli D, Calisti R, Barone-Adesi F, Fornero E, Merletti F, Magnani C. Excess of mesotheliomas after exposure to chrysotile in Balangero, Italy. *Occup Environ Med* 2008;65(12):815-19.
3. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:29-30.
4. Turci F, Favero-Longo SE, Gazzano C et al. Assessment of asbestos exposure during a simulated agricultural activity in the proximity of the former asbestos mine of Balangero, Italy. *J Hazard Mater* 2016; 308:321-27.
5. Silvestri S, Ferrante D, Giovannini A et al. Asbestos Exposure of Chrysotile Miners and Millers in Balangero, Italy. *Ann Work Expo Health* 2020;64(6):636-44.
6. Ferrante D, Mirabelli D, Silvestri S et al. Mortality and mesothelioma incidence among chrysotile asbestos miners in Balangero, Italy: A cohort study. *Am J Ind Med* 2020;63(2):135-45.
7. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:36-37.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BAL BALANGERO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 206 | 110 (98-123) | 251 | 120 (108-133) |
| Tutti i tumori maligni | 48 | 78 (62-99) | 38 | 79 (61-103) |
| Malattie del sistema circolatorio | 85 | 141 (118-168) | 117 | 142 (122-166) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 22 | 130 (92-184) | 20 | 131 (91-188) |
| Malattie dell'apparato digerente | 11 | 155 (95-254) | 8 | 104 (59-185) |
| Malattie dell'apparato urinario | <3 | | 3 | 89 (36-224) |

Tabella BAL_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BAL_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|-----------------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 14 | 89 (57-137) | 5 | 84 (41-172) |
| Mesoteliomi | <3 | | <3 | |
| Mesotelioma maligno della pleura | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 3 | 139 (55-347) |
| Asbestosi | 4 | 11.849 (5.319-26.392) | <3 | |

Tabella BAL_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BAL_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 957 | 100 (95-106) | 903 | 98 (93-104) |
| Tutti i tumori maligni | 149 | 112 (98-128) | 111 | 100 (85-117) |
| Malattie del sistema circolatorio | 269 | 106 (96-117) | 214 | 114 (102-127) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 158 | 113 (99-129) | 122 | 104 (90-121) |
| Malattie dell'apparato digerente | 171 | 85 (75-96) | 147 | 107 (94-123) |
| Malattie dell'apparato urinario | 48 | 78 (61-98) | 38 | 97 (74-127) |

Tabella BAL_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BAL_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 7 | 57 (31-106) | 7 | 137 (74-252) |
| Tumori maligni della pleura | 3 | 266 (106-665) | <3 | |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 5 | 158 (77-325) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella BAL_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BAL_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BAL BALANGERO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|---------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 352 (141-882) | 4 | 213 (96-475) |

Tabella BAL_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BAL_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|--------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 24 | 91 (65-127) | 136 | 107 (93-123) | 180 | 107 (95-121) | 83 | 98 (82-117) | 262 | 105 (95-116) |
| Malattie infettive e parassitarie | <3 | | 4 | 46 (21-102) | 4 | 42 (19-93) | <3 | | 6 | 49 (25-95) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 189 (75-473) | 4 | 137 (61-305) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | 9 | 159 (92-273) | 4 | 59 (27-132) | 13 | 105 (67-165) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 7 | 58 (32-108) | 7 | 56 (30-102) | <3 | | 7 | 51 (28-95) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 14 | 91 (59-141) | 34 | 140 (106-185) | 26 | 150 (109-207) | 59 | 143 (115-177) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | <3 | | 3 | 60 (24-150) | 3 | 96 (38-241) | 6 | 74 (39-144) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 9 | 164 (96-283) | | | | | | | | |

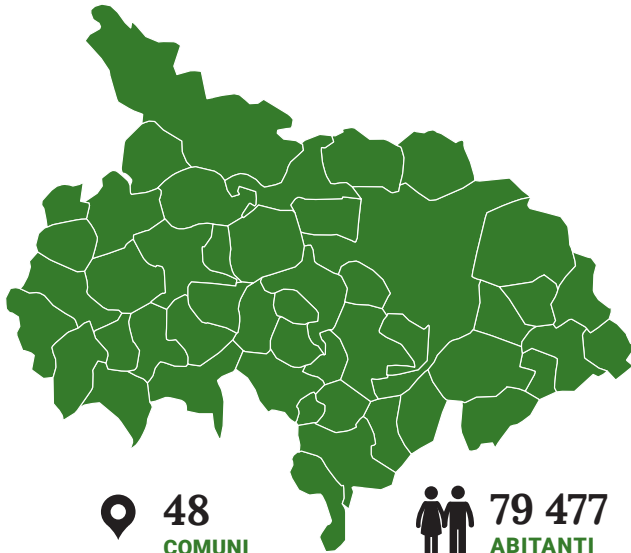
Tabella BAL_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table BAL_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



CAS

CASALE MONFERRATO (AL)



I COMUNI DEL SITO

- Alfiano Natta
- Altavilla Monferrato
- Balzola
- Borgo San Martino
- Bozzole
- Camagna Monferrato
- Camino
- Casale Monferrato
- Castelletto Merli
- Cella Monte
- Cereseto
- Cerrina Monferrato
- Coniolo
- Conzano
- Frassinello Monferrato
- Frassineto Po
- Gabiano
- Giarole
- Mirabello Monferrato
- Mombello Monferrato
- Moncalvo
- Moncestino
- Morano sul Po
- Murisengo
- Occimiano
- Odalengo Grande
- Odalengo Piccolo
- Olivola
- Ottiglio
- Ozzano Monferrato
- Palazzolo Vercellese
- Pomaro Monferrato
- Pontestura
- Ponzano Monferrato
- Rosignano Monferrato
- Sala Monferrato
- San Giorgio Monferrato
- Serralunga di Crea
- Solonghello
- Terruggia
- Ticineto
- Triville
- Trino
- Valmacca
- Vignale Monferrato
- Villadeati
- Villamiroglio
- Villanova Monferrato

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza in passato di un'azienda produttrice di manufatti di cemento-amianto (A).

Tredici dei 48 comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 32,2% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 85,3/100.000 casi (+28,9%) nei maschi e di 49,4/100.000 casi (+28,4%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Per tutti i tumori maligni e per le malattie dell'apparato circolatorio, l'analisi della mortalità mette in evidenza nel sito eccessi in entrambi in generi; un eccesso con stima incerta nei maschi per le malattie respiratorie che contrasta con un difetto, sempre con stima incerta per le femmine. In quest'ultima popolazione sono presenti difetti per le malattie degli apparati digerente e urinario (**Tabella CAS_1**).

La mortalità mostra, con stima incerta, un eccesso nei maschi per il tumore polmonare e un difetto nelle femmine (stima incerta e imprecisa). Sono presenti eccessi in entrambi i generi per i mesoteliomi, il mesotelioma della pleura e l'asbestosi, sia pure con stime imprecise, e un eccesso per il tumore dell'ovaio (stima incerta e imprecisa) (**Tabella CAS_2**).

I dati di mortalità vanno interpretati con cautela, visti gli eccessi in entrambi i generi relativi a "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti", segnale di bassa qualità della codifica delle cause di morte (maschi: SMR 145; IC90% 116-182; femmine: SMR 137; IC90% 119-157), dato già osservato nel precedente Rapporto SENTIERI.¹

■ **Ospedalizzazione.** In entrambi i generi, l'analisi dei ricoveri mostra eccessi per tutte le cause naturali, per tutti i tumori maligni e per le malattie circolatorie, e difetti per le malattie respiratorie. Per le malattie dell'apparato digerente, è presente un difetto nei maschi e un eccesso nelle femmine, basato su una stima incerta. Per le malattie urinarie, è presente un difetto in entrambi i generi, con stima incerta nei maschi (**Tabella CAS_3**).

L'analisi dei ricoveri ospedalieri per patologie con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con l'esposizione ambientale presente nel sito mostra, per il tumore del polmone, un eccesso in entrambi i generi, con una stima incerta e imprecisa nelle femmine. Si rileva un eccesso in entrambi i generi per i tumori maligni della pleura e per l'asbestosi, basati su stime imprecise. Il tumore dell'ovaio è in difetto (stima incerta e imprecisa) (**Tabella CAS_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale, nonostante il ridotto numero di decessi, si presenta in eccesso nelle diverse sottoclassi di età analizzate, tranne che tra i giovani adulti (**Tabella CAS_5**). Nel primo anno di vita, essa è associata a un eccesso di bambini deceduti per condizioni morbose di origine perinatale.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali è in eccesso in tutte le sottoclassi di età analizzate, compreso il primo anno di vita, che mostra un eccesso anche per le condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella CAS_6**). In età pediatrica, eccessi di neoplasie vengono rilevati nel solo genere femmi-

CAS CASALE MONFERRATO

nile (dati non in tabella) per tutti i tumori maligni (9 casi su 10: SHR 191; IC90% 111-328), per i tumori del tessuto linfoemopoietico (5 casi su 6: SHR 254; IC90% 124-521) e per i linfomi (3 casi: SHR 492; IC90% 197-1.231). Questo profilo si ripete anche in età pediatrico-adolescenziale per le stesse cause e, tra le femmine, con 14 ricoverati per tutti i tumori, 6 per le neoplasie emolinfopoietiche e 4 per i linfomi. In età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, si osserva, sui due generi, anche un eccesso per patologie dell'apparato digerente e dell'apparato urinario, sebbene quest'ultimo con stime incerte.

Eccessi di ricoveri per malattie del sistema circolatorio si rilevano in età pediatrica, giovanile (con stima incerta) e nel complesso 0-29 anni.

In età giovanile (20-29 anni), si rilevano eccessi di ospedalizzazione per le stesse cause neoplastiche osservate in età pediatrica osservabili nel complesso dei due generi, ma sempre attribuibili alle sole femmine (dati non in tabella): tumori del sistema linfoemopoietico (8 casi su 12: SHR 354; IC90% 200-629); linfomi (7 casi su 9: SHR 370; IC90% 201-682); malattia di Hodgkin (5 casi su 6: SHR 475; IC90% 231-975). Si segnala anche un eccesso di leucemie basato su 3 casi osservati, ma sui due generi. Tra i soli giovani (20-29 anni), si osservano eccessi di ricoverati per infezioni respiratorie acute e per asma e, anche in questo caso, attribuibili al genere femminile: rispettivamente, 12 casi di infezioni acute (SHR 214; IC90% 134-342) e 4 casi di asma (SHR 700; IC90% 314-1558).

Si segnala un difetto su tutte le classi di età per malattie infettive e parassitarie.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Nella lettura dei dati di mortalità, va tenuto conto della bassa qualità della codifica delle cause di decesso.

Gli eccessi osservati in entrambi i generi per la mortalità generale, per tutti i tumori maligni e per le malattie circolatorie sono stati documentati in altri due Rapporti SENTIERI.^{1,2} Il quadro relativo alle malattie respiratorie è sovrapponibile a quanto osservato nel Quinto Rapporto SENTIERI.¹ L'eccesso in entrambi i generi per la mortalità dovuta al tumore polmonare osservato nello stesso Rapporto¹ non è confermato in questo studio, essendo presente solo nei maschi; gli eccessi per il mesotelioma della pleura sono confermati in entrambi i generi.

Quanto osservato nella mortalità per tutte le cause, per i tumori maligni e le malattie circolatorie è sovrapponibile al quadro ospedaliero, che diverge, invece, per le malattie respiratorie e degli apparati digerente e urinario. Il difetto della mortalità per tumore polmonare nelle femmine

contrasta con l'eccesso tra i ricoveri, sia pure con una stima imprecisa; contrasto difficilmente interpretabile. Per il tumore maligno dell'ovaio, è presente un aumento del rischio di mortalità, con una stima imprecisa.

Per quanto riguarda le sottoclassi di età, si confermano gli eccessi di ospedalizzazione, osservate nel precedente Rapporto SENTIERI¹ sia in età 0-19 anni sia tra i giovani (20-29 anni) per tumori del tessuto linfoemopoietico, particolarmente tra le femmine.

Quanto si osserva per l'asbestosi (eccessi in entrambi i generi per mortalità e ricoveri, stime imprecise), completa il quadro relativo alle patologie correlate ad amianto, che documentano l'effettiva esposizione occorsa in questo sito. La latenza delle patologie tumorali correlate ad amianto e la bassa letalità dell'asbestosi rendono ragione della persistenza di casi osservati, anche se in numero minore rispetto a rilevazioni precedenti. Riguardo all'asbestosi, va sottolineato che si tratta di una patologia conseguente a elevata esposizione a fibre di amianto, esposizione che tipicamente si verifica in ambito occupazionale, non ambientale.

Le patologie di interesse *a priori* relative all'ospedalizzazione (**Tabella CAS_4**) differiscono nel numero e nella definizione relativa alla pleura, in quanto per la mortalità sono stati utilizzati i codici previsti dall'ICD-10, per l'ospedalizzazione dall'ICD-9, priva di specifiche per i mesoteliomi.

Il sito di Casale Monferrato continua, per le sue caratteristiche peculiari, a essere studiato, come documentato da pubblicazioni scientifiche recenti, anche su temi relativi all'educazione sulla relazione ambiente e salute³ e allo stress psicologico nei pazienti che ricevono una diagnosi di mesotelioma e nei loro *caregiver*.⁴ Uno studio caso-controllo sulla popolazione ha documentato un picco di incidenza di casi di mesotelioma in prossimità dell'ex-azienda produttrice di manufatti di cemento-amianto e cluster secondari presso aree nelle quali verosimilmente si era fatto uso di materiale asbestiforme.⁵

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:38-40.
2. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:64-65.
3. Marsili D, Canepa A, Mossone N, Comba P. Environmental Health Education for Asbestos-Contaminated Communities in Italy: The Casale Monferrato Case Study. *Ann Glob Health* 2019;85(1):84.
4. Bonafede M, Granieri A, Binazzi A et al. Psychological Distress after a Diagnosis of Malignant Mesothelioma in a Group of Patients and Caregivers at the National Priority Contaminated Site of Casale Monferrato. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(12):4353.
5. Airoldi C, Magnani C, Lazzarato F, Mirabelli D, Tunesi S, Ferrante D. Environmental asbestos exposure and clustering of malignant mesothelioma in community: a spatial analysis in a population-based case-control study. *Environ Health* 2021;20(1):103.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

CAS CASALE MONFERRATO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 2.998 | 119 (115-122) | 3.475 | 117 (114-120) |
| Tutti i tumori maligni | 1.030 | 128 (122-135) | 812 | 120 (114-128) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.028 | 124 (118-131) | 1.473 | 126 (120-131) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 248 | 106 (96-118) | 197 | 90 (80-101) |
| Malattie dell'apparato digerente | 92 | 98 (82-116) | 81 | 74 (62-89) |
| Malattie dell'apparato urinario | 41 | 97 (75-126) | 33 | 69 (52-91) |

Tabella CAS_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CAS_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------------|---------|---------------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 214 | 105 (93-117) | 71 | 85 (70-104) |
| Mesoteliomi | 132 | 1.110 (962-1.280) | 85 | 1.516 (1.269-1.812) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 121 | 1.214 (1.046-1.410) | 80 | 1.719 (1.431-2.065) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 35 | 1.16 (88-153) |
| Asbestosi | 22 | 4.844 (3.417-6.867) | 6 | 3.327 (1.720-6.434) |

Tabella CAS_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table CAS_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 12.577 | 104 (102-105) | 13.039 | 107 (105-108) |
| Tutti i tumori maligni | 1.866 | 111 (107-116) | 1.753 | 115 (111-120) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.373 | 105 (102-108) | 2.760 | 106 (103-110) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.647 | 92 (89-96) | 1.422 | 91 (87-95) |
| Malattie dell'apparato digerente | 2.419 | 95 (92-98) | 1.873 | 103 (99-107) |
| Malattie dell'apparato urinario | 735 | 94 (88-100) | 465 | 88 (82-95) |

Tabella CAS_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CAS_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------------|---------|----------------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 178 | 117 (103-132) | 83 | 119 (99-142) |
| Tumori maligni della pleura | 160 | 1.126 (989-1.282) | 114 | 1.712 (1.468-1.997) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 42 | 98 (76-126) |
| Asbestosi | 5 | 2.120 (1.032-4.355) | 4 | 6.073 (2.726-13.527) |

Tabella CAS_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CAS_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

CAS CASALE MONFERRATO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|-------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 13 | 252 (160-397) | 16 | 184 (122-277) | 18 | 152 (103-223) | 6 | 55 (28-106) | 24 | 105 (75-147) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 10 | 332 (199-556) | | | | | | | | |

Tabella CAS.5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CAS.5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 312 | 109 (99-119) | 1.622 | 111 (106-115) | 2.161 | 110 (106-113) | 1.176 | 107 (102-112) | 3.306 | 109 (106-112) |
| Malattie infettive e parassitarie | 11 | 40 (25-66) | 66 | 67 (54-81) | 84 | 76 (63-91) | 31 | 94 (70-126) | 115 | 80 (69-93) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 10 | 95 (57-159) | 18 | 110 (75-162) | 22 | 107 (75-152) | 39 | 107 (82-139) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 6 | 121 (63-234) | 9 | 126 (73-216) | 12 | 242 (151-387) | 20 | 167 (116-241) |
| Linfomi | | | 3 | 178 (71-446) | 5 | 148 (72-304) | 9 | 225 (131-387) | 13 | 179 (114-282) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 3 | 233 (93-583) | 6 | 303 (157-586) | 8 | 252 (142-447) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 3 | 132 (53-330) | 5 | 106 (52-217) |
| Leucemie | | | 3 | 89 (35-222) | 4 | 102 (46-227) | 3 | 293 (117-734) | 7 | 143 (77-263) |
| Leucemia linfoide | | | 3 | 107 (43-267) | 4 | 126 (56-280) | <3 | | 5 | 139 (68-286) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 40 | 129 (100-168) | 76 | 109 (90-132) | 102 | 117 (99-138) | 177 | 113 (100-128) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 138 | 102 (89-117) | 147 | 103 (90-118) | 21 | 160 (112-229) | 168 | 108 (95-122) |
| Asma | | | 11 | 93 (57-152) | 11 | 85 (52-140) | 4 | 391 (175-871) | 15 | 108 (71-165) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 232 | 130 (117-145) | 346 | 119 (109-130) | 221 | 98 (88-109) | 567 | 110 (103-118) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 52 | 114 (91-143) | 70 | 121 (100-148) | 40 | 99 (76-128) | 109 | 112 (96-131) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 91 | 153 (129-182) | | | | | | | | |

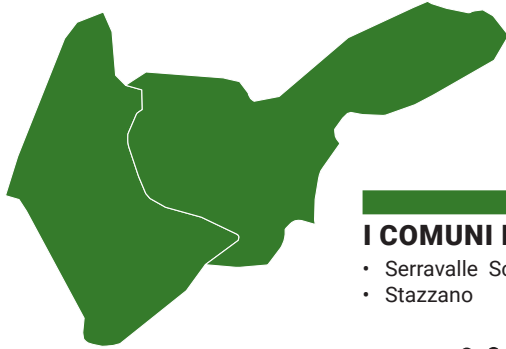
Tabella CAS.6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table CAS.6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



SER

SERRAVALLE SCRIVIA (AL)



I COMUNI DEL SITO

- Serravalle Scrivia
- Stazzano



2

COMUNI



8 315

ABITANTI
Censimento 2019

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianto di rigenerazione oli esausti (C).

Nessuno dei due Comuni del sito ha un alto livello di deprivazione. Il 40,1% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 83,3/100.000 casi (+28,2%) nei maschi e una diminuzione di 21,2/100.000 casi (-12,2%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità per i principali gruppi di cause mostra un eccesso per tutte le cause in entrambi i generi (**Tabella SER_1**). Per quanto riguarda le cause di interesse *a priori*, si segnala un eccesso del tumore del colon retto in entrambi i generi, la cui stima per la popolazione maschile è affetta da incertezza (**Tabella SER_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dei ricoveri conferma l'eccesso per tutte le cause, sebbene la stima per la popolazione maschile sia affetta da incertezza. Si osservano, inoltre, un eccesso per le malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi e un difetto per tutti i tumori nella popolazione femminile (**Tabella SER_3**). Per quanto riguarda le cause di interesse *a priori*, si osserva l'eccesso già menzionato per le malattie dell'apparato respiratorio e un eccesso per asma in entrambi i generi, con stima affetta da incertezza nella popolazione femminile (**Tabella SER_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Si rileva un eccesso della mortalità generale tra i bambini (0-14 anni) basato su 4 decessi dei 5 registrati complessivamente nell'insieme delle età 0-29 anni (**Tabella SER_5**).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali è in eccesso rispetto all'atteso in tutte le sottoclassi di età analizzate (**Tabella SER_6**). In età pediatrica, si osservano eccessi per le infezioni respiratorie acute, asma e malattie dell'apparato digerente. Un profilo simile si osserva nella classe pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), ove vi è un eccesso di ricoverati per leucemia linfocitica e un eccesso di malattie circolatorie, con stima incerta. A titolo descrittivo, si segnala un eccesso di ricoverati per malattie infettive e parassitarie in tutte le classi di età, tranne che nel primo anno di vita.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

La prima indagine SENTIERI¹ mise in luce eccessi nella popolazione femminile per la mortalità generale e per le malattie del sistema circolatorio. Tra le cause di interesse *a priori*, aveva segnalato un eccesso nella popolazione maschile per il tumore dello stomaco. Il Quinto Rapporto SENTIERI² aveva confermato gli eccessi nella popolazione femminile per le stesse patologie e osservato eccessi nei ricoveri per tutte le cause naturali e per le malattie dell'apparato digerente nella popolazione femminile. Sempre nei ricoveri, tra le cause di interesse *a priori*, erano stati evidenziati eccessi per tumore dello stomaco e del colon retto nella popolazione femminile e dell'asma in entrambi i generi.

La presente indagine rileva un eccesso in entrambi i generi per tutte le cause, confermato anche dalle ospedalizzazioni. L'eccesso per le tutte le cause naturali nei ricoveri è fondamentalmente attribuibile all'eccesso per le malattie dell'apparato respiratorio.

L'eccesso per tutte le cause nella mortalità, invece, è attribuibile agli eccessi con stime imprecise rilevati nei grandi gruppi di cause e ad alcuni eccessi per cause che non rientrano nei grandi gruppi analizzati.

Si segnala un eccesso, in entrambi i generi, della mortalità per «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti» (● maschi: 5 osservati; SMR 152; IC90% 74-313 ● femmine: 15 osservati; SMR 170; IC90% 111-259), associabile a una carente qualità della certificazione delle cause di morte.

Gli eccessi descritti per tutte le cause e quelli per le cause di interesse *a priori* non rilevati nelle indagini precedenti – tumore del colon retto nella mortalità e le malattie dell'apparato respiratorio nei ricoveri – suggeriscono un consolidamento e aggiornamento della sorveglianza epidemiologica nell'area in esame. Quest'ultima osservazione viene avvalorata anche dal profilo di ospedalizzazione nelle sottoclassi di età che, oltre a confermare gli eccessi osservati nel Quinto Rapporto SENTIERI in età pediatrica e pediatrico-adolescenziale per le cause naturali, le infezioni respiratorie acute e l'asma, mostra nel periodo 2014-2018 un eccesso anche per patologie dell'apparato digerente.

SER SERRAVALLE SCRIVIA

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:126-27.
2. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:41-42.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 292 | 121 (110-134) | 290 | 111 (101-123) |
| Tutti i tumori maligni | 81 | 104 (87-125) | 49 | 82 (65-104) |
| Malattie del sistema circolatorio | 88 | 113 (95-135) | 111 | 109 (93-127) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 18 | 82 (56-121) | 22 | 116 (82-164) |
| Malattie dell'apparato digerente | 13 | 144 (92-227) | 11 | 116 (71-190) |
| Malattie dell'apparato urinario | 4 | 102 (46-227) | 6 | 144 (74-278) |

Tabella SER_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SER_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 5 | 125 (61-257) | <3 | |
| Tumori maligni del colon retto | 13 | 148 (94-233) | 12 | 172 (107-275) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 18 | 82 (56-121) | 22 | 116 (82-164) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella SER_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SER_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 1.286 | 103 (99-108) | 1.294 | 110 (105-115) |
| Tutti i tumori maligni | 151 | 92 (80-105) | 105 | 75 (64-89) |
| Malattie del sistema circolatorio | 298 | 94 (85-103) | 237 | 101 (91-113) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 217 | 117 (105-131) | 179 | 119 (105-134) |
| Malattie dell'apparato digerente | 277 | 107 (97-118) | 192 | 110 (98-124) |
| Malattie dell'apparato urinario | 83 | 105 (88-126) | 58 | 116 (94-144) |

Tabella SER_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SER_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|----------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 5 | 112 (55-230) | <3 | |
| Tumori maligni del colon retto | 22 | 119 (84-168) | 10 | 72 (43-120) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 217 | 117 (105-131) | 179 | 119 (105-134) |
| Asma | 9 | 590 (343-1014) | 4 | 221 (99-492) |

Tabella SER_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SER_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

SER SERRAVALLE SCRIVIA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|---------------|------|---------------|-------|-------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | <3 | | 4 | 325 (146-725) | 4 | 256 (115-570) | <3 | | 5 | 177 (86-364) |

Tabella SER_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SER_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|---------------|------|----------------|-------|---------------|------|----------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 62 | 143 (116-176) | 288 | 151 (137-167) | 338 | 138 (127-151) | 139 | 115 (100-133) | 474 | 131 (122-141) |
| Malattie infettive e parassitarie | 5 | 121 (59-248) | 21 | 155 (108-221) | 24 | 162 (116-226) | 7 | 192 (104-355) | 31 | 168 (125-225) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 3 | 225 (90-564) | 4 | 205 (92-457) | <3 | | 5 | 119 (58-244) |
| Tumori maligni del tessuto linfematoipietico | | | <3 | | 3 | 349 (139-872) | <3 | | 3 | 216 (86-541) |
| Leucemie | | | <3 | | 3 | 608 (243-1522) | <3 | | 3 | 501 (200-1254) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | 3 | 743 (297-1858) | <3 | | 3 | 670 (268-1676) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 4 | 107 (48-238) | 12 | 153 (96-245) | 7 | 74 (40-136) | 19 | 110 (75-160) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 46 | 242 (190-308) | 47 | 237 (186-300) | <3 | | 48 | 225 (178-286) |
| Asma | | | 5 | 312 (152-642) | 7 | 410 (222-756) | <3 | | 8 | 439 (247-779) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 31 | 143 (106-191) | 41 | 121 (94-156) | 23 | 94 (67-132) | 64 | 110 (90-135) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 7 | 111 (60-205) | 7 | 92 (50-171) | 6 | 135 (70-261) | 13 | 109 (69-171) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 13 | 144 (92-227) | | | | | | | | |

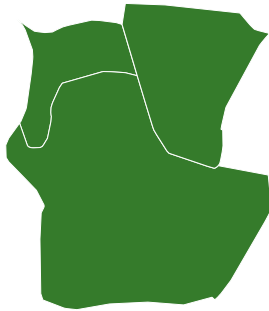
Tabella SER_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SER_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



PIV

PIEVE VERGONTE (VCO)



3
COMUNI

5 720
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Piedimulera
- Pieve Vergonte
- Vogogna

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C) e discariche (D).

I tre Comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 39,4% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 63/100.000 casi (-21,4%) nei maschi e di 55,9/100.000 casi (-32,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale (**Tabella PIV_1**) mostra un eccesso sia nei maschi sia nelle femmine e quella per le principali cause un eccesso sempre in entrambi i generi a carico del sistema circolatorio, con incertezza della stima nel genere femminile, e dell'apparato urinario, in cui l'incertezza della stima riguarda invece il genere maschile. Si segnala che la mortalità per «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti» risulta in eccesso nel genere femminile, indicando una carente qualità della certificazione (11 casi, SMR 208; IC90% 127-3.399). Inoltre, essendo la popolazione in studio di piccole dimensioni, per alcune cause d'interesse i casi risultano <3, quindi non menzionabili per motivi di privacy.

La mortalità per le cause con evidenza sufficiente o limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* (**Tabella PIV_2**) mostra, pur con ampia incertezza delle stime, motivata anche dalla richiamata bassa numerosità della popolazione in studio, eccessi per il tumore dello stomaco nelle femmine e per il tumore del fegato nei maschi.

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione si discosta in eccesso dall'atteso e in entrambi i generi, pur con incertezza delle stime, per tutte le cause naturali. Invece, per tumori maligni, apparato respiratorio e apparato digerente gli eccessi si concentrano nel genere femminile, sempre con incertezza delle stime (**Tabella PIV_3**).

L'ospedalizzazione per le cause con evidenza sufficiente o limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* attribuibili al polo chimico con le proprie metete in evidenza eccessi per linfoma di Hodgkin e tumore del fegato soltanto nei maschi. Un difetto, sempre nel genere maschile, si osserva per i tumori maligni del colon retto (**Tabella PIV_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Sono stati osservati solo 4 decessi nel periodo in studio sul complesso delle età 0-29 anni, che risultano tuttavia in eccesso rispetto all'atteso regionale (SMR 252; IC90% 113-561).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali appare in difetto per le classi di età considerate, tranne che tra i giovani adulti, per i quali si osserva un eccesso basato su stime incerte (**Tabella PIV_5**). In età pediatrico-adolescenziale, il deficit di ospedalizzazione è osservabile anche per le infezioni respiratorie acute. Il profilo di ospedalizzazione tra i giovani adulti mostra un eccesso per i tumori maligni e per le malattie dell'apparato digerente.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito si espande per 15.000 ettari e coinvolge – oltre ai terreni dei Comuni di Pieve Vergonte, Vogogna e Piedimulera – il torrente Marmazza, il fiume Toce, il lago di Mergozzo e lo stesso lago Maggiore. L'area è contaminata da metalli pesanti, tra cui arsenico e mercurio, idrocarburi clorurati aromatici e alifatici, DDT, IPA, PCB, diossine e furani.

Vale la pena di ricordare che questa contaminazione costituisce l'esito secolare di trasformazioni ed evoluzioni tecnologiche dello stabilimento chimico di Pieve Vergonte, che nasce nel 1915 con la progettazione e successiva costruzione di impianti per la produzione a uso bellico di gas tossici, come cloro e fosgene, nebbiogeni e fumogeni come cloro, acido solforico, tetracloruro di carbonio. Nell'immediato dopoguerra, l'attività viene riconvertita a uso civile per l'industria tessile, che richiede soda per la produzione del raion e solfuro di carbonio per quella della viscosa, nonché per quella farmaceutica, agricola, della carta e delle vernici, che richiedono solventi clorurati a partire dal benzene, refrigeranti a base di tetracloruro di carbonio, ossidanti e reagenti a base di cloro.

Durante il periodo dell'autarchia fascista, l'industria chimi-

PIV PIEVE VERGONTE

ca è chiamata a fornire fertilizzanti e anticrittogamici a uso agricolo attraverso la produzione di anidride arseniosa ottenuta a partire dalle piriti arsenicali delle locali miniere da cui si estraggono poi zolfo per la produzione di acido solforico e vari metalli anche preziosi.

Terminata la Seconda guerra mondiale, si chiude la parentesi mineraria e si rafforza la vocazione dello stabilimento verso le esigenze del settore agricolo, che richiede fornitura di ammoniaca, acido solforico e diserbanti clorurati, compreso il DDT prodotto dal 1948 fino al 1997, che vengono sintetizzati a partire dal cicloesano e dal benzene. Si rende così necessario un potenziamento dell'impianto di cloro-soda a celle di mercurio e un'ulteriore disponibilità di energia elettrica, per cui, tra il 1958 e il 1960, vengono costruite 4 centrali, di cui 3 alimentate a olio combustibile. La parabola dello stabilimento è segnata da costanti conflitti che coinvolgono anche le istituzioni amministrative e giudiziarie per ripetuti fenomeni di inquinamento che si estendono fino al lago Maggiore, con intervento delle autorità svizzere che, per la prima volta, rilevano la contaminazione di DDT nelle acque e nella fauna del lago. Non mancano processi e condanne.¹

I diversi passaggi proprietari portano a Enichem e poi ad ENI, che, nel 2011, presenta un piano di bonifica approvato dal Ministero dell'ambiente tutt'ora in corso: tra i vari interventi, prevede la ricollocazione dell'alveo del torrente Marmazza, le cui acque raggiungono il lago Maggiore, nella sua posizione originaria dopo la sua deviazione e tombinamento all'interno dello stabilimento chimico per essere utilizzato come canale di scarico delle acque di processo, nonché la realizzazione di impianti di confinamento e trattamento chimico-fisico delle matrici ambientali contaminate e a interventi di *soil venting* e *soil vapour extraction*.² Quindi, un intervento pluriennale che richiede di essere monitorato non solo sotto il profilo ambientale, ma anche sanitario.

In questo contesto, è molto arduo focalizzare l'attenzione su singoli organi bersaglio e specifiche forme tumorali, anche se appare giustificata l'attenzione sul DDT per la sua biopersistenza nelle matrici biologiche e sulla sua evidenza di cancerogenicità, secondo la IARC sufficiente nell'animale da esperimento e limitata nell'uomo in termini di associazione causale per tumore di fegato, testicolo e linfomi non Hodgkin.³

Purtroppo, per questo sito non si è mai disposto del dato di incidenza che, soprattutto per i tumori *sub iudice* di cui sopra, richiederebbe la migliore e più completa definizione diagnostica che soltanto un registro tumori può garantire. Innanzitutto, si può osservare che l'eccesso di mortalità e ospedalizzazione per tutte le cause, per entrambi i gene-

ri, nonché sostenuto da diversi apparati, seppur non simmetricamente e con incertezza delle stime, depone per un mediocre stato di salute generale della popolazione. Si segnala, al riguardo, l'eccesso della mortalità generale nella classe di età 0-29 anni, benché basato su 4 decessi nel periodo in studio, non osservato nel precedente Quinto Rapporto SENTIERI.⁴

Per quanto riguarda le patologie causalmente associate *a priori*, e con diversi gradi di evidenza, al comparto della chimica e relative scariche con alcuni contaminanti appartenenti alla classe degli organo-clorurati, che comprendono anche tetracloruro di carbonio, DDT, PCB, diossine e furani, il profilo di salute che queste descrivono appare coerente, soprattutto per il linfoma di Hodgkin. Si raccomanda che l'osservazione epidemiologica prosegua avvalendosi dell'incidenza dei tumori classificati sia per sede anatomica sia per istologia. Particolare attenzione è da rivolgere alle forme giovanili e a quelle a più breve latenza, nonché alle anomalie congenite registrate secondo i criteri EUROCAT, pur non disponibili per questo Sito, che possono essere associate ad alcuni contaminanti in gioco. A tal fine, si segnala l'eccesso di ospedalizzazione per tutti i tumori maligni osservato in età giovanile (20-29 anni: 4 casi, SHR 290; IC90% 130-646), ma non nel periodo precedente 2006-2013.⁴

Lo scopo è di collocare casi d'interesse ben caratterizzati in finestre temporali di esposizione rappresentative non solo del passato remoto, ma anche di quello più prossimo, per orientare al meglio il lungo e complesso intervento di bonifica, sia per garantire un'adeguata comunicazione alla popolazione e agli amministratori sul rapporto temporale tra cause ed effetti attesi.

È fondamentale che la sorveglianza epidemiologica, in considerazione anche della bassa numerosità della popolazione in studio, si accompagni a un monitoraggio su inquinanti indice in grado di persistere nelle matrici biologiche per qualificare e quantificare al meglio l'esposizione in studio in una popolazione dinamica, nonché il correlato rischio sanitario.

Bibliografia

1. Grassi S. La Rumianca di Pieve Vergone (1915-2012). In: Poggio PP, Ruzzenenti M (eds). Il caso italiano, Industria chimica e Ambiente. Milano, Jaca Book, 2012.
2. Eni Saipem, Progetto Operativo di Bonifica del Sito di Pieve Vergone, 2012. Disponibile all'indirizzo: <https://www.eni.com/enirewind/it-IT/bonifiche/progetti-bonifica-pieve-vergone.html>
3. International Agency for Research on Cancer. DDT. In: DDT, Lindane, and 2,4-D. IARC Monographs Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 113. Lione, IARC, 2018; pp: 37-266.
4. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:43-44.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

PIV PIEVE VERGONTE

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 176 | 109 (96-123) | 194 | 112 (99-126) |
| Tutti i tumori maligni | 52 | 96 (76-121) | 36 | 85 (64-111) |
| Malattie del sistema circolatorio | 66 | 128 (105-157) | 75 | 114 (94-137) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 13 | 91 (58-143) | 11 | 89 (55-146) |
| Malattie dell'apparato digerente | 7 | 113 (62-209) | 6 | 93 (48-180) |
| Malattie dell'apparato urinario | 3 | 118 (47-295) | 7 | 257 (139-474) |

Tabella PIV_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIV_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | <3 | | 3 | 171 (68-429) |
| Tumori maligni del colon retto | 7 | 115 (63-213) | | |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 6 | 190 (98-367) | | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 7 | 95 (52-176) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | <3 | | | |
| Linfomi non Hodgkin | <3 | | | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 13 | 91 (58-143) | 11 | 89 (55-146) |
| Asma | <3 | | | |

Tabella PIV_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIV_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 887 | 103 (98-109) | 867 | 104 (98-110) |
| Tutti i tumori maligni | 120 | 101 (87-118) | 110 | 107 (91-125) |
| Malattie del sistema circolatorio | 227 | 100 (90-112) | 174 | 102 (90-116) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 120 | 98 (85-114) | 116 | 113 (97-131) |
| Malattie dell'apparato digerente | 186 | 102 (90-115) | 139 | 112 (97-129) |
| Malattie dell'apparato urinario | 51 | 93 (74-116) | 37 | 105 (80-138) |

Tabella PIV_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIV_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | <3 | | 3 | 156 (62-389) |
| Tumori maligni del colon retto | 6 | 45 (23-87) | 12 | 115 (72-185) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 9 | 247 (143-424) | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 30 | 101 (75-136) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 15 | 83 (54-126) | 4 | 97 (44-216) |
| Linfomi non Hodgkin | 9 | 225 (131-386) | 4 | 128 (58-285) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 120 | 98 (85-114) | 116 | 113 (97-131) |

Tabella PIV_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIV_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

PIV PIEVE VERGONTE

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

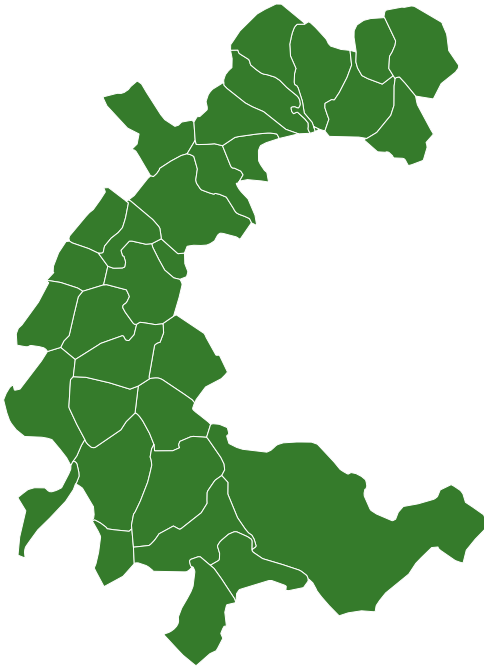
| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|---------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 13 | 64 (41-101) | 86 | 81 (68-97) | 136 | 95 (82-109) | 82 | 112 (93-134) | 213 | 99 (89-111) |
| Malattie infettive e parassitarie | <3 | | 3 | 42 (17-105) | 4 | 50 (22-112) | 4 | 181 (81-403) | 8 | 79 (44-139) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 290 (130-646) | 5 | 197 (96-404) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | 5 | 99 (48-204) | <3 | | 7 | 65 (35-119) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 3 | 31 (12-77) | 3 | 29 (12-73) | <3 | | 3 | 27 (11-67) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 12 | 92 (58-148) | 21 | 99 (69-141) | 24 | 160 (115-224) | 45 | 125 (98-159) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 4 | 95 (43-212) | | | | | | | | |

Tabella PIV_5. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIV_5. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



CES

CENGIO (SV) E SALICETO (AL)**32**

COMUNI

**34 877**ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Bergolo
- Bistagno
- Bubbio
- Cairo Montenotte
- Camerana
- Castelletto Uzzone
- Castino
- Cengio
- Cessole
- Cortemilia
- Cosseria
- Cravanzana
- Feisoglio
- Gorzegno
- Gottasecca
- Levice
- Loazzolo
- Millesimo
- Mombarcaro
- Monastero
- Bormida
- Monesiglio
- Montezemolo
- Niella Belbo
- Perletto
- Ponti
- Prunetto
- Sale San Giovanni
- Saliceto
- San Giorgio Scarampi
- Sessame
- Torre Bormida
- Vesime

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici con produzioni di coloranti (C) e discariche (D).

Nove dei 32 comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 25% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra una diminuzione di 4,2/100.000 casi (-1,42%) nei maschi e 1,4/100.000 casi (-0,8%) nelle femmine prendendo come riferimento il Piemonte, mentre si calcola un aumento di 7,7/100.000 casi (+2,7%) nei maschi e 5,6/100.000 casi (+3,35%) nelle femmine se si assume come riferimento la Liguria.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause mette in evidenza un eccesso di rischio in entrambi i generi per le malattie dell'apparato circolatorio, nelle femmine con stime incerte. Un eccesso di rischio è osservato nelle sole femmine per la mortalità generale, seppure con stima incerta, e le malattie dell'apparato digerente. Si osserva, inoltre, un difetto nella mortalità maschile per i tumori maligni e in quella femminile per le malattie respiratorie (**Tabella CES_1**).

Va segnalato che la mortalità per i "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti" risulta in eccesso in entrambi i generi, con stima incerta nelle femmine (maschi: 33 casi, SMR 138; IC90% 104-184; femmine: 49 casi, SMR 114; IC90% 90-144), indicando una generale carente qualità della certificazione.

L'analisi delle cause di morte con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* mostra, nelle sole femmine, un eccesso di rischio per il tumore dello stomaco e un difetto di rischio per le malattie dell'apparato respiratorio e per il tumore mammario (con stima incerta per quest'ultimo); un difetto di rischio con stima incerta si osserva anche nei decessi maschili per tumore del colon retto (**Tabella CES_2**).

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dai grandi gruppi di cause evidenzia un eccesso di rischio per l'insieme delle cause naturali e le malattie respiratorie, dell'apparato digerente e del sistema circolatorio, per queste ultime con stime incerte; tra i maschi, si osserva un difetto con stima incerta nelle ospedalizzazioni per tumori maligni (**Tabella CES_3**).

L'analisi dei ricoveri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* fa osservare eccessi di rischio in entrambi i generi per le malattie respiratorie e per i tumori del colon retto, per questi ultimi con stime incerte. Si osserva, inoltre, nelle sole femmine, un eccesso di rischio per i tumori maligni dello stomaco e per l'asma (quest'ultimo con stima incerta) (**Tabella CES_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità appare in eccesso nelle sottoclassi di età analizzate, ma le stime sono caratterizzate da incertezza (**Tabella CES_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta superiore all'atteso in tutte le classi di età indagate, compreso il primo anno di vita, ove si osserva un eccesso anche per le condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella CES_6**). In età pediatrica (0-14 anni) e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni),

CES CENGIO E SALICETO

si registrano eccessi di ricoverati per malattie degli apparati digerente e urinario. Eccessi di ricoverati per tutti i tumori in età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), sebbene con stime incerte, sono riferiti al solo genere maschile (dati non in tabella): 7 casi su 8, SHR 174; IC90% 94-321.

Tra i giovani adulti, vi è un eccesso di ricoverati per malattie respiratorie acute (8 casi su 11 tra le femmine: SHR 299; IC90% 168-531) e per malattie infettive e parassitarie, queste ultime anche nel complesso di età 0-29 anni. Si registra un difetto di ricoveri per malattie del sistema circolatorio sull'insieme delle età (0-29 anni).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

I dati di decessi e ricoveri nei grandi gruppi di cause indicano un rischio in eccesso per malattie circolatorie e dell'apparato gastrointestinale e in difetto per i tumori maschili, confermando un segnale analogo riportato nel precedente Rapporto.¹ Rispetto al precedente aggiornamento, si conferma anche l'eccesso di ricoverati per tutte le cause naturali nelle sottoclassi di età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni) e giovanile (20-29 anni).

Per quanto riguarda le cause di interesse *a priori*, i dati di mortalità e ospedalizzazione sono coerenti nell'indicare un rischio superiore all'atteso di tumore maligno dello stomaco nelle femmine. Nel sito, un eccesso di neoplasie di questo tipo (associate *a priori*, con evidenza limitata, a impianti chimici) si è precedentemente osservato in entrambi i generi¹ ed è stata ipotizzata un'associazione sia a esposizioni occupazionali e ambientali sia a un'alta prevalenza di colonizzazione gastrica da *Helicobacter pylori*.²

Nel precedente Rapporto,¹ si rilevava anche un eccesso di rischio per asma (associato *a priori*, con evidenza limitata, a impianti chimici e discariche), che non trova riscontro nei dati attuali se non nell'ospedalizzazione femmini-

le. Inoltre, tra le cause di interesse *a priori*, si mette in luce un eccesso di ricoverati per malattie dell'apparato respiratorio (associate con evidenza limitata alle discariche) in entrambi i generi, non riscontrato nel precedente periodo (2006-2013); tale dato trova riscontro anche in un eccesso di ospedalizzazioni per infezioni respiratorie tra i giovani adulti, già rilevato nel precedente Rapporto.¹ Rispetto al periodo antecedente, si conferma un segnale di eccesso per le condizioni morbose di origine perinatale, sia nella mortalità sia nei ricoveri.

Tra le femmine, si osserva un eccesso di rischio sia nella mortalità da mesotelioma pleurico (6 casi: SMR 270; IC90% 140-522) sia nell'ospedalizzazione da tumori maligni della pleura (10 casi: SHR 320; IC90% 191-535). I precedenti rapporti riportavano eccessi simili, ma, in contrasto con il presente studio, essi erano espressi dalla popolazione maschile.¹ I casi studiati nel Rapporto SENTIERI-ReNaM erano attribuiti principalmente a esposizione occupazionale, non essendo state identificate le fonti non lavorative di esposizione ad amianto, in particolare nei casi femminili.³ Poiché l'epidemiologia del tumore pleurico nel sito appare in evoluzione, è raccomandabile un monitoraggio dei casi di mesotelioma e di altre patologie correlate ad amianto, al fine di individuare una possibile fonte ambientale non nota di esposizione.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:45-47.
2. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:70-72.
3. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:47.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

CES CENGIO E SALICETO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.335 | 101 (96-105) | 1.420 | 104 (99-108) |
| Tutti i tumori maligni | 370 | 91 (83-99) | 286 | 95 (86-104) |
| Malattie del sistema circolatorio | 481 | 109 (101-118) | 573 | 105 (98-113) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 121 | 98 (84-113) | 75 | 77 (63-93) |
| Malattie dell'apparato digerente | 43 | 91 (71-116) | 66 | 131 (107-161) |
| Malattie dell'apparato urinario | 21 | 90 (63-129) | 17 | 75 (51-112) |

Tabella CES_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CES_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 20 | 99 (69-142) | 19 | 155 (107-226) |
| Tumori maligni del colon retto | 39 | 84 (65-109) | 37 | 101 (77-133) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 27 | 118 (86-162) | 12 | 104 (65-166) |
| Tumore maligni della mammella | <3 | | 41 | 81 (63-105) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 20 | 98 (68-141) | 4 | 79 (35-175) |
| Linfomi non Hodgkin | 10 | 86 (52-144) | 10 | 104 (62-174) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 121 | 98 (84-113) | 75 | 77 (63-93) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella CES_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CES_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 5.938 | 105 (103-107) | 5.893 | 108 (106-110) |
| Tutti i tumori maligni | 771 | 95 (90-101) | 649 | 97 (91-104) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.606 | 104 (100-109) | 1.206 | 104 (99-109) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 945 | 108 (102-114) | 774 | 108 (102-114) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.308 | 114 (109-120) | 921 | 114 (108-121) |
| Malattie dell'apparato urinario | 382 | 99 (91-107) | 247 | 99 (90-110) |

Tabella CES_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CES_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 26 | 117 (85-162) | 24 | 182 (131-255) |
| Tumori maligni del colon retto | 108 | 115 (98-135) | 81 | 115 (96-138) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 30 | 115 (85-154) | 11 | 102 (63-167) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 193 | 104 (92-117) |
| Tumori maligni del testicolo | 4 | 59 (26-131) | | |
| Tumori maligni della vescica | 125 | 99 (85-114) | 28 | 102 (75-139) |
| Linfomi non Hodgkin | 27 | 96 (70-131) | 25 | 116 (84-161) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 945 | 108 (102-114) | 774 | 108 (102-114) |
| Asma | 7 | 83 (45-153) | 15 | 145 (95-221) |

Tabella CES_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CES_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

CES CENGIO E SALICETO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 5 | 201 (98-413) | 7 | 169 (92-311) | 7 | 126 (68-233) | 6 | 130 (67-251) | 13 | 128 (81-201) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 3 | 202 (81-506) | | | | | | | | |

Tabella CES_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CES_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 195 | 122 (108-137) | 930 | 125 (118-132) | 1147 | 120 (114-126) | 527 | 112 (105-121) | 1663 | 118 (113-123) |
| Malattie infettive e parassitarie | 12 | 81 (50-129) | 65 | 121 (99-148) | 71 | 120 (98-145) | 29 | 187 (138-254) | 100 | 134 (113-158) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 6 | 121 (63-235) | 8 | 110 (62-195) | 5 | 58 (28-120) | 13 | 83 (53-130) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiatico | | | 4 | 172 (77-384) | 4 | 124 (56-276) | <3 | | 6 | 114 (59-221) |
| Linfomi | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 96 (39-241) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 146 (58-366) |
| Leucemie | | | 3 | 193 (77-482) | 3 | 166 (66-414) | <3 | | 3 | 135 (54-338) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 14 | 95 (61-147) | 21 | 70 (49-100) | 26 | 73 (53-101) | 46 | 71 (55-90) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 66 | 98 (80-120) | 70 | 99 (81-120) | 11 | 181 (111-296) | 81 | 105 (88-126) |
| Asma | | | 8 | 91 (51-161) | 9 | 94 (55-162) | <3 | | 9 | 89 (52-152) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 101 | 123 (105-145) | 143 | 112 (98-129) | 97 | 107 (91-127) | 238 | 110 (99-122) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 39 | 159 (122-206) | 52 | 175 (139-219) | 19 | 109 (75-159) | 71 | 152 (125-184) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 58 | 128 (103-159) | | | | | | | | |

Tabella CES_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

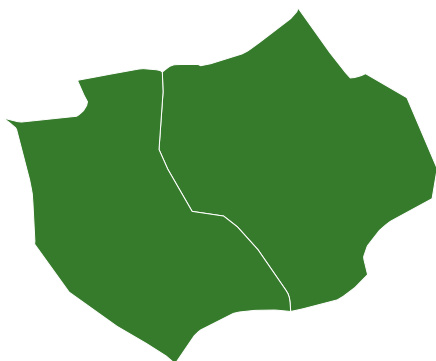
Table CES_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



LIGURIA

COS

COGOLETO-STOPPANI (GE)



2

COMUNI



20 192

ABITANTI

Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Arenzano
- Cogoleto

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto per la produzione di bicromato di sodio (C) e di una discarica (D).

Nessuno dei 2 comuni del sito ha un alto livello di deprivazione.

Il 27,7% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 25/100.000 casi (-8,8%) nei maschi e di 19,4/100.000 casi (-11,6%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per i grandi gruppi di cause è risultata, in entrambi i generi, in difetto rispetto all'atteso. È in eccesso la sola mortalità per malattie dell'apparato respiratorio sia nella popolazione maschile sia in quella femminile, anche se sulla base di stime incerte tra queste ultime (**Tabella COS_1**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito, in entrambi i generi sono in eccesso – anche se le stime sono affette da incertezza – come causa di decesso i tumori maligni del fegato; le malattie dell'apparato respiratorio sono in eccesso sia tra i maschi sia tra le femmine, anche se in queste ultime sulla base di stime incerte. È in eccesso la mortalità per tumore della vescica tra i soli maschi (tra le femmine, il numero di decessi è

inferiore a tre) e la mortalità per tumore del colon retto nelle femmine (in difetto rispetto all'atteso tra i maschi), con un'incertezza delle stime. La mortalità per tumore dello stomaco è inferiore all'atteso in entrambi i generi. La mortalità per tumore della mammella è in linea con la popolazione di riferimento tra le femmine (meno di 3 deceduti di sesso maschile) ed è in difetto per i linfomi non Hodgkin tra i maschi (nelle femmine, sono stati osservati meno di 3 decessi). Il numero dei decessi per il tumore del testicolo e per l'asma in entrambi i generi è inferiore a 3 (**Tabella COS_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali nel loro insieme e per i singoli gruppi principali di patologie è in difetto rispetto all'atteso in entrambi i generi (**Tabella COS_3**).

Tra le patologie *a priori*, risultano in difetto rispetto all'atteso come diagnosi principale di ricovero, in entrambi i generi, i tumori della vescica, i linfomi non Hodgkin, le malattie dell'apparato respiratorio e l'asma. Tra la sola popolazione femminile, sono in difetto le ospedalizzazioni per tumore dello stomaco e del colon retto, risultate tra i maschi in eccesso, anche se sulla base di stime incerte, per il tumore dello stomaco anche imprecise. È risultata in eccesso (stime affette da incertezza) l'ospedalizzazione per tumore del fegato in entrambi i generi e per tumore della mammella tra le sole femmine; nella popolazione maschile, il numero di ricoverati per tumore della mammella e tumore del testicolo è inferiore a tre (**Tabella COS_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel periodo considerato (2013-2017), sono stati osservati 4 decessi in età pediatrica (**Tabella COS_5**), tutti tra le femmine (dati non in tabella, SMR 349; IC90% 157-778), dei quali 3 nel primo anno di vita (SMR 498; IC90% 199-1.247).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta inferiore all'atteso in tutte le classi di età analizzate, tranne che nel primo anno di vita, dove si registra un eccesso di ricoveri per condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella COS_6**).

In età pediatrica, il numero di ricoverati per tutti i tumori maligni è superiore all'atteso. Questo dato riflette eccessi nel solo genere maschile (tutti i tumori: 6 casi su 8, SHR 300; IC90% 155-580) (dati non in tabella), dei quali 3 tumori del tessuto linfoemopoietico (SHR 304; IC90% 122-762).

Il profilo di rischio sopra esposto per le neoplasie si consolida sull'insieme delle età considerate (0-29 anni) in riferimento ai soli maschi (dati non in tabella): tutti i tumori (10 casi su 12, SHR 195; IC90% 116-326), dei quali 6 tumori del tessuto linfoemopoietico (SHR 310; IC90%

COS COGOLETO-STOPPANI

160-600) e 4, in particolare, per linfomi non Hodgkin (SHR 568; IC90% 255-1266).

Un deficit di ospedalizzazione per malattie respiratorie acute e per asma si osserva, sebbene con stime incerte trasversalmente nelle diverse classi di età analizzate.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito Cogoleto-Stoppiani include una ex-fabbrica di sostanze chimiche e una discarica che, per decenni, ha raccolto rifiuti industriali.

La fabbrica Stoppiani è stata in attività fino al 2003 e ha prodotto, fin dai primi anni del Novecento, bicromato di sodio, determinando un'elevata contaminazione di metalli pesanti, in particolare di cromo totale e cromo esavalente nelle acque di falda, nel suolo e in un tratto di mare prospiciente l'area. A partire dal 2008, sono stati eseguiti alcuni interventi di messa in sicurezza dell'ex-area industriale e di bonifica di una parte del tratto di spiaggia. L'attuale scenario è ancora caratterizzato da concentrazioni elevate di cromo esavalente nei pozzi all'interno dell'ex-area industriale, che viene facilmente lisciviato dai residui di lavorazione del minerale.¹

Il cromo esavalente è definito dall'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) un cancerogeno certo, con effetti genotossici, e causa con evidenza sufficiente il tumore del polmone.² Le conoscenze sui possibili effetti di esposizione per via orale derivanti dall'assunzione di acque potabili contaminate da cromo esavalente hanno portato le autorità europee e nazionali a fissarne un limite normativo.

La mortalità, nel periodo 2013-2017 e l'ospedalizzazione negli anni 2014-2018 per l'insieme delle cause e per i principali gruppi di patologie nella popolazione residente nel sito sono risultate in difetto, rispetto alla popolazione regionale di riferimento.

Nel Rapporto SENTIERI precedente e negli studi ivi citati,³ sono riportati studi che hanno messo in evidenza eccessi di tumore polmonare e di mesoteliomi tra la popolazione residente nel sito, in particolare, tra gli ex-lavoratori dell'azienda chimica.

Nella presente analisi, il numero di decessi per mesoteliomi e asbestosi è inferiore a 3 in entrambi i generi; l'ospedalizzazione per i tumori maligni della pleura (codice nosologico che include i mesoteliomi pleurici) è in difet-

to rispetto all'atteso tra i maschi (4 casi, SHR 54; IC90% 24-121) e nella popolazione femminile sono state osservate meno di tre ricoverate.

La mortalità per tumore polmonare è risultata, rispetto alla popolazione di riferimento, in difetto tra i maschi e in eccesso, anche se sulla base di stime affette da incertezza, nella popolazione femminile (maschi: 39 casi, SMR 73; IC90% 56-95 – femmine: 26 casi, SMR 118; IC90% 85-162); l'ospedalizzazione per il tumore del polmone è in difetto in entrambi i generi (maschi: 35 casi, SHR 65; IC90% 49-86 – femmine: 22 casi, SHR 88; IC90% 62-125).

Per alcune patologie con evidenza *a priori* di associazione con fonti di esposizione ambientali presenti nel sito, si sono riscontrati alcuni segnali, precedentemente non rilevati,³ anche se basati su stime spesso affette da incertezza. In particolare, si segnala l'eccesso della mortalità per malattie respiratorie in entrambi i generi e dell'ospedalizzazione per tumore gastrico e del colon retto tra i maschi. Il tumore epatico, patologia con evidenza *a priori* di associazione con siti di smaltimento di rifiuti industriali, è in eccesso sia come causa di decesso sia come diagnosi principale di ricovero, in entrambi i generi, in particolare tra la popolazione femminile, anche se le stime sono affette da incertezza. In relazione alle cause associate alla presenza di discariche con evidenza *a priori* limitata, si segnala anche l'eccesso di ricoverati per linfomi non Hodgkin tra i maschi nella classe di età 0-29 anni (4 casi, SHR 568; IC90% 255-1266).

I nuovi segnali qui emersi, in particolare per i tumori dello stomaco e del fegato e per i linfomi non Hodgkin in età 0-29 anni, e la persistenza nell'ex-area industriale di contaminazione da cromo esavalente evidenziata nello studio di Molinari e colleghi¹ raccomandano approfondimenti, anche attraverso i dati di incidenza dei registri tumori.

Bibliografia

1. Molinari S, Magro M, Carbone C et al. Environmental implications of one-century COPRs evolution in a single industrial site: from leaching impact to sustainable remediation of Cr^{VI} polluted groundwater. *Chemosphere* 2021;283:131211.
2. International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. A review of human carcinogens. Part C: Arsenic, metals, fibres and dust. Volume 100 C. Lyon, IARC, 2012; pp. 147-68.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:48-49.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

COS COGOLETO-STOPPANI

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 562 | 81 (75-86) | 706 | 94 (88-100) |
| Tutti i tumori maligni | 169 | 78 (69-89) | 169 | 100 (88-113) |
| Malattie del sistema circolatorio | 179 | 80 (71-90) | 295 | 101 (92-111) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 73 | 121 (100-147) | 53 | 108 (86-136) |
| Malattie dell'apparato digerente | 19 | 80 (55-116) | 24 | 85 (61-119) |
| Malattie dell'apparato urinario | 11 | 90 (55-146) | 8 | 62 (35-110) |

Tabella COS_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table COS_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 6 | 61 (32-118) | 3 | 48 (19-120) |
| Tumori maligni del colon retto | 16 | 65 (43-98) | 25 | 119 (86-165) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 13 | 105 (67-165) | 8 | 121 (68-214) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 27 | 100 (73-138) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 12 | 119 (74-190) | <3 | |
| Linfomi non Hodgkin | 3 | 50 (20-126) | <3 | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 73 | 121 (100-147) | 53 | 108 (86-136) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella COS_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table COS_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|-------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 2.927 | 93 (90-95) | 3.103 | 94 (91-96) |
| Tutti i tumori maligni | 400 | 92 (85-100) | 372 | 97 (89-106) |
| Malattie del sistema circolatorio | 726 | 90 (84-95) | 550 | 85 (79-91) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 432 | 86 (80-93) | 398 | 92 (84-100) |
| Malattie dell'apparato digerente | 518 | 90 (84-97) | 387 | 81 (75-88) |
| Malattie dell'apparato urinario | 194 | 85 (75-95) | 119 | 73 (63-85) |

Tabella COS_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table COS_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 13 | 114 (73-179) | 6 | 80 (41-154) |
| Tumori maligni del colon retto | 61 | 117 (95-144) | 33 | 79 (59-105) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 17 | 101 (68-150) | 9 | 128 (74-220) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 119 | 112 (96-130) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 65 | 97 (79-119) | 13 | 82 (52-128) |
| Linfomi non Hodgkin | 15 | 83 (55-127) | 7 | 48 (26-88) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 432 | 86 (80-93) | 398 | 92 (84-100) |
| Asma | 7 | 71 (39-131) | 6 | 53 (27-103) |

Tabella COS_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table COS_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

COS COGOLETO-STOPPANI

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|-------------|------|-------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 3 | 194 (78-486) | 4 | 150 (67-333) | 4 | 110 (50-246) | <3 | | 5 | 82 (40-168) |

Tabella COS_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table COS_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

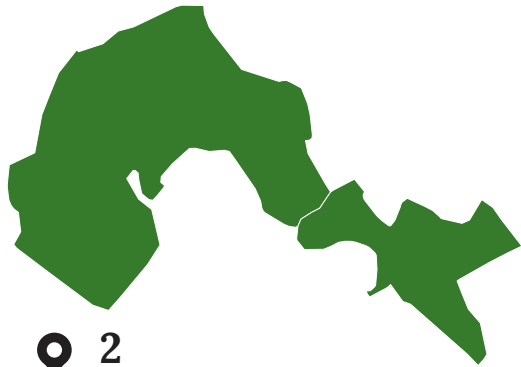
| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 147 | 102 (89-117) | 528 | 89 (83-96) | 672 | 93 (87-99) | 270 | 98 (89-108) | 932 | 94 (90-100) |
| Malattie infettive e parassitarie | 13 | 102 (65-161) | 51 | 107 (85-134) | 52 | 99 (79-124) | 7 | 61 (33-112) | 59 | 92 (74-114) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 8 | 243 (137-431) | 9 | 197 (115-339) | 3 | 64 (26-161) | 12 | 131 (82-210) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 3 | 198 (79-497) | 4 | 195 (88-435) | <3 | | 6 | 188 (97-364) |
| Linfomi | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 217 (97-483) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 323 (145-719) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 12 | 111 (69-177) | 21 | 115 (80-164) | 19 | 105 (72-153) | 40 | 111 (85-143) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 41 | 83 (64-107) | 42 | 81 (63-105) | <3 | | 44 | 78 (61-100) |
| Asma | | | 9 | 76 (44-131) | 10 | 78 (47-131) | <3 | | 10 | 74 (44-125) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 39 | 75 (58-98) | 66 | 87 (71-107) | 33 | 76 (57-101) | 97 | 82 (69-97) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 11 | 51 (31-84) | 14 | 56 (36-86) | 10 | 95 (57-159) | 24 | 68 (49-95) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 80 | 132 (110-158) | | | | | | | | |

Tabella COS_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table COS_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

PIT

PITELLI (SP)



2
COMUNI

102 387
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- La Spezia
- Lerici

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C), centrale elettrica (E), area portuale (AP), amianto (A) e discarica (D).

Nessuno dei due comuni del sito ha un alto livello di deprivazione. Il 46,6% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 5,2/100.000 casi (-1,8%) nei maschi e di 10,7/100.000 casi (-6,4%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

Mortalità. La mortalità generale è in difetto rispetto all'atteso in entrambi i generi. L'analisi per i grandi gruppi di patologie non ha fatto registrare scostamenti dall'atteso da rilevare. La mortalità per tutti i tumori è in eccesso tra la sola popolazione maschile, in difetto tra le femmine. Le malattie del sistema circolatorio sono in difetto tra gli uomini, in linea con il riferimento tra le femmine (**Tabella PIT_1**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito, sono in eccesso come causa di decesso in entrambi i generi i mesoteliomi totali e pleurici (stime incerte tra le femmine), malattie con un'alta frazione eziologica dovuta all'esposizione ad amianto; tra le malattie correlate ad amianto, è in eccesso la mortalità per asbestosi e per tumore del polmone tra i soli maschi (questo sulla base di stime incerte); nella popolazione femminile, il tumore del polmone è in difetto e si sono osservate meno di tre decessi per asbestosi (per cui non è stata elaborata le stime di rischio); la mortalità per tumore dell'ovaio è in difetto, con stima incerta.

In entrambi i generi, è in eccesso, sulla base di stime affette da incertezza, la mortalità per i tumori dello stomaco e della vescica, per i linfomi non Hodgkin e per le malattie dell'apparato respiratorio nel loro complesso. La mortalità per tutti i tumori è in eccesso tra i maschi e in difetto rispetto all'atteso tra le femmine. In entrambi i generi, è in difetto rispetto all'atteso, con stime incerte, la mortalità per i tumori del colon retto e del fegato; il tumore della mammella è in difetto tra le femmine e si sono osservati meno di tre decessi tra i maschi.

La mortalità per malattie polmonari acute è in difetto rispetto alla popolazione di riferimento tra i maschi e in linea tra le femmine, con stime incerte; l'asma è in difetto nella popolazione femminile, con un numero esiguo di casi e stime incerte, mentre nella popolazione maschile vi è un numero di decessi per asma inferiore a tre (**Tabella PIT_2**).

Ospedalizzazione. L'ospedalizzazione per tutte le cause e per tutti i principali gruppi di malattie è in eccesso rispetto alla popolazione di riferimento in entrambi i generi (**Tabella PIT_3**).

Tra le patologie *a priori*, sono in eccesso come diagnosi principale di ricovero in entrambi i generi tutti i tumori maligni, i tumori maligni della pleura, della vescica e le malattie dell'apparato respiratorio nel loro insieme. L'ospedalizzazione è in eccesso sia tra i maschi sia tra le femmine, anche per tumore maligno dello stomaco e del fegato, sebbene sulla base di stime incerte. Nella sola popolazione maschile, sono in eccesso i ricoverati per asbestosi (nelle femmine non si hanno stime, poiché il numero delle ricoverate è inferiore a tre) e per tumore del testicolo (stime incerte). Tra le sole femmine, è in eccesso l'ospedalizzazione per tumore della mammella, per il quale i ricoverati tra la popolazione maschile sono risultati meno di tre. Il tumore polmonare è in linea con l'atteso in entrambi i generi, anche se le stime sono affette da incertezza. L'ospedalizzazione per i linfomi non Hodgkin è in difetto in entrambi i generi (stime incerte tra i maschi), così come il numero delle ricoverate per tumore maligno dell'ovaio (stime affette da incertezza). Il tumore del colon retto come diagnosi principale di ricovero è in linea con l'atteso nella popolazione maschile e in difetto, sulla base di stime incerte, in quella femminile. L'ospedalizzazione per asma e per malattie polmonari acute è in difetto sia tra i maschi sia tra le femmine (**Tabella PIT_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

Mortalità. Il quadro della mortalità generale è sostanzialmente in eccesso rispetto all'atteso in tutte le classi di età considerate, tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni), sebbene le stime siano incerte (**Tabella PIT_5**). Nelle analisi per genere, tuttavia, emerge l'eccesso di malformazioni congenite tra le femmine nel primo

PIT PITELLI

anno di vita (3 casi, SMR 643; IC90% 257-1609) e l'eccesso per tutti i tumori sempre tra le femmine in età giovanile (3 casi, SMR 301; IC90% 120-752).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in eccesso rispetto all'atteso in tutte le sottoclassi di età considerate (**Tabella PIT_6**). Nel primo anno di vita, questo quadro è associato a un eccesso per le condizioni morbose di origine perinatale.

In età pediatrica (0-14 anni), si rilevano eccessi per linfomi non Hodgkin tra i maschi (4 casi, SHR 260; IC90% 117-579), per le infezioni respiratorie acute e per le malattie dell'apparato digerente, queste ultime riferibili alle femmine basate su stime incerte (130 casi, SHR 114; IC90% 99-131).

Il profilo in età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni) è molto simile a quello in età pediatrica, ove si conferma l'eccesso di linfomi non Hodgkin tra i maschi (5 casi, SHR 252; IC90% 123-517), di infezioni acute delle vie respiratorie e di malattie dell'apparato digerente sui due generi (**Tabella PIT_6**), queste ultime particolarmente tra le donne (220 casi, SHR 121; IC90% 108-135).

Tra i giovani adulti (20-29 anni), si riscontra un eccesso di ricoveri per le malattie cardiocircolatorie, per tutti i tumori (con stime incerte), per i tumori del tessuto linfomato-poiotico, in particolare i linfomi (**Tabella PIT_6**), tra i quali emerge l'eccesso di linfoma di Hodgkin sui due generi e maggiormente tra le femmine (4 casi, SHR 329; IC90% 148-732). Un eccesso di ospedalizzazione per patologie dell'apparato digerente si osserva tra i giovani di entrambi i generi. Sull'insieme di età 0-29 anni, viene confermato l'eccesso di linfomi (15 casi sui due generi), associato in particolare ai linfomi non Hodgkin tra i maschi (8 dei 10 casi, SHR=213; IC90% 120-379); si rilevano, inoltre, gli eccessi sui due generi in particolare nel genere femminile, per le infezioni respiratorie acute (161 casi nelle femmine, SHR 124; IC90% 109-142) e per le patologie dell'apparato digerente e del sistema circolatorio sui due generi.

Si rileva un deficit di ricoverati per malattie infettive in tutti i sottogruppi di età e per asma in età 0-14, 0-19 e 0-29 anni.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Nel sito di Pitelli, il precedente Rapporto SENTIERI ha messo in evidenza eccessi di malattie correlate ad amianto, malattie respiratorie e cardiocircolatorie.¹

Nelle presenti analisi, la mortalità generale è in difetto rispetto alla popolazione di riferimento sia tra i maschi sia tra le femmine residenti nel sito. L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali e per tutti i principali gruppi di malattie è in eccesso in entrambi i generi.

L'eccesso delle malattie correlate ad amianti, già riportato precedentemente (vedi SENTIERI 2019 e studi ivi citati),¹ viene qui confermato: la mortalità per mesoteliomi totali e per i mesoteliomi pleurici e l'ospedalizzazione per i tumo-

ri maligni della pleura sono in eccesso in entrambi i generi (anche se le stime sono incerte per i mesoteliomi nella popolazione femminile); l'asbestosi è in eccesso nella sola popolazione maschile, sia come causa di decesso sia di ospedalizzazione; il tumore ovarico è in eccesso come causa di decesso, mentre nell'analisi dell'ospedalizzazione è risultato in difetto rispetto all'atteso, in entrambi i casi sulla base di stime incerte. Il tumore maligno del polmone, con evidenza *a priori* sufficiente di associazione con l'esposizione ad amianto e limitata con le centrali elettriche, è in eccesso come causa di decesso tra i soli maschi; la mortalità per tumore polmonare nella popolazione femminile è in difetto rispetto alla popolazione di riferimento; l'ospedalizzazione in entrambi i generi è in linea con l'atteso, sulla base di stime incerte. Il Rapporto SENTIERI-ReNaM aveva messo in luce nel sito un eccesso di incidenza di mesoteliomi, in particolare tra la popolazione maschile, attribuendo un'esposizione occupazionale a 192 casi sui 228 per i quali è stata accertata la modalità di esposizione.²

Vista la presenza di attività industriali che possono emettere sostanze contaminanti in atmosfera e i risultati del Rapporto SENTIERI precedente,¹ si segnalano gli eccessi nella popolazione generale delle malattie respiratorie nel loro insieme sia come causa di decesso sia come diagnosi principale di ricovero in entrambi i generi; le malattie respiratorie acute e l'asma, invece, sono in difetto in entrambi i generi nell'analisi sia della mortalità sia dell'ospedalizzazione. Sono in eccesso come causa di decesso le malattie polmonari croniche (● maschi: 160 casi, SMR 109; IC90% 95-124 ● femmine: 136 casi, SMR 128; IC90% 111-147); l'inquinamento dell'aria può avere un ruolo nell'insorgenza di queste malattie con un'evidenza *a priori* definita limitata e nel determinarne l'aggravamento con un'evidenza sufficiente.³ Le analisi condotte per l'età pediatrica (0-14 anni), pediatrico-adolescenziale e giovanile (20-29 anni) rilevano eccessi, segnalati già per il precedente periodo,¹ per le infezioni acute delle vie respiratorie sui due generi, particolarmente nel genere femminile, mentre si rileva un deficit di ricoverati per asma in tutti i sottogruppi di età, in linea anch'esso con il precedente Rapporto.

Anche le malattie del sistema circolatorio e, in particolare, le malattie ischemiche del cuore, segnalate in eccesso nel periodo precedente,¹ riconoscono tra i fattori di rischio l'inquinamento atmosferico, con un'evidenza *a priori* sufficiente.³ La mortalità nella popolazione generale per le malattie del sistema circolatorio è sostanzialmente in linea con la popolazione di riferimento in entrambi i generi, mentre l'ospedalizzazione è in eccesso, anche tra i giovani (20-29 anni). Le malattie ischemiche del cuore sono in eccesso sia tra maschi sia tra le femmine come causa di decesso (● maschi: 437 casi, SMR 117; IC90% 108-127 ● femmine: 495 casi, SMR 118; IC90% 109-127) e come diagnosi principale di ricovero (● maschi: 888 casi, SHR 120; IC90%

PIT PITELLI

114-127 ● femmine: 524 casi, SHR 125; IC90% 117-135). Per la presenza di idrocarburi aromatici (tra i quali il benzene), si segnala, oltre quanto sopra menzionato per il tumore polmonare, l'eccesso della mortalità per linfomi non Hodgkin, seppure sulla base di stime incerte, osservato sia tra maschi sia tra le femmine. Tra le fonti di esposizione ambientale presenti nel sito di Pitelli, le discariche riconoscono un'associazione con i linfomi non Hodgkin definita limitata. Inoltre, alcuni composti organici, come il benzene, le diossine e i policlorobifenili (PCB), sono tra gli agenti riportati dalla IARC con un'evidenza limitata di cancerogenicità per i linfomi non Hodgkin.⁴ L'ospedalizzazione nella popolazione generale per i tumori del sistema linfoematopoietico è risultata in difetto o in linea con l'atteso sia tra i maschi sia tra le femmine. L'analisi per sottogruppi di età mette in evidenza, invece, un eccesso di ricoverati per linfomi non Hodgkin esclusivamente tra i maschi sia in età pediatrica (4 casi) sia in età 0-19 anni (5 casi) e sull'insieme di età 0-29 anni (8 casi), mentre tra i giovani adulti (20-29 anni) si osserva un eccesso di malattia di Hodgkin sui due generi, in particolare nelle femmine. Questi eccessi non erano stati osservati nel precedente Rapporto sul periodo 2006-2013.¹ L'eccesso di ricoveri per leucemia linfoide osservato nel periodo precedente, basata su 10 casi, non viene confermato, sebbene tra le sole bambine in età 0-14 si osservi un eccesso per questa neoplasia con stima incerta (3 casi, SHR 235; IC90% 94-588).

Il tumore della mammella è in eccesso tra le femmine come diagnosi principale di ricovero. Per questo tumore, è valutata limitata l'evidenza di associazione con la residenza in prossimità di discariche di rifiuti industriali e, in particolare, la IARC ne ha definito la possibile associazione con l'esposizione a PCB e diossine,⁴ contaminanti presenti nel sito. Tra le patologie associate all'esposizione a sostanze con interferenza endocrina,⁵ il tumore della tiroide è stato osservato in eccesso come diagnosi principale di ricovero, sia tra i maschi sia tra le femmine (● maschi: 19 casi, SHR 112; IC90% 77-163 ● femmine: 53 casi, SHR 119; IC90% 95-149); la mortalità e l'ospedalizzazione per il tumore della prostata sono in difetto (● mortalità: 67 casi, SMR 81; IC90% 66-99 ● ospedalizzazione: 173 casi, SHR 78; IC90% 69-88); il numero di deceduti per tumore del testicolo è risultato inferiore a tre, con un'ospedalizzazione in eccesso rispetto all'atteso, anche se sulla base di stime incerte; il tumore dell'ovaio è in eccesso nella mortalità e in difetto come diagnosi di ricovero.

Infine, vista la presenza di metalli pesanti a concentrazioni oltre i limiti di legge in comparti ambientali del sito,⁶ si segnala l'eccesso dell'ospedalizzazione in entrambi i generi delle malattie dell'apparato urinario, in particolare per ne-

frite, sindrome nefrosica e nefrosi (● maschi: 608 casi, SHR 141; IC90% 132-151 ● femmine: 567 casi, SHR 148; IC90% 138-159) e per insufficienza renale cronica (● maschi: 295 casi, SHR 162; IC90% 147-178 ● femmine: 177 casi, SHR 141; IC90% 125-160). Queste patologie sono state riportate in siti caratterizzati dalla contaminazione di metalli pesanti e solventi, ipotizzandone un ruolo eziologico.⁶

La presente analisi ha, quindi, confermato, anche per i periodi più recenti, eccessi di rischio di malattie correlate ad amianto, malattie respiratorie (tra cui infezioni respiratorie acute anche tra bambini e ragazzi) e circolatorie (anche tra i giovani) e di linfomi non Hodgkin in età pediatrico-adolescenziale, associabili a inquinamento atmosferico, come pure di alcune patologie ascrivibili a esposizioni a sostanze chimiche con effetti endocrini presenti nel sito. Per le malattie tumorali, si raccomanda un approfondimento con i dati di incidenza dei registri tumori, fonte di dati più adeguata per le stime del rischio di queste patologie. Inoltre, l'eccesso del numero di persone ricoverate per malattie renali merita attenzione, vista la contaminazione di sostanze con possibili effetti nefrotossici in diversi comparti del sito. Per molti di questi eccessi, è ipotizzabile un contributo di esposizioni in ambito occupazionale e, data l'eziologia multifattoriale della maggior parte delle malattie, l'esposizione a contaminanti ambientali può aver giocato un ruolo causale e/o concausale con altri fattori di rischio (sociali, stili di vita, genetici). Gli eccessi di rischio rilevati suggeriscono la necessità di proseguire l'attività di sorveglianza epidemiologica e lo svolgimento di approfondimenti di ricerca anche in riferimento alle sottopopolazioni pediatrico-adolescenziali e giovanili, avvalendosi dei dati di incidenza dei tumori.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:50-52.
2. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:80-81.
3. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P. SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl. 3:1-96.
4. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022).
5. Benedetti M, Zona A, Beccaloni E, Carere M, Comba P. Incidence of Breast, Prostate, Testicular, and Thyroid Cancer in Italian Contaminated Sites with Presence of Substances with Endocrine Disrupting Properties. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(4):355.
6. Benedetti M, Minichilli F, Soggiu ME, Manno V, Fazzo L. Ecological meta-analytic study of kidney disease in Italian contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(4):314-23.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 3.160 | 95 (92-98) | 3.922 | 95 (92-97) |
| Tutti i tumori maligni | 1.046 | 105 (100-110) | 800 | 92 (86-97) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.019 | 94 (89-99) | 1.632 | 99 (95-103) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 318 | 109 (99-120) | 287 | 105 (95-115) |
| Malattie dell'apparato digerente | 105 | 93 (79-109) | 155 | 101 (88-115) |
| Malattie dell'apparato urinario | 61 | 102 (83-126) | 81 | 111 (93-133) |

Tabella PIT_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIT_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.046 | 105 (100-110) | 800 | 92 (86-97) |
| Tumori maligni dello stomaco | 49 | 108 (85-136) | 41 | 125 (97-161) |
| Tumori maligni del colon retto | 107 | 94 (80-110) | 92 | 83 (70-99) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 53 | 93 (74-117) | 31 | 91 (67-122) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 265 | 109 (98-121) | 93 | 84 (71-100) |
| Mesoteliomi | 83 | 260 (217-311) | 12 | 140 (88-224) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 74 | 263 (217-318) | 11 | 148 (91-243) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 116 | 83 (72-97) |
| Tumori maligni dell'ovaio e di altri annessi uterini | | | 42 | 106 (82-136) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 54 | 114 (91-143) | 17 | 120 (81-179) |
| Linfomi non Hodgkin | 29 | 106 (78-144) | 28 | 110 (81-150) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 318 | 109 (99-120) | 287 | 105 (95-115) |
| Malattie polmonari acute | 60 | 82 (67-102) | 91 | 99 (84-118) |
| Asma | <3 | | 4 | 96 (43-213) |
| Asbestosi | 14 | 461 (298-714) | <3 | |

Tabella PIT_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIT_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 16.166 | 106 (105-108) | 17.505 | 104 (103-106) |
| Tutti i tumori maligni | 2.117 | 107 (103-111) | 2.029 | 107 (103-111) |
| Malattie del sistema circolatorio | 4.194 | 111 (109-114) | 3.683 | 110 (107-113) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.994 | 123 (119-127) | 2.794 | 124 (120-127) |
| Malattie dell'apparato digerente | 2.986 | 109 (106-113) | 2.739 | 113 (110-117) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.281 | 118 (113-124) | 994 | 117 (111-123) |

Tabella PIT_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIT_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.117 | 107 (103-111) | 2.029 | 107 (103-111) |
| Tumori maligni dello stomaco | 56 | 108 (87-135) | 41 | 108 (83-139) |
| Tumori maligni del colon retto | 236 | 100 (90-112) | 195 | 93 (83-105) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 81 | 106 (88-127) | 35 | 101 (76-133) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 237 | 98 (88-109) | 114 | 94 (81-110) |
| Tumori maligni della pleura | 72 | 219 (180-266) | 16 | 160 (106-241) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 621 | 119 (112-128) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 46 | 80 (63-102) |
| Tumori maligni del testicolo | 22 | 127 (90-180) | | |
| Tumori maligni della vescica | 347 | 114 (105-125) | 99 | 125 (106-147) |
| Linfomi non Hodgkin | 76 | 91 (76-110) | 54 | 75 (60-93) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.994 | 123 (119-127) | 2.794 | 124 (120-127) |
| Malattie respiratorie acute | 682 | 90 (84-95) | 702 | 97 (91-103) |
| Asma | 27 | 54 (39-74) | 30 | 54 (40-72) |
| Asbestosi | 16 | 508 (337-764) | <3 | |

Tabella PIT_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIT_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

PIT PITELLI

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 11 | 128 (79-210) | 16 | 113 (75-170) | 22 | 116 (82-164) | 11 | 81 (49-132) | 33 | 101 (76-134) |
| Tutti i tumori | | | | | | | 3 | 113 (45-282) | 4 | 65 (29-144) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 7 | 128 (70-237) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 3 | 143 (57-357) | | | | | | | | |

Tabella PIT_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIT_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

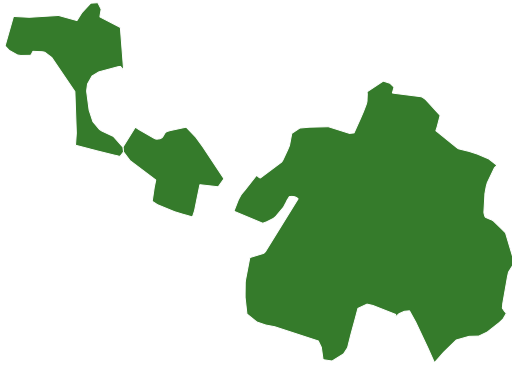
| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1181 | 143 (136-150) | 3234 | 106 (103-109) | 3983 | 107 (104-110) | 1727 | 114 (110-119) | 5651 | 109 (107-112) |
| Malattie infettive e parassitarie | 43 | 59 (46-76) | 186 | 75 (66-84) | 209 | 76 (68-86) | 49 | 78 (61-98) | 258 | 77 (69-85) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 12 | 72 (45-116) | 17 | 73 (49-109) | 34 | 132 (100-175) | 50 | 103 (82-130) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | | | | | | | 3 | 45 (18-113) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiatico | | | 8 | 106 (60-188) | 10 | 97 (58-162) | 12 | 185 (116-296) | 22 | 133 (94-188) |
| Linfomi | | | 4 | 141 (63-314) | 5 | 110 (53-225) | 10 | 190 (113-317) | 15 | 154 (101-234) |
| Linfoma di Hodgkin | | | | | | | 6 | 218 (113-422) | 6 | 135 (70-261) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 4 | 166 (75-370) | 5 | 145 (71-298) | 5 | 160 (78-328) | 10 | 154 (92-257) |
| Leucemie | | | 4 | 85 (38-190) | 5 | 86 (42-176) | | | 6 | 85 (44-165) |
| Leucemia linfoide | | | 4 | 101 (45-225) | 4 | 86 (39-192) | | | 5 | 93 (45-190) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 47 | 86 (68-109) | 99 | 106 (90-125) | 153 | 157 (137-179) | 252 | 133 (120-147) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 300 | 116 (105-127) | 315 | 116 (106-127) | 23 | 95 (68-134) | 337 | 114 (104-125) |
| Asma | | | 21 | 36 (25-51) | 23 | 36 (26-51) | | | 24 | 36 (25-50) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 275 | 105 (95-116) | 445 | 116 (107-125) | 397 | 166 (153-180) | 837 | 135 (127-143) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 119 | 105 (91-123) | 136 | 104 (90-119) | 48 | 83 (66-105) | 184 | 98 (87-111) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 654 | 187 (176-200) | | | | | | | | |

Tabella PIT_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIT_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



BRE

BRESCIA - CAFFARO**3****COMUNI****211 691****ABITANTI**

Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Brescia
- Castegnato
- Passirano

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto chimico (C) e una discarica (D).

Uno dei 3 comuni del sito, Castegnato, ha un alto livello di deprivazione. Il 51,4% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 11,8/100.000 casi (+4,3%) nei maschi e una diminuzione di 11,8/100.000 casi (-7,3%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità totale è in difetto in entrambi i generi. Si osserva un difetto di mortalità per malattie del sistema circolatorio e malattie dell'apparato urinario in entrambi i generi. Si osserva un eccesso per le malattie del sistema respiratorio nelle femmine (**Tabella BRE_1**). La mortalità per cause di interesse eziologico *a priori* (**Tabella BRE_2**) mostra nelle femmine, oltre al già citato dato relativo alle malattie respiratorie, un eccesso per il tumore del fegato. Tra i maschi, si osserva un eccesso di mortalità per il tumore del colon retto, con una stima affetta da incertezza e un difetto per il tumore dello stomaco. In entrambi i generi, si osserva un eccesso di mortalità per il tumore della vescica, con una stima affetta da incertezza. È presente un difetto di mortalità per i linfomi non Hodgkin in entrambi i generi associato a stime incerte.

■ **Ospedalizzazione.** I dati relativi all'ospedalizzazione mostrano, in entrambi i generi, eccessi di ricovero per tutte le cause naturali e per i principali gruppi di cause (**Tabella BRE_3**). Tra le cause di interesse eziologico *a priori* (**Tabella BRE_4**), si osserva un eccesso di ricoveri, in entrambi i generi, per le malattie dell'apparato respiratorio, per il tumore del fegato (stima incerta nelle femmine) e per il tumore della vescica. Tra le femmine, si osservano eccessi di ricovero per asma, tumore dello stomaco e tumore della mammella e difetti di ricovero per i tumori del colon retto. Tra i maschi, si osservano difetti per i ricoveri per asma, tumore dello stomaco e tumore del testicolo, con stime affette da incertezza. I ricoveri per linfomi non Hodgkin sono in difetto in entrambi i generi, anche in questo caso associati a stime incerte.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Non si apprezzano scostamenti del profilo di mortalità per causa rispetto all'atteso, con alcuni eccessi (mortalità generale tra i bambini, tutti i tumori in età pediatrico-adolescenziale) e difetti (mortalità generale in età giovanile, 20-29 anni), ma tutte le stime sono caratterizzate da incertezza ed imprecisione (**Tabella BRE_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in difetto rispetto all'atteso nei diversi sottogruppi di età analizzati, tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni), ove sono in eccesso rispetto al riferimento regionale (**Tabella BRE_6**).

I difetti per le cause naturali sono soprattutto associati a difetti di ospedalizzazione per malattie infettive e parassitarie e per condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita, a infezioni respiratorie acute, asma e patologie dell'apparato digerente e del sistema circolatorio in età pediatrica e pediatrico-adolescenziale. L'eccesso di ricoverati osservato in età giovanile è associato alle malattie infettive e parassitarie, alle infezioni acute delle

BRE BRESCIA-CAFFARO

vie respiratorie, alle malattie dell'apparato urinario e alle leucemie. In questa sottoclasse, sono in eccesso, sebbene con stima incerta, anche i ricoveri per asma e per malattie dell'apparato digerente.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

L'agente inquinante che ha determinato il riconoscimento di Brescia come sito è costituito dai policlorobifenili (PCB). Questi composti sono stati valutati dalla IARC come cancerogeni per l'uomo;¹ in particolare, vi è evidenza Sufficiente per quanto riguarda il melanoma ed evidenza Limitata per i linfomi non Hodgkin e per i tumori della mammella.

Per il melanoma, il precedente Rapporto Sentieri² mostrava, in entrambi i generi, una mortalità inferiore all'atteso, un eccesso di incidenza associato a una stima intervallare incerta e un eccesso di ricoveri. I risultati del presente Rapporto mostrano un dato di mortalità in linea rispetto all'atteso, con un difetto nei maschi e un eccesso nelle femmine. Entrambi i dati sono caratterizzati da incertezza statistica e intervalli di confidenza ampi (maschi: 23 osservati; SMR 95; IC90% 68-134 – femmine: 18 osservati; SMR 108; IC90% 73-158). L'analisi dell'ospedalizzazione mostra un difetto in entrambi i generi (maschi: 34 osservati; SHR 81; IC90% 61-108 – femmine: 18 osservati; SMR 53; IC90% 36-78). Uno studio caso-controllo condotto nell'area relativo a 205 soggetti con melanoma maligno cutaneo e 205 controlli, arruolati tra il 2014 e il 2016, non ha mostrato associazioni con i livelli plasmatici di PCB totali o di 33 congeneri. L'eccesso di melanoma del comune di Brescia si concentrava nei quartieri Nord della città lontani dal sito, che sono quelli più abbienti.³ Per i linfomi non Hodgkin, il precedente Rapporto Sentieri² mostrava, in entrambi i generi, eccessi di mortalità e ospedalizzazione associati a stime intervallari incerte e difetti di incidenza, anch'essi affetti da stime incerte. I risultati del presente Rapporto mostrano un difetto di

mortalità in entrambi i generi associato a stime incerte e, per le ospedalizzazioni, un difetto in entrambi i generi, anche in questo caso affetto da incertezza.

L'eccesso per linfomi non Hodgkin precedentemente notato nei quartieri del sito nel periodo 1999-2006 non è stato confermato nel 2007-2012 e un ulteriore studio caso-controllo, che ha coinvolto 215 casi e 215 controlli arruolati tra il 2014 e il 2018, non ha mostrato associazioni tra esposizione a PCB e sviluppo di linfomi non Hodgkin.⁴ Per il tumore della mammella, il precedente aggiornamento dello studio Sentieri² mostrava, per la mortalità, un difetto nelle femmine e un eccesso associato a una stima incerta nei maschi. L'incidenza mostrava un eccesso sia nei maschi sia nelle femmine e l'ospedalizzazione era in eccesso nelle femmine, mentre nei maschi non era stato possibile stimare eccessi o difetti per il basso numero di casi. Il presente Rapporto mostra, nelle femmine, un difetto di mortalità (osservati 269: SMR 96; IC90% 87-107) associato a una stima incerta e un eccesso di ospedalizzazione (osservati 1.258: SHR 110; IC90% 105-115). Nei maschi, la mortalità non è stimata (osservati <3), l'ospedalizzazione non si discosta dall'atteso (osservati 12: SHR 101; IC90% 63-161). Un approfondimento condotto da ATS Brescia relativo agli anni 1999-2012 ha mostrato che l'incidenza per tumori della mammella nell'area del sito era simile a quella del resto della città.⁵ Oltre alle tre sedi tumorali citate, sono stati effettuati approfondimenti su altre condizioni patologiche associate all'esposizione a PCB.

Il profilo di salute nei sottogruppi di età mostra un'attenuazione degli eccessi segnalati nel Quinto Rapporto Sentieri,² a esclusione della classe di età giovanile (20-29 anni), per la quale si confermano gli eccessi di ricoverati nel precedente periodo (2006-2013), tra cui le leucemie. Uno studio caso-controllo condotto nella Provincia di Brescia, che ha coinvolto 102 casi e 102 controlli arruolati tra il 2015 e il 2018, ha indagato l'associazione tra esposizione a PCB e sviluppo di epatocarcinoma.⁶ L'odds ratio

BRE BRESCIA-CAFFARO

per epatocarcinoma per il terzo terzile della distribuzione di PCB rispetto al primo terzile era 1,76 per il PCB totale (IC95% 0,62-5,03). Per la maggior parte dei congeneri di PCB, sono stati trovati valori di *odds ratio* superiori a 1,5, sebbene l'intervallo di confidenza al 95% includesse il valore nullo per quasi tutti i congeneri.

Inoltre, sono stati condotti studi che hanno indagato l'associazione tra esposizione a PCB e disturbi metabolici,⁷ ipertensione arteriosa e malattie cardiovascolari,⁸ demenza e Parkinson⁹ e malattie infiammatorie e neoplastiche della cute.¹⁰ Lo studio della coorte di 1.331 soggetti con almeno una misurazione dei PCB sierici totali¹¹ ha mostrato una relazione dose-risposta con l'insorgenza di ipertensione e con il rischio di malattie cardiovascolari (quest'ultima affetta da incertezza statistica).

Lo studio della coorte di 699 soggetti con almeno una misurazione dei PCB sierici totali⁹ ha mostrato un maggior rischio di demenza tra i soggetti più esposti rispetto ai meno esposti. Non sono, invece, state osservate associazioni per le altre patologie croniche indagate (Parkinson, malattie infiammatorie e neoplastiche della cute e disturbi metabolici).

Le associazioni tra sviluppo di patologie croniche ed esposizione a PCB sono perlopiù indicative di un'esposizione pregressa, avvenuta nel passato. I livelli di PCB nel sangue dei soggetti residenti a Brescia sono notevolmente diminuiti negli ultimi anni anche grazie a interventi che hanno interrotto la trasmissione tramite la catena alimentare ritenuta la principale responsabile dell'esposizione della popolazione.¹²

I dati epidemiologici attuali confermano, nel complesso, quanto osservato nel Rapporto precedente: un'attenuazione del fenomeno rispetto agli anni precedenti e la necessità di assicurare un aggiornamento periodico della sorveglianza epidemiologica della popolazione di Brescia, riconoscendo come prioritario il consolidamento dell'interruzione dell'esposizione tramite opere di bonifica ambientale e di monitoraggio della catena alimentare.

Bibliografia

1. International Agency for Research on Cancer. Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 107. Lyon, IARC, 2016.
2. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:53-55.
3. Magoni M, Apostoli P, Donato F et al. Plasma levels of polychlorinated biphenyls and risk of cutaneous malignant melanoma: a hospital-based case-control study. *Environ Int* 2018;113:20-25.
4. Magoni M, Donato F, Apostoli P et al. Serum levels of polychlorinated biphenyls and risk of non-Hodgkin lymphoma: A hospital-based case-control study. *Chemosphere* 2019;235:969-75.
5. Agenzia di Tutela della Salute. Indagine retrospettiva di approfondimento dei casi incidenti di melanoma, linfomi NH e tumore della mammella: georeferenziazione dei casi 1999-2012. Regione Lombardia, Osservatorio Epidemiologico ASL Brescia, 2015. Disponibile all'indirizzo: <https://www.ats-brescia.it/documents/3432658/71139517/Indagine+retrospettiva+di+approfondimento+dei+casi+incidenti+di+melanoma%2C+linfomi+NH+e+tumore+della+pdf/77880920-b1c8-eedd-a400-9e4e68623fc4>
6. Donato F, Moneda M, Portolani N et al. Polychlorinated biphenyls and risk of hepatocellular carcinoma in the population living in a highly polluted area in Italy. *Sci Rep* 2021;11(1):3064.
7. Zani C, Magoni M, Speziani F et al. Polychlorinated biphenyl serum levels, thyroid hormones and endocrine and metabolic diseases in people living in a highly polluted area in North Italy: A population-based study. *Heliyon* 2019;5(6):e01870.
8. Raffetti E, Donato F, De Palma G, Leonardi L, Sileo C, Magoni M. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and risk of hypertension: A population-based cohort study in a North Italian highly polluted area. *Sci Total Environ* 2020;714:136660.
9. Raffetti E, Donato F, De Palma G, Leonardi L, Sileo C, Magoni M. Polychlorinated biphenyls (PCBs) and risk of dementia and Parkinson disease: A population-based cohort study in a North Italian highly polluted area. *Chemosphere* 2020;261:127522.
10. Arisi M, Manganoni AM, De Palma G et al. Neoplastic and inflammatory skin disorders and serum levels of polychlorinated biphenyls in a population living in a highly polluted area. *Eur J Dermatol* 2021;31(1):41-47.
11. Raffetti E, Donato F, Speziani F, Scarcella C, Gaia A, Magoni M. Polychlorinated biphenyls (PCBs) exposure and cardiovascular, endocrine and metabolic diseases: a population-based cohort study in a North Italian highly polluted area. *Environ Int* 2018;120:215-22.
12. Magoni M, Donato F, Speziani F et al. Substantial decline of polychlorinated biphenyls serum levels 10 years after public health interventions in a population living near a contaminated site in Northern Italy. *Environ Int* 2016;95:69-78.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BRE BRESCIA-CAFFARO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 4.847 | 94 (91-96) | 6.050 | 92 (90-94) |
| Tutti i tumori maligni | 1.820 | 102 (98-106) | 1.641 | 99 (95-103) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.447 | 90 (87-94) | 2.085 | 84 (81-87) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 443 | 100 (92-108) | 588 | 121 (113-129) |
| Malattie dell'apparato digerente | 173 | 93 (82-105) | 227 | 100 (89-111) |
| Malattie dell'apparato urinario | 68 | 71 (58-87) | 110 | 83 (71-97) |

Tabella BRE_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BRE_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligno dello stomaco | 91 | 76 (64-90) | 97 | 103 (87-122) |
| Tumori maligni del colon retto | 191 | 108 (96-122) | 171 | 101 (89-114) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 146 | 102 (89-117) | 106 | 123 (105-144) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 269 | 96 (87-107) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 80 | 112 (93-135) | 33 | 125 (94-166) |
| Linfomi non Hodgkin | 47 | 88 (70-112) | 40 | 78 (60-101) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 443 | 100 (92-108) | 588 | 121 (113-129) |
| Asma | <3 | | 4 | 63 (28-140) |

Tabella BRE_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BRE_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 30.827 | 106 (105-107) | 33.588 | 110 (109-111) |
| Tutti i tumori maligni | 3.928 | 103 (100-105) | 3.868 | 103 (100-106) |
| Malattie del sistema circolatorio | 8.159 | 109 (107-111) | 6.958 | 114 (112-116) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5.431 | 112 (110-115) | 5.249 | 125 (122-128) |
| Malattie dell'apparato digerente | 6.675 | 105 (103-107) | 5.549 | 118 (115-120) |
| Malattie dell'apparato urinario | 2.803 | 137 (133-141) | 2.174 | 139 (134-144) |

Tabella BRE_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BRE_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligno dello stomaco | 129 | 90 (78-104) | 115 | 106 (91-124) |
| Tumori maligni del colon retto | 373 | 100 (92-109) | 295 | 87 (79-95) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 236 | 133 (119-148) | 88 | 108 (90-128) |
| Tumori maligni della mammella | 12 | 101 (63-161) | 1.258 | 110 (105-115) |
| Tumori maligni del testicolo | 38 | 82 (63-107) | | |
| Tumori maligni della vescica | 575 | 110 (103-118) | 185 | 129 (114-145) |
| Linfomi non Hodgkin | 116 | 89 (76-104) | 107 | 91 (78-107) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5.431 | 112 (110-115) | 5.249 | 125 (122-128) |
| Asma | 93 | 91 (77-108) | 135 | 126 (109-145) |

Tabella BRE_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BRE_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BRE BRESCIA-CAFFARO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|-------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 20 | 100 (69-144) | 33 | 108 (81-143) | 41 | 102 (79-132) | 26 | 95 (69-132) | 67 | 100 (81-122) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 5 | 164 (80-337) | 8 | 159 (90-282) | 4 | 82 (37-183) | 12 | 121 (76-194) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 145 (58-362) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 13 | 116 (74-183) | | | | | | | | |

Tabella BRE_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BRE_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|---------------|--------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.591 | 83 (80-87) | 5.489 | 89 (87-91) | 6.936 | 92 (90-94) | 3.219 | 110 (107-114) | 10.054 | 97 (95-98) |
| Malattie infettive e parassitarie | 153 | 85 (75-98) | 700 | 99 (93-106) | 769 | 101 (95-107) | 132 | 129 (112-149) | 899 | 104 (98-110) |
| Tutti i tumori maligni | 4 | 170 (76-378) | 33 | 105 (79-140) | 43 | 91 (71-117) | 59 | 107 (87-133) | 102 | 101 (85-118) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 6 | 102 (53-197) | 6 | 83 (43-160) | 5 | 134 (65-276) | 11 | 101 (62-165) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 13 | 98 (62-154) | 15 | 76 (50-116) | 14 | 100 (64-154) | 29 | 87 (64-118) |
| Linfomi | | | 4 | 97 (43-215) | 6 | 69 (36-133) | 8 | 71 (40-126) | 14 | 71 (46-110) |
| Linfoma di Hodgkin | | | | | | | 3 | 57 (23-143) | 5 | 56 (27-115) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 3 | 94 (38-236) | 4 | 71 (32-158) | 5 | 74 (36-152) | 9 | 73 (43-126) |
| Leucemie | | | 9 | 96 (56-166) | 9 | 80 (47-138) | 6 | 210 (109-406) | 15 | 107 (70-163) |
| Leucemia linfoide | | | 8 | 106 (60-189) | 8 | 91 (52-162) | 3 | 189 (75-472) | 11 | 107 (65-174) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 3 | 237 (95-593) | 4 | 107 (48-238) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 86 | 75 (63-89) | 187 | 84 (74-95) | 231 | 104 (93-116) | 417 | 94 (87-102) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 838 | 79 (75-84) | 896 | 81 (77-86) | 83 | 151 (126-181) | 979 | 85 (80-89) |
| Asma | | | 86 | 79 (66-94) | 91 | 80 (68-95) | 10 | 148 (88-247) | 101 | 84 (71-99) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 617 | 82 (77-88) | 863 | 88 (84-93) | 535 | 106 (99-114) | 1.391 | 94 (90-98) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 205 | 102 (91-114) | 259 | 108 (98-120) | 179 | 164 (145-186) | 437 | 126 (117-137) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 681 | 80 (75-85) | | | | | | | | |

Tabella BRE_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table BRE_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



BRO

**BRONI (PV)** **1**
COMUNE **9 421**
ABITANTI
Censimento 2019**I COMUNI DEL SITO**

- Broni

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'area di produzione di manufatti di cemento-amianto (A).

Il comune di Broni ha un basso livello di deprivazione. Il 56,1% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 102,5/100.000 casi (+37,7%) nei maschi e 111,7/100.000 casi (+69%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Si osservano, in entrambi i generi, eccessi per la mortalità generale, per tutti i tumori e per le malattie cardiovascolari, per i maschi per le malattie dell'apparato digerente e dell'apparato urinario con stime incerte, per le femmine dell'apparato respiratorio sempre con stime incerte (**Tabella BRO_1**).

Per quanto riguarda le cause di morte con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con le *fonti di esposizioni ambientali* presenti nel sito, il mesotelioma per tutte le sedi e il mesotelioma pleurico si mostrano in eccesso in entrambi i generi; per i maschi, si mette in evidenza un eccesso di asbestosi (**Tabella BRO_2**).

■ **Ospedalizzazione.** Si osservano eccessi in entrambi i generi per tutte le cause, per le malattie cardiovascolari e dell'apparato digerente, dell'apparato urinario e dell'apparato respiratorio (**Tabella BRO_3**). Per le cause di ricovero per le quali vi è a priori un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella BRO_4**), è presente un eccesso in entrambi i generi per i tumori maligni della pleura e un difetto con stima incerta per le neoplasie polmonari nelle femmine.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Sono stati osservati meno di tre decessi per l'insieme di età 0-29 anni nel periodo considerato.

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di ospedalizzazione mostra eccessi per tutte le cause naturali in età pediatrico-adolescenziale associati a eccessi per malattie infettive e parassitarie, infezioni acute delle vie respiratorie e malattie dell'apparato digerente (**Tabella BRO_5**); un eccesso, con stima incerta, si osserva per le malattie circolatorie in età pediatrica. In età giovanile (20-29 anni), si rileva un eccesso di ospedalizzazione per tutte le cause naturali e per malattie dell'apparato digerente, basati su stime incerte.

BRO BRONI

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Per questo sito, erano già stati registrati eccessi per entrambi i generi per la mortalità generale, per tutti i tumori, per i mesoteliomi e per le malattie dell'apparato circolatorio nella precedente edizione di SENTIERI,¹ confermati dalle analisi presentate in questo volume. Questa edizione mostra, inoltre, eccessi di rischio di decesso precedentemente non rilevati per le malattie dell'apparato respiratorio per la popolazione femminile e maschile con stima incerta per quest'ultima, per l'asbestosi, per l'apparato digerente e per l'apparato urinario per la popolazione maschile. I risultati presentati nelle tabelle sono compatibili con il rischio di incidenza di mesotelioma presentato nello studio SENTIERI-ReNaM.² Uno studio su base autoptica compiuto su una serie di 188 casi esposti su base residenziale o occupazionale all'amianto prodotto dalla fabbrica di cemento-amianto di Broni³ ha messo in evidenza 20 decessi dovuti ad asbestosi nel periodo 2000-2017, fornendo di conseguenza un'indicazione simile a quella rilevata nella **Tabella BRO_2**. Si conferma l'eccesso di ospedalizzazioni per tutte le cause precedentemente registrato da SENTIERI, ma si rilevano eccessi di rischio per le malattie dell'apparato circolatorio, dell'apparato digerente e dell'apparato urinario in entrambi i generi e per l'apparato respiratorio nei maschi. Si confermano gli eccessi di ricoverati in età pediatrica per le malattie respiratorie acute segnalati già nel precedente Rapporto SENTIERI,¹ ai quali si aggiungono eccessi anche per malattie dell'apparato digerente sempre in età pediatrica. L'eccesso di mortalità e di ospedalizzazioni per mesotelioma pleurico, ancora attuale nel sito, è confermato da uno studio di incidenza del Registro dei mesoteliomi della Lombardia,⁴ che, aggiornando la casistica con l'inclusione dei dati per gli anni 2012-2016, ha calcolato per il periodo 2000-2016 un rapporto standardizzato di

incidenza (SIR) di 12,2 (IC90% 10,2-14,6) per esposizioni di tipo residenziale. La persistenza di questo eccesso di rischio è compatibile con la lunga latenza della malattia e con il periodo di attività della fabbrica, che iniziò nel 1919 con la produzione di cemento e fu successivamente (1932) riconvertita alla produzione verso i manufatti in cemento-amianto, per poi cessare la sua attività nel 1993.⁵ Nonostante sia noto dalla letteratura scientifica che non esiste una soglia al di sotto della quale non vi è rischio di contrarre un mesotelioma, è altresì accertato che il rischio di mesotelioma dipende dalla durata e dall'intensità dell'esposizione.⁶ Per quest'ultimo motivo e vista la dimensione dell'eccesso di rischio osservato, si raccomanda la verifica dell'efficacia delle bonifiche e della presenza di ulteriori fonti espositive oltre alla storica fabbrica di cemento-amianto.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:56-57.
2. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:105-8.
3. Visonà SD, Villani S, Manzoni F et al. Impact of asbestos on public health: a retrospective study on a series of subjects with occupational and non-occupational exposure to asbestos during the activity of Fibronit plant (Broni, Italy). *J Public Health Res* 2018;7(3):1519.
4. Consonni D, De Matteis S, Dallari B, Pesatori AC, Riboldi L, Mensi C. Impact of an asbestos cement factory on mesothelioma incidence in a community in Italy. *Environ Res* 2020;183:108968.
5. Boschetti L, RT Pavia. Comunicazione personale.
6. Magnani C, Bianchi C, Chellini E et al. III Italian Consensus Conference on Malignant Mesothelioma of the Pleura. *Epidemiology, Public Health and Occupational Medicine related issues. Med Lav* 2015;106(5):325-32.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BRO BRONI

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 348 | 129 (118-141) | 397 | 121 (111-131) |
| Tutti i tumori maligni | 122 | 134 (115-155) | 108 | 130 (111-152) |
| Malattie del sistema circolatorio | 107 | 126 (108-148) | 142 | 115 (101-133) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 29 | 121 (89-164) | 33 | 137 (103-182) |
| Malattie dell'apparato digerente | 16 | 165 (110-249) | 10 | 87 (52-146) |
| Malattie dell'apparato urinario | 11 | 214 (131-350) | 8 | 121 (68-215) |

Tabella BRO_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BRO_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|-----------------------|---------|---------------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 29 | 128 (94-173) | 12 | 113 (70-181) |
| Mesoteliomi | 23 | 1.519 (1.080-2.137) | 16 | 1.910 (1.269-2.873) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 17 | 1.412 (950-2.099) | 10 | 1.453 (868-2.430) |
| Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 5 | 142 (69-291) |
| Asbestosi | 4 | 12.702 (5.703-28.294) | <3 | |

Tabella BRO_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BRO_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 1.423 | 106 (102-111) | 1.558 | 110 (105-114) |
| Tutti i tumori maligni | 172 | 92 (81-105) | 191 | 105 (94-119) |
| Malattie del sistema circolatorio | 398 | 110 (101-119) | 353 | 116 (106-126) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 256 | 114 (103-127) | 221 | 111 (100-124) |
| Malattie dell'apparato digerente | 328 | 112 (102-122) | 266 | 121 (109-133) |
| Malattie dell'apparato urinario | 127 | 129 (112-150) | 102 | 135 (115-159) |

Tabella BRO_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BRO_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------------|---------|---------------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 21 | 111 (78-158) | 5 | 51 (25-104) |
| Tumori maligni della pleura | 24 | 1.505 (1.077-2.102) | 19 | 2.075 (1.426-3.020) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 5 | 100 (49-206) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella BRO_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BRO_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BRO BRONI

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 83 | 96 (81-116) | 277 | 108 (98-119) | 320 | 105 (95-115) | 139 | 114 (99-131) | 455 | 107 (99-116) |
| Malattie infettive e parassitarie | 12 | 148 (93-238) | 39 | 132 (102-172) | 42 | 133 (103-172) | 4 | 93 (42-207) | 46 | 128 (101-164) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 6 | 131 (68-254) | 8 | 95 (54-169) | 11 | 120 (73-196) | 19 | 109 (75-158) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 58 | 128 (103-158) | 59 | 126 (102-156) | <3 | | 60 | 122 (99-151) |
| Asma | | | 3 | 66 (26-166) | 3 | 64 (26-160) | <3 | | 3 | 60 (24-151) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 46 | 152 (119-193) | 56 | 146 (117-182) | 28 | 132 (97-180) | 84 | 141 (118-169) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 8 | 93 (52-165) | 9 | 90 (53-155) | 4 | 87 (39-194) | 13 | 90 (57-141) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 34 | 88 (67-117) | | | | | | | | |

Tabella BRO_5. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BRO_5. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



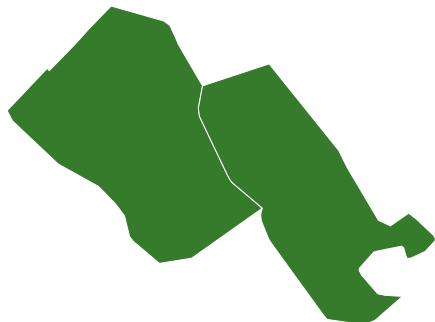
LOMBARDIA

ep

CER



CERRO AL LAMBRO (MI)



2

COMUNI



9 477

ABITANTI

Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Cerro al Lambro
- San Zenone al Lambro

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di discariche (D).

Nessuno dei 2 comuni del sito ha un alto livello di deprivazione. Lo 0,4% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 12,4/100.000 casi (+4,6%) nei maschi e una diminuzione di 55,1/100.000 casi (-34,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Si osserva un difetto di rischio per tutti i tumori maligni per la popolazione femminile (**Tabella CER_1**) e un difetto con stima incerta nella mortalità generale femminile. Le malattie respiratorie hanno, con stima incerta e imprecisa, un eccesso nei maschi e un difetto nelle femmine. Le malattie digestive hanno, con stima incerta e imprecisa, un difetto nei maschi e un eccesso nelle femmine.

Per la mortalità per cause con evidenza *a priori* di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali*, non si osservano rischi che si discostano dall'atteso (**Tabella CER_2**). Da segnalare, un eccesso in entrambi i generi alla voce «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti», che indica una carente qualità della classificazione delle cause di decesso, con quattro casi per i maschi e SMR 276 (IC90% 124-615), quattro casi per la popolazione femminile e SMR 157 (IC90% 70-349).

■ **Ospedalizzazione.** In entrambi i generi, si osserva un eccesso di rischio per le ospedalizzazioni per tutte le cause; per la popolazione femminile, si mettono in evidenza eccessi per le malattie dell'apparato circolatorio e per le malattie dell'apparato digerente (**Tabella CER_3**). Per le malattie dell'apparato urinario, si osservano un eccesso nei maschi e un difetto nelle femmine, entrambi con stima incerta.

Le analisi dei ricoveri ospedalieri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* non mostrano né eccessi né difetti di rischio, eccetto per i ricoverati per tumori della vescica, che sono in eccesso tra i maschi con stima incerta (**Tabella CER_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** A causa del ridotto numero di decessi osservati (meno di tre decessi nella classe di età 0-29 anni), non si segnalano elementi specifici per il profilo di mortalità.

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali appare in eccesso in tutte le sottoclassi di età analizzate (**Tabella CER_5**). Nel primo anno di vita, tale profilo è associato a un eccesso per le condizioni morbose di origine perinatale, mentre in età pediatrica e adolescenziale si registra un eccesso di ricoverati anche per tutti i tumori, le infezioni acute delle vie respiratorie e le malattie degli apparati digerente e urinario. L'eccesso di ricoveri per tutti i tumori in età 0-19 anni è ascrivibile alle sole femmine (5 dei 6 casi, 0-19 anni, SHR 493; IC90% 240-1012). La classe di età giovanile mostra un quadro di ospedalizzazione per causa in linea con l'atteso regionale, con un eccesso, affetto da incertezza, relativamente alle patologie del sistema circolatorio.

CER CERRO AL LAMBRO

Sezione anomalie congenite

I nati residenti nel sito nel periodo in studio 2012-2018 sono stati complessivamente 559; nello stesso periodo, sono stati osservati 16 casi con anomalia congenita (AC) con una prevalenza pari a 286,2 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta in linea con quella della provincia di Milano (O/A: 101; IC90% 64-154). Il numero esiguo di casi di AC osservati nel sito non consente di fornire un quadro informativo dettagliato per sedi anatomiche, comunque non si segnalano eccessi nei gruppi di AC indagati (Tabella CER_6).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Rispetto alla precedente edizione di SENTIERI,¹ non si manifestano differenze per quanto riguarda i decessi, eccetto un difetto di rischio per tutti i tumori maligni per la popolazione femminile e per le malattie dell'apparato urinario, per le quali l'esiguo numero di casi rilevato dall'attuale edizione di SENTIERI non permette il calcolo di SMR e, di conseguenza, il confronto. Si conferma l'eccesso di rischio di ospedalizzazione per entrambi i generi per tutte le cause naturali osservato nella precedente edizione di SENTIERI sia per la popolazione generale sia per le sottoclassi pediatrico-adolescenziali e giovanili. Per quanto riguarda le ospedalizzazioni, non si conferma, su tutte le età, l'eccesso di rischio per l'apparato digerente nella popolazione maschile; gli eccessi di rischio nella popolazione femminile per l'apparato respiratorio e per l'apparato urinario nella popolazione maschile sono divenuti ora a stima incerta, seppur dello

stesso ordine di grandezza; l'eccesso di rischio per l'apparato urinario nella popolazione femminile precedentemente identificato non è più manifesto. Si è, invece, manifestato un eccesso di rischio per l'apparato circolatorio nella popolazione femminile, non precedentemente riscontrato. Non sono noti studi epidemiologici sullo stato di salute della popolazione residente nel sito. Non sono pubblicate nella letteratura scientifica misure sugli inquinanti presenti nel sito, ma la relazione tecnica,² a cura della Provincia di Milano, *Inquinamento della falda proveniente dall'area della ex Chimica Saronio* (2007), descrivendo gli esiti di uno studio di monitoraggio idrochimico, sottolineava la presenza di alcuni inquinanti – tra i quali diclorobenzene, benzene, anilina, para-toluidina, tetracloroetilene e beta-naftilamina – sia in aree sottostanti lo stabilimento sia in altre aree circostanti e vicine al fiume Lambro. Per quanto detto, si raccomanda il monitoraggio delle operazioni di bonifica, l'esecuzione di studi epidemiologici sulla salute della popolazione e campagne di misura degli inquinanti per suolo e acque di falda.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208
2. Relazione tecnica "Inquinamento della falda proveniente dall'area della ex Chimica Saronio". Comune di Melegnano: valutazione degli esiti del monitoraggio idrochimico. Luglio 2007. Provincia di Milano.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

CER CERRO AL LAMBRO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 152 | 93 (82-107) | 131 | 88 (77-102) |
| Tutti i tumori maligni | 58 | 89 (72-111) | 29 | 61 (45-83) |
| Malattie del sistema circolatorio | 45 | 100 (78-128) | 52 | 107 (85-134) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 15 | 131 (86-200) | 6 | 62 (32-121) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3 | 48 (19-120) | 8 | 153 (86-271) |
| Malattie dell'apparato urinario | <3 | | <3 | |

Tabella CER_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CER_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|-------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 5 | 92 (45-190) | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 4 | 47 (21-105) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 3 | 133 (53-333) | <3 | |
| Linfomi non Hodgkin | <3 | | <3 | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 15 | 131 (86-200) | 6 | 62 (32-121) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella CER_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CER_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 1.413 | 109 (104-114) | 1.284 | 109 (104-114) |
| Tutti i tumori maligni | 162 | 101 (89-115) | 137 | 101 (88-117) |
| Malattie del sistema circolatorio | 321 | 104 (95-114) | 209 | 114 (102-128) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 205 | 101 (90-113) | 166 | 112 (98-127) |
| Malattie dell'apparato digerente | 301 | 105 (96-116) | 246 | 137 (123-152) |
| Malattie dell'apparato urinario | 98 | 116 (98-137) | 43 | 80 (62-102) |

Tabella CER_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CER_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 7 | 93 (50-172) | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 40 | 89 (69-116) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 28 | 133 (97-181) | 4 | 83 (37-186) |
| Linfomi non Hodgkin | 5 | 88 (43-180) | <3 | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 205 | 101 (90-113) | 166 | 112 (98-127) |
| Asma | <3 | | 5 | 110 (54-227) |

Tabella CER_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CER_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

CER CERRO AL LAMBRO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 127 | 145 (125-168) | 363 | 122 (112-133) | 443 | 123 (113-132) | 146 | 107 (93-122) | 585 | 118 (111-127) |
| Malattie infettive e parassitarie | 10 | 122 (73-203) | 32 | 94 (70-125) | 32 | 87 (65-116) | 5 | 104 (51-214) | 37 | 89 (68-116) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 3 | 194 (78-486) | 6 | 264 (137-511) | <3 | | 6 | 125 (65-242) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 5 | 89 (43-182) | 10 | 95 (57-159) | 15 | 148 (97-225) | 25 | 121 (87-168) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 62 | 122 (99-150) | 64 | 121 (99-149) | 3 | 116 (46-291) | 67 | 121 (99-148) |
| Asma | | | <3 | | 3 | 54 (22-135) | <3 | | 3 | 51 (20-128) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 47 | 128 (101-162) | 65 | 138 (112-169) | 24 | 101 (73-142) | 89 | 126 (106-150) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 19 | 197 (136-287) | 22 | 194 (137-275) | 4 | 78 (35-175) | 26 | 159 (115-219) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 70 | 179 (147-218) | | | | | | | | |

Tabella CER_5. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CER_5. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|---------|
| Totale casi con anomalie congenite | 16 | 286,2 | 101 | 64-154 |
| Sistema nervoso | < 3 | | | |
| Cuore | 3 | 53,7 | 55 | 15-143 |
| Cuore severo | < 3 | | | |
| Palato-labbro | < 3 | | | |
| Apparato digerente | < 3 | | | |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | < 3 | | | |
| Genitali | < 3 | | | |
| Arti | 3 | 53,7 | 150 | 41-389 |
| Cromosomiche | 3 | 53,7 | 119 | 32-309 |

Tabella CER_6. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento Area Metropolitana di Milano, 2012-2018.

Table CER_6. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Reference: Metropolitan Area of Milan, 2012-20198.



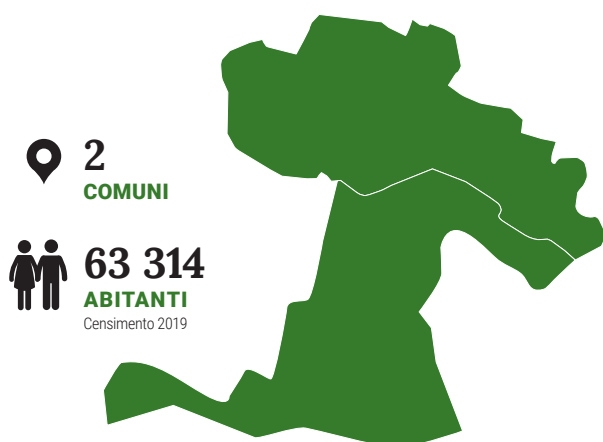
LOMBARDIA

ep

LMN



LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO



I COMUNI DEL SITO

- Mantova
- Borgo Virgilio

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C), petrolchimico e raffineria (P&R), area portuale (AP) e discariche (D).

Nessuno dei due Comuni del sito ha un alto livello di deprivazione. Il 37,4% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 8/100.000 casi (+2,9%) nei maschi e di 19,6/100.000 casi (+12,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità per le principali cause non si discosta sostanzialmente dal dato atteso, considerando anche l'incertezza della stima, con la sola esclusione delle malattie del sistema circolatorio, che risultano, invece, in eccesso sia nei maschi sia nelle femmine (**Tabella LMN_1**). La mortalità per le cause con evidenza sufficiente o limitata di associazione con le *fonti di esposizione ambientale* non mette in evidenza eccessi o difetti che non siano affetti da incertezza della stima, con la sola esclusione di quella relativa all'asma nelle femmine, che, tuttavia, in ragione dei piccoli numeri, mostra un ampio intervallo di confidenza tale da apparire comunque imprecisa (**Tabella LMN_2**).

Per alcune cause con evidenza di associazione per esposizioni ambientali riferibili a petrochimico e raffineria, con relativa area portuale e discariche associate, quali la tota-

lità dei tumori maligni e il tumore del polmone, i difetti si osservano nei maschi e gli eccessi nelle femmine, insieme a quello relativo al tumore della mammella, pur mostrando sempre incertezza delle stime.

Sempre associabili alle medesime esposizioni, ma con eccessi in entrambi i generi pari al 4% e al 36% rispettivamente nei maschi e nelle femmine, sono le leucemie come pure i linfomi non Hodgkin, con eccessi dell'11% nei maschi e del 2% nelle femmine, sempre in presenza di incertezza e imprecisione della stima.

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per le principali cause, al pari della mortalità, non si discosta sostanzialmente dal dato atteso, considerando anche l'incertezza della stima, ma l'eccezione in questo caso riguarda la totalità dei tumori maligni limitatamente al genere femminile, che risulta in eccesso del 12% (**Tabella LMN_3**).

L'ospedalizzazione per le cause con evidenza sufficiente o limitata di associazione con le *fonti di esposizione ambientale* mette in evidenza eccessi in entrambi i generi per il tumore del polmone associabili al rischio attribuito a petrolchimico e raffineria con relativa area portuale e discariche, analogamente al tumore del colon retto, che, tuttavia, in termini di associazione causale, è biologicamente meno plausibile del primo (**Tabella LMN_4**).

L'eccesso per le leucemie, a differenza della mortalità, si conferma solo per il genere femminile, collocandosi al 5%, contrariamente a quanto accade per i linfomi non Hodgkin, in cui l'eccesso si limita al genere maschile con un +8%, e al tumore della vescica, che mostra un eccesso pari al 6%, sempre in presenza d'incertezza della stima.

Anche per l'ospedalizzazione, come per la mortalità, si conferma l'eccesso per il tumore della mammella nelle femmine.

Per i tumori maligni dei tessuti molli, l'eccesso di rischio, pur presentandosi per entrambi i generi, è soggetto, in ragione dei piccoli numeri, a incertezza e imprecisione della stima.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Il quadro della mortalità, caratterizzato da un numero esiguo di decessi, non mostra elementi di rilievo, se non una tendenza ad un deficit rispetto all'atteso (**Tabella LMN_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta sostanzialmente in linea o in difetto rispetto all'atteso, in particolare nel primo anno di vita (**Tabella LMN_6**). In età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, si osservano eccessi nel numero di ricoverati per infezioni respiratorie acute. Un difetto per asma e malattie degli apparati digerente e urinario è osservabile in tutte le sottoclassi di età, tranne che nei giovani adulti (20-29 anni). Le malattie cardiocircolatorie

LMN LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO

sono sempre in difetto, anche tra i giovani. Si osserva un eccesso di malattie infettive e parassitarie in tutte le sottoclassi di età, tranne che nel primo anno di vita.

Sezione anomalie congenite

I nati residenti nel sito nel periodo in studio (2008-2017) sono stati complessivamente 5.128; nello stesso periodo, sono stati rilevati 270 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 526,5 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta superiore a quella della provincia di Mantova (O/A 135; IC90% 120-151). Eccessi sono stati osservati per le AC del sistema nervoso, dei genitali, dell'apparato digerente e del cuore; per quest'ultimo, non osservato nel sottogruppo delle anomalie cardiache severe (Tabella LMN_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il quadro generale di mortalità e ospedalizzazione per le principali cause non si discosta sostanzialmente da quanto rilevato nei precedenti rapporti SENTIERI, cui si rimanda.¹⁻⁴

In particolare, si conferma l'eccesso in entrambi i generi per le patologie del sistema circolatorio e una tendenza per il genere femminile a essere maggiormente coinvolto dalla patologia neoplastica complessivamente considerata. Si osserva, inoltre, che il difetto relativo alla mortalità per malattie dell'apparato respiratorio è disallineato rispetto all'ospedalizzazione, che si sovrappone pressoché al dato atteso, quasi che quest'ultima fosse sostenuta da forme patologiche di minor gravità. Anche l'asma, che su piccoli numeri esprime solo nel solo genere femminile un eccesso di mortalità ma con difetto di ospedalizzazione, rimane un elemento poco significativo.

Focalizzando, invece, l'attenzione sulle cause con evidenza sufficiente o limitata di associazione con le *fonti di esposizione ambientale*, la divergenza di genere permane a sfavore del genere femminile per quanto riguarda l'eccesso riferito al tumore del polmone, anche se tende a ridursi rispetto a quella osservabile nell'ospedalizzazione, perché questa nel genere maschile risulta più elevata, a differenza della mortalità. Questo allineamento in eccesso tra i due generi deporrebbe maggiormente a favore dell'ipotesi ambientale specifica di questi siti, anche se l'indisponibilità del dato aggiornato sull'incidenza dei tumori non irrobustisce tale ipotesi.

È pur vero che, se l'asimmetria di genere da una parte indebolisce l'ipotesi ambientale, dall'altra potrebbe trovare una propria giustificazione nella circostanza che le donne, in quanto ancora maggiormente dedicate alle cure domestiche rispetto al genere maschile, come dimostrano i recenti effetti economico-sociali della pandemia COVID-19,⁵ potrebbero essere sottoposte a una maggiore esposizione

di tipo residenziale ai fattori di rischio ambientale. Nessun eccesso si osserva, tuttavia, per altre patologie respiratorie associate a *fonti di esposizioni ambientali* del sito, quali mesoteliomi e malattie respiratorie acute.

L'eccesso di ospedalizzazione per il tumore del colon retto in entrambi i generi riconosce una spiegazione alternativa a un'ipotesi ambientale dotata di debole plausibilità biologica, richiamando abitudini alimentari locali fortemente caratterizzate per consumo di carni rosse trattate e non trattate, come già argomentato nel precedente Quinto Rapporto SENTIERI.⁴ Questa spiegazione alternativa renderebbe anche ragione dell'eccesso di patologia del sistema circolatorio, che, non trovando analogo riscontro nell'apparato respiratorio, porta quanto meno a ridimensionare il ruolo causale delle polveri sottili che riconoscono entrambi questi bersagli anatomici⁶ e che certamente si producono anche dall'attività industriale del sito. Si segnala, a tal riguardo, che i ricoveri per patologie del sistema circolatorio sono in difetto in tutte le sottoclassi di età analizzate, da quella pediatrica (0-14 anni) a quella giovanile (20-29 anni).

Più difficile interpretare l'eccesso di mortalità per leucemia, che, solo relativamente a questo indicatore, trova riscontro in entrambi i generi, pur con l'evidente limite d'incertezza della stima, poiché nell'ospedalizzazione l'eccesso emerge esclusivamente nel genere femminile. Disaggregando il dato per istotipo di leucemia (linfoide e mieloidi), l'asimmetria permane. Nel Quarto e Quinto Rapporto SENTIERI, cui si rimanda,^{3,4} era invece emerso per l'incidenza di entrambi i generi un eccesso di leucemia linfatica (maschi: SIR 113; IC90%65-184 – femmine: SIR 141; IC90% 82-229) e di linfoma non Hodgkin (maschi: SIR 126; IC90% 98-159 – femmine: SIR 112; IC90% 87-144), pur basati su incertezze delle stime. Si tratta di forme tumorali associabili all'esposizione a idrocarburi aromatici che persistono nelle matrici ambientali del sito.

Tuttavia, l'ospedalizzazione per i linfomi non Hodgkin non si allinea alla precedente incidenza e la mancata disponibilità del dato aggiornato di quest'ultima non consente anche in tale circostanza di meglio supportare l'ipotesi.

L'eccesso di tumore della mammella è confermato, invece, sia nella mortalità sia nell'ospedalizzazione, nonché nell'ultimo dato d'incidenza disponibile del Quinto Rapporto SENTIERI (SIR 112; IC90% 103-122). Anche il tumore della tiroide risulta in eccesso per entrambi i generi sia nell'ospedalizzazione sia nell'ultima incidenza disponibile indicata nel Quinto Rapporto SENTIERI (maschi: SIR 182; IC90% 119-266 – femmine: SIR 164; IC90% 128-206).

Linfomi non Hodgkin, tumore della mammella e tumore maligno della tiroide sono associabili, pur con diverso grado di evidenza, all'esposizione a sostanze diossino-simili (vedi studio SENTIERI 2019 e studi ivi citati).⁴

Questa pista interpretativa risulterebbe, tuttavia, in con-

LMN LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO

traddizione con l'aggiornamento dello studio caso-controllo sui sarcomi dei tessuti molli.

Infatti, il primo studio⁷ ha messo in evidenza un rischio elevato per la popolazione con residenza più vicina alla fonte inquinante di ammalare di sarcoma dei tessuti molli (incidenza 1989-1998) rispetto a quella con residenza più lontana (OR 31,4; IC95% 5,6-176,1). Il secondo (incidenza 1999-2014), condotto con analogo modello,⁸ ne ha invece constatato la scomparsa attribuibile ai progressivi interventi di aggiornamento tecnologico degli impianti del sito e altre misure tecniche di prevenzione primaria. Si tratta, quindi, di valutare la presenza di rischi competitivi con l'esposizione a sostanze diossino-simili e/o la sussistenza di queste esposizioni di entità molto inferiore al passato, ma non sufficiente a eliminare il rischio verso tessuti verosimilmente più sensibili a questi interferenti endocrini.

La maggior attenzione rimane comunque focalizzata sugli indicatori di salute a più breve latenza, seppur limitati dalla loro aspecificità, quali il profilo di salute dell'età pediatrico-adolescenziale-giovanile e le anomalie congenite (AC), quindi potenzialmente in grado di cogliere effetti conseguenti a esposizioni più recenti o comunque riconducibili a più aggiornati assetti impiantistici e produttivi del sito. Si tratta di conoscenze rilevanti non solo per obiettivi di ricerca, ma anche e soprattutto per una valutazione dei rischi che consenta di definire misure di prevenzione e di comunicazione alla popolazione, trattandosi di effetti legati maggiormente al presente.

Gli eccessi per alcuni gruppi di AC confermano quelli osservati in precedenti studi descrittivi nel sito.^{4,9} Un approfondimento sugli indicatori relativi alle cardiopatie congenite ha consentito di fornire informazioni più specifiche utili per interpretare più accuratamente l'occorrenza di questo gruppo di AC. L'eccesso del totale dei difetti cardiaci osservati nell'area è da imputare principalmente all'eccesso dei casi del difetto interventricolare (O/A 158; IC90% 125-200) (dato non in tabella), che rappresenta la cardiopatia congenita più comune (il 58% delle AC del cuore registrate nell'area). La maggior parte dei casi con difetto del setto interventricolare è soggetta a chiusura spontanea nei primi anni di vita, generando possibili criticità nella classificazione e registrazione della casistica e, conseguentemente, nell'accuratezza della stima di occorrenza alla nascita.^{10,11} Tuttavia, va rimarcato che queste criticità potrebbero essere meno rilevanti nella casistica raccolta da un unico registro, costruito con modalità omogenee di registrazione e di classificazione che, specificamente per il Registro malformazioni congenite della provincia di Mantova, si basa sulla consultazione della documentazione clinica dei casi entro il primo anno di vita.

I risultati emersi relativamente all'eccesso di AC per alcune sedi anatomiche, ancorché non consentano di stabilire un nesso di causalità con le esposizioni a fonti industria-

li presenti nell'area, sono molto suggestivi e coerenti con quanto già emerso in precedenti studi sull'area non solo relativamente alle AC, ma anche ad altri esiti avversi della riproduzione.¹²

Il prosieguo dell'attività del Registro malformazioni congenite consentirà di continuare in maniera accurata l'azione di sorveglianza epidemiologica delle AC e degli altri esiti avversi alla nascita, che, per la loro breve latenza, rappresentano un campo di studio di particolare rilevanza in contesti di contaminazione ambientale, nonché di orientamento più tempestivo per gli interventi di prevenzione primaria.¹³

Per quanto riguarda il profilo di salute in età pediatrico-adolescenziale e giovanile, a differenza del precedente aggiornamento di SENTIERI (2006-2013), che mostrava un quadro della mortalità generale sostanzialmente in eccesso in tutte le sottoclassi di età, nel periodo 2013-2017 non si riscontrano elementi di rilievo, se non una tendenza a un deficit rispetto al numero di decessi attesi. Rispetto al profilo di ospedalizzazione, non si confermano gli eccessi di ricovero osservati nel precedente periodo per condizioni morbose di origine perinatale e per tutti i tumori, in particolare per i linfomi non Hodgkin in età giovanile. Inoltre, rispetto alle cause per le quali vi è un'evidenza *a priori* limitata di associazione con le fonti di esposizione ambientale nel sito si osserva un eccesso di ricoverati per malattie respiratorie acute in età pediatrico-adolescenziale, sebbene caratterizzato da incertezza, e un deficit di ricoverati per asma nelle diverse sottoclassi di età.

Si ricorda che, sempre nel precedente aggiornamento SENTIERI,⁴ nella fascia di età 20-29 anni sono emersi alcuni particolari istotipi di tumore in eccesso rispetto all'atteso, quali tumori delle cellule germinali, trofoblastici e gonadici (SIR 23; IC90% 102-464), nonché tumori embrionali con un'incidenza 3 volte l'atteso nel sottogruppo di età 25-29 anni. La mancata disponibilità di aggiornamento dell'incidenza non consente verifiche comparative come per la mortalità e l'ospedalizzazione.

Lo studio di coorte di popolazione residente per qualsiasi durata abitativa dal 1961 al 1991 nei quartieri della zona industriale di Mantova ove sorge il polo chimico ha raggiunto la propria conclusione ed è in corso di stesura per la pubblicazione, di cui si auspica quindi la divulgazione non appena disponibile.

Accanto a questo studio, che sarà in grado di accertare l'impatto complessivo sulla salute esercitato da una storica attività industriale che è andata via via migliorando nel tempo il proprio assetto produttivo anche sotto il profilo del coinvolgimento delle matrici ambientali, sarebbe opportuno valutare il rischio attuale, continuando a monitorare, attraverso l'aggiornamento dei Registri di patologia tuttora attivi, sia le malattie a breve latenza, come le materno-infantili, sia quelle dei nati successivamente al 1991,

LMN LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO

anno assunto come *cut-off* per il mutamento del profilo di esposizione ambientale della popolazione.

L'ospedalizzazione non ha confermato gli eccessi per condizioni morbose di origine perinatale e per tutti i tumori, in particolare per i linfomi non Hodgkin in età giovanile, anche se l'indisponibilità dell'aggiornamento dell'incidenza dei tumori, soprattutto per alcuni particolari istotipi rilevabili soltanto dai Registri tumori, non consente di ratificare appieno il superamento di questa criticità. Tuttavia, a livello locale si potrebbe accertare se l'aggiornamento dei dati d'incidenza mostri, nelle classi di età più giovani e per i tumori di specifico interesse, un numero di casi osservati simile o sensibilmente differente rispetto alla finestra temporale precedente.

Se questi indicatori sfavorevoli, come gli eventi avversi della riproduzione, dovessero persistere, risulterebbe utile condurre uno studio sugli effetti genotossici della popolazione infantile, in quanto più sensibile agli insulti ambientali e non ancora coinvolta da esposizioni voluttuarie e occupazionali, al pari di quanto già effettuato in altra area del territorio mantovano.¹⁴

In considerazione dello stato di avanzamento delle bonifiche, alcune delle quali sono rimaste purtroppo incomplete – come lo smaltimento dello storico cumulo di rifiuti chimici interno allo stabilimento, giornalmente noto come “collina dei veleni” e oggetto di un recentissimo rinvio a giudizio¹⁵ – nonché dell'aggiornamento tecnologico degli impianti del sito, che ha accompagnato il declino dell'importante eccesso di sarcomi dei tessuti molli antecedente al *cut-off* temporale degli interventi di prevenzione primaria, sarebbe auspicabile una rivalutazione di area ristretta (intra comunale) del rischio ambientale per la salute complessivamente inteso. Tale aggiornamento sarebbe funzionale anche alla stesura di linee guida in grado di orientare le politiche territoriali per la scelta di attività ecosostenibili sia all'interno sia in prossimità di un sito contaminato a impatto decrescente, ma ancora attivo, quindi meritevole di essere mantenuto sotto stretto monitoraggio.

In questo contesto specifico, l'intero percorso compiuto da SENTIERI nelle sue diverse articolazioni e scansioni temporali dovrebbe auspicabilmente tradursi in un piano di comunicazione sistematica e interattiva con la cittadinanza al fine di renderla partecipe anche delle sfide sollecitate dalla transizione ecologica.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:95-97.
2. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:179-84.
3. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:59-60.
4. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:60-63.
5. Meraviglia C, Dudka A. The gendered division of unpaid labor during the Covid-19 crisis: did anything change? Evidence from Italy. *Int J Sociol* 2020;51(1):64-75.
6. World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva, WHO, 2021. Disponibile all'indirizzo: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
7. Comba P, Ascoli V, Belli S et al. Risk of soft tissue sarcomas and residence in the neighbourhood of an incinerator of industrial wastes. *Occup Environ Med* 2003;60(9):680-83.
8. Benedetti M, Fazzo L, Guarda L, Gatti L, Comba P, Ricci P. Residential proximity to an industrial incinerator and risk of soft-tissue sarcoma, 1999-2014. *Epidemiol Prev* 2020;44(2-3):128-36.
9. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
10. Hoffman JI, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002;39(12):1890-900.
11. Cresti A, Giordano R, Koestenberger M et al. Incidence and natural history of neonatal isolated ventricular septal defects: Do we know everything? A 6-year single-center Italian experience follow-up. *Congenit Heart Dis* 2018; 13(1):105-12.
12. Guarda L, Pironi V, Ricci P. Monitoraggio dello stato di salute materno infantile di residenti in quartieri prossimi a un sito inquinato di interesse nazionale. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 1:65.
13. Ricci P. Il sito di Mantova: evidenze epidemiologiche e sistemi informativi locali, in Zona et al.: Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl. 1:189-92.
14. Marcon A, Fracasso ME, Marchetti P et al. Outdoor formaldehyde and NO₂ exposures and markers of genotoxicity in children living near chipboard industries. *Environ Health Perspect* 2004;112(6):639-45.
15. Bernardo G. Polo Chimico di MANTOVA, chiesto il rinvio a giudizio per 16 manager e tre società (due della galassia Eni). *Corriere della Sera*, 11.02.2022. Disponibile all'indirizzo: https://milano.corriere.it/notizie/lombardia/22-febbraio_11/polo-chimico-mantova-chiesto-rinvio-giudizio-16-manager-tre-societa-due-galassia-eni-313f567a-8b59-11ec-8ff0-286fb7a9f896.shtml

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

LMN LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.691 | 99 (95-103) | 2.209 | 100 (97-104) |
| Tutti i tumori maligni | 550 | 95 (89-102) | 551 | 102 (95-110) |
| Malattie del sistema circolatorio | 578 | 108 (101-116) | 925 | 110 (104-116) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 125 | 83 (72-97) | 135 | 82 (71-95) |
| Malattie dell'apparato digerente | 60 | 98 (80-122) | 59 | 78 (63-97) |
| Malattie dell'apparato urinario | 35 | 108 (82-143) | 41 | 92 (71-119) |

Tabella LMN_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LMN_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 550 | 95 (89-102) | 551 | 102 (95-110) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 129 | 90 (78-104) | 76 | 110 (91-133) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 4 | 52 (23-116) | 4 | 91 (41-204) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | | | 103 | 114 (97-134) |
| Leucemie | 20 | 104 (72-150) | 22 | 136 (96-192) |
| Tumori maligni dello stomaco | 32 | 82 (62-110) | 29 | 94 (69-128) |
| Tumori maligni del colon retto | 64 | 112 (91-137) | 54 | 97 (78-121) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 31 | 68 (50-91) | 24 | 85 (61-119) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 28 | 120 (88-163) | 5 | 57 (28-118) |
| Linfomi non Hodgkin | 19 | 111 (76-161) | 17 | 102 (68-151) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 125 | 83 (72-97) | 135 | 82 (71-95) |
| Asma | <3 | | 5 | 235 (114-482) |

Tabella LMN_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LMN_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

LMN LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 8.855 | 99 (97-101) | 9.541 | 101 (100-103) |
| Tutti i tumori maligni | 1.163 | 96 (91-101) | 1.328 | 112 (107-117) |
| Malattie del sistema circolatorio | 2.392 | 101 (98-105) | 1.998 | 101 (98-105) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.503 | 101 (97-105) | 1.324 | 102 (98-107) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.951 | 99 (96-103) | 1.379 | 95 (90-99) |
| Malattie dell'apparato urinario | 615 | 95 (89-102) | 499 | 101 (94-109) |

Tabella LMN_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LMN_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.163 | 96 (91-101) | 1.328 | 112 (107-117) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 139 | 113 (98-130) | 96 | 148 (126-176) |
| Tumori maligni della pleura | <3 | | 4 | 68 (31-152) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 9 | 105 (61-181) | 9 | 130 (75-223) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 385 | 107 (98-116) |
| Leucemie | 15 | 71 (47-109) | 21 | 119 (83-171) |
| Tumori maligni dello stomaco | 44 | 96 (75-123) | 41 | 117 (91-152) |
| Tumori maligni del colon retto | 138 | 116 (101-134) | 115 | 105 (90-123) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 34 | 61 (46-80) | 20 | 76 (53-110) |
| Tumori maligni del testicolo | 12 | 86 (54-138) | | |
| Tumori maligni della vescica | 176 | 106 (94-120) | 46 | 100 (79-127) |
| Linfomi non Hodgkin | 44 | 108 (84-138) | 32 | 87 (65-116) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.503 | 101 (97-105) | 1.324 | 102 (98-107) |
| Malattie respiratorie acute | 587 | 92 (86-98) | 551 | 94 (87-100) |
| Asma | 11 | 37 (22-60) | 22 | 69 (49-98) |

Tabella LMN_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LMN_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

LMN LAGHI DI MANTOVA E POLO CHIMICO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------|------|--------------|------|-------------|-------|-------------|------|-------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 5 | 87 (42-178) | 9 | 104 (60-179) | 9 | 81 (47-139) | 6 | 80 (42-155) | 15 | 81 (53-123) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 3 | 93 (37-233) | | | | | | | | |

Tabella LMN_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LMN_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 479 | 88 (82-95) | 1.735 | 101 (97-105) | 2.015 | 97 (93-101) | 751 | 95 (89-101) | 2.751 | 96 (94-100) |
| Malattie infettive e parassitarie | 51 | 100 (80-126) | 249 | 126 (114-140) | 264 | 124 (112-137) | 41 | 147 (114-189) | 305 | 127 (115-139) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 8 | 92 (52-164) | 11 | 86 (52-140) | 14 | 93 (60-144) | 24 | 87 (62-121) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | <3 | | 3 | 151 (60-378) | <3 | | 4 | 135 (60-300) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 3 | 82 (33-205) | 5 | 94 (46-193) | <3 | | 5 | 55 (27-113) |
| Leucemie | | | <3 | | 3 | 98 (39-244) | <3 | | 3 | 78 (31-196) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 19 | 60 (41-88) | 41 | 69 (53-89) | 41 | 68 (53-88) | 82 | 69 (57-82) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 327 | 109 (100-120) | 337 | 109 (100-119) | 13 | 87 (55-136) | 350 | 108 (99-118) |
| Asma | | | 3 | 10 (4-25) | 5 | 16 (8-32) | <3 | | 7 | 21 (11-38) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 179 | 87 (77-98) | 218 | 82 (73-92) | 120 | 87 (75-101) | 338 | 84 (77-92) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 36 | 64 (48-84) | 40 | 60 (46-78) | 30 | 101 (75-136) | 70 | 73 (60-89) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 230 | 95 (85-106) | | | | | | | | |

Tabella LMN_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LMN_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 270 | 526,5 | 135 | (120-151) |
| Sistema nervoso | 24 | 46,8 | 159 | (105-235) |
| Cuore | 116 | 226,2 | 150 | (125-178) |
| Cuore severo | 18 | 35,1 | 114 | (71-177) |
| Palato-labbro | 10 | 19,5 | 158 | (80-292) |
| Apparato digerente | 19 | 37,1 | 206 | (127-325) |
| Parete addominale | 4 | 7,8 | 154 | (47-413) |
| Apparato urinario | 31 | 60,5 | 112 | (79-157) |
| Genitali | 26 | 50,7 | 156 | (105-226) |
| Arti | 33 | 64,4 | 120 | (86-166) |
| Cromosomiche | 35 | 68,3 | 136 | (97-186) |

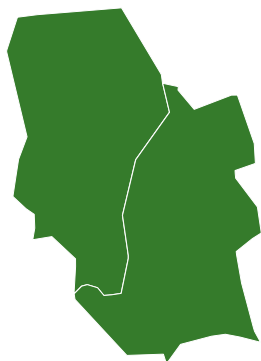
Tabella LMN_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento provinciale, 2008-2017.

Table LMN_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Reference: province, 2008-2017.

PIR



PIOLTELLO RODANO (MI)



 2
COMUNI

 41 004
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Pioltello
- Rodano

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C) e discariche (D).

Il comune di Pioltello ha un alto livello di deprivazione. Il 60,4% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 0,6/100.000 casi (-0,2%) nei maschi e un aumento di 7,7/100.000 casi (+4,8%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità per le principali cause (**Tabella PIR_1**) mette in luce un eccesso nei maschi per le malattie dell'apparato respiratorio e digerente, seppur con incertezza delle stime. Il dato merita, però, di essere valutato alla luce dell'ospedalizzazione di seguito presentata.

Relativamente, invece, alle cause di morte con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* (**Tabella PIR_2**), nello specifico con le discariche presenti all'interno del medesimo polo chimico, oltre a quanto osservato per le malattie dell'apparato respiratorio, vale la pena di porre l'attenzione al linfoma non Hodgkin, che mostra un eccesso, più evidente nel genere femminile, pur nell'incertezza della stima.

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per le principali cause mette in evidenza in entrambi i generi un eccesso per le malattie di tre apparati: circolatorio, respiratorio e digerente (**Tabella PIR_3**).

Come cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* (**Tabella PIR_4**), l'asma partecipa dell'eccesso dell'apparato respiratorio sempre per entrambi i generi.

Gli eccessi per linfoma non Hodgkin osservati nella mortalità non trovano un corrispettivo nell'ospedalizzazione. Il tumore della vescica mostra un eccesso soltanto nei maschi e con una stima alquanto imprecisa.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per tutti i tumori è in eccesso in tutte le classi di età considerate, sebbene con stime incerte che non consentono di escludere interamente un ruolo del caso (**Tabella PIR_5**). Nel gruppo più ampio di età (0-29 anni), si rileva un eccesso di decessi per tumori del sistema nervoso centrale (SNC) e per malattie del sistema circolatorio.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali, per malattie infettive e parassitarie, per l'asma e per le malattie dell'apparato digerente risulta in eccesso nelle diverse classi di età, tranne che nei giovani adulti (**Tabella PIR_6**). Nel primo anno di vita, si registra anche un eccesso per le condizioni morbose di origine perinatale.

In tutti i sottogruppi di età analizzate si rileva, inoltre, un eccesso di ricoverati per infezioni respiratorie acute. Le patologie del sistema circolatorio sono in eccesso nella classe giovanile (20-29 anni) e nel complesso delle età 0-29 anni.

Gli unici deficit di rilievo si osservano per le patologie dell'apparato urinario nei vari sottogruppi, particolarmente nei giovani adulti (20-29 anni) e nella classe complessiva 0-29 anni.

Per quanto riguarda le patologie neoplastiche, si segnala un eccesso di ricoverati per tutti i tumori maligni tra i giovani adulti, e per i tumori del tessuto linfoemopoietico, leucemie e tumori dell'encefalo in età pediatrico-adolescenziale e nel complesso delle età (0-29 anni), sebbene tutte queste stime siano caratterizzate da incertezza associata a un numero ridotto di osservazioni.

Sezione anomalie congenite

I nati residenti nel sito nel periodo in studio 2012-2018 sono stati complessivamente 2.720; nello stesso periodo sono stati osservati 75 casi con anomalia congenita (AC) con una prevalenza pari a 275,7 per 10.000 nati. Il numero di casi osservati nell'area rispecchia il valore atteso (O/A: 98; IC90% 80-118). Non sono rilevabili risultati significativi per nessuno dei gruppi di AC considerati (**Tabella PIR_7**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Una breve contestualizzazione del sito, pur con tutta la cautela del caso, utile per meglio orientare la lettura dei dati è offerta dall'utilizzo della matrice *a priori* riferita a chimica e discariche.

PIR PIOLTELLO RODANO

Va ricordato come il polo chimico di Rodano, che si estendeva su di una superficie di 330.000 m², riconosca una storia lunga quanto travagliata proprio in relazione all'importante inquinamento provocato su diverse matrici ambientali e alla gestione di oltre 300.000 tonnellate di rifiuti, generati dai processi produttivi, conferiti in 3 grosse discariche abusive ubicate all'interno dello stabilimento. I fatti sono esitati in procedimenti penali e anche in una procedura d'infrazione da parte della Commissione europea che, nel 2004, si conclude con una condanna all'Italia per non aver dato seguito alla bonifica, nonostante il Tribunale di Milano ne avesse imposto l'esecuzione nel 1986. Le operazioni di bonifica si concludono solo nel 2011.

La Società italiana serie acetica sintetica (SISAS) viene avviata nel 1947 per la produzione della acetaldeide a partire dal *cracking* del metano che utilizzava il mercurio come catalizzatore che fu disperso in aria con le emissioni dell'inceneritore di stabilimento, nella falda e nei terreni. Le analisi di caratterizzazione condotte dal 1999 al 2003 hanno messi in luce bilanci di massa stimati a 27 tonnellate per il mercurio, 1.300 tonnellate per IPA contenuti nel nero fumo, oltre PCB, ftalati, cromo esavalente, triclorometano e tetracloroetilene. Nel 1977, la SISAS fu riconvertita nella produzione d'intermedi per diverse materie plastiche.¹ La caratterizzazione dell'area, che con la Legge del 23.12.2000, ha incluso i comuni di Pioltello e Rodano tra i siti di interesse nazionale, conferma una contaminazione di metalli, idrocarburi, PCB, benzene, cloruro di vinile e altre sostanze chimiche.²

Nel secondo Rapporto SENTIERI del 2011, che analizza la mortalità al periodo 1995-2002, si riporta un eccesso per il tumore del polmone sia nei maschi (SMR 106; IC95% 91-123) sia nelle femmine (SMR 105; IC95% (82-157), pur sempre con incertezza delle stime.³ Al proposito, si cita lo studio caso-controllo di popolazione sul tumore del polmone,⁴ che ha riscontrato un eccesso di rischio per chi aveva lavorato in SISAS pari a 5,6 (IC95% 1,9-16,2).

Nel Quinto Rapporto SENTIERI del 2019,⁵ che aggiorna la mortalità al periodo 2006-2013, l'SMR si appiattisce analogamente al SIR calcolato sulla finestra temporale 2006-2010 e all'SMR relativo al successivo periodo 2014-2018. L'ipotesi più verosimile è che l'eccesso di tumore del polmone catturato inizialmente all'osservazione abbia rappresentato la coda di un fenomeno in progressiva attenuazione correlabile con fonti emmissive non più attive riconducibili alla trasformazione del polo chimico, di cui gli IPA contenuti nel nerofumo conferito in discarica ne sarebbero traccia.

Si è già osservato che gli eccessi di mortalità per linfomi non Hodgkin non trovano riscontro nell'ospedalizzazione, talché la lettura del fenomeno diventa di difficile

valutazione. Appare, quindi, utile rifarsi anche all'ultimo dato d'incidenza disponibile riportato nel Quinto Rapporto SENTIERI⁵ che, per il periodo 2006-2010, riporta nei maschi un SIR di 132 (IC90% 36-140) accanto ad altri SIR, che, per quanto riferiti a piccoli numeri, tratteggiano alcune suggestioni per i tumori del sistema linfoematopoietico, quali leucemia mieloide con SIR di 185 (IC90% 92-333) solo nei maschi e leucemia mieloblastica con SIR di 211 (IC90% 92-417) nei maschi e SIR di 133 (IC90% 36-144) nelle femmine; parimenti, l'ospedalizzazione 2014-2018 per la leucemia linfatica con un SHR di 160 (IC90% 87-295) nelle femmine e un SHR di 137 (IC90% 62-306) nei maschi, nonché per la leucemia mieloide nelle femmine con un SHR di 144 (IC90% 81-255).

Meritano attenzione anche i tumori del sistema nervoso centrale segnalati tra i lavoratori degli impianti petrolchimici, che mostrano un SIR di 108 (IC90% 77-151) nei maschi e un SIR di 118 (IC90% 87-159) nelle femmine. La preesistenza di un inceneritore di stabilimento,¹ non incluso tra le fonti di esposizioni citate nei documenti del sito, in accordo con l'evidenza *a priori* attribuita agli inceneritori di prima generazione, potrebbe supportare un'ipotesi di associazione causale tra i PCB rilevati nelle analisi di caratterizzazione del sito² e l'eccesso di sarcomi dei tessuti molli nel genere femminile osservato nell'ospedalizzazione pur con imprecisione della stima basata soltanto su 6 casi (SHR 165; IC90% 85-318).

Per le leucemie, l'accordo di associazione potrebbe essere riferibile ai solventi organici, tra cui il benzene, anch'essi reperiti nelle matrici ambientali del sito.^{6,7}

Gli eccessi di malattie respiratorie, compresa l'asma, osservati a carico dell'apparato respiratorio possono, invece, essere compatibili con l'areodispersione di sostanze irritanti provenienti da discariche in concomitanza con l'inquinamento atmosferico prodotto da altre fonti. Questa osservazione sembra trovare ulteriore supporto nell'eccesso di ricoverati per infezioni respiratorie acute e per asma, osservato anche in età pediatrica, pediatrico-adolescenziale e tra i giovani adulti, come pure nel complesso delle età analizzate (0-29 anni). Gli eccessi per queste patologie erano stati già messi in evidenza nel precedente aggiornamento di SENTIERI per il periodo 2006-2013.⁵

È verosimile che un contributo importante a questo quadro sia fornito anche dal particolare livello di privazione sociale della popolazione che genera i casi.

In merito alle raccomandazioni possibili, oltre all'ovvia esigenza di continuare a monitorare una popolazione residente particolarmente deprivata, fruendo auspicabilmente anche dell'incidenza oncologica garantita dalla rete nazionale dei registri tumori che faceva capo ad AIRTUM, vale la pena di aggiungere qualcosa di ulteriore, pur considerando che la bonifica del sito appare conclusa.

PIR PIOLTELLO RODANO

Eventi patologici “traccianti” e relativamente rari, come i sarcomi dei tessuti molli (non solo periferici come quelli analizzati dai rapporti Sentieri ma anche viscerali d'organo), i mesoteliomi⁸ e le leucemie, suggestivi di correlazione con alcuni contaminanti specifici del sito, potrebbero essere oggetto di inchieste, limitate a casi incidenti singoli e più recenti, che ricostruiscano storie abitative e/o professionali da utilizzate come proxy di gradienti di esposizione ambientale da collocare all'interno di *cut-off* temporali scanditi su alcuni passaggi significativi della storia industriale del polo chimico. La finalità di sanità pubblica sarebbe quella di accertare la disconnessione tra tali eventi, peraltro dotati di diverso grado di latenza, ed esposizioni ambientali prodotte dalla SISAS che si sono succedute e prolungate nel tempo. In quest'ottica, particolare attenzione meriterebbero le forme neoplastiche infantili e giovanili (0-29 anni) che hanno mostrato eccessi evidenti, pur nell'incertezza delle stime, relativamente all'incidenza calcolata sul periodo 2006-2010 nel Quinto Rapporto SENTIERI, cui si rimanda. Al riguardo, il presente aggiornamento, seppur limitato dall'indisponibilità dei dati di incidenza neoplastica, mostra un eccesso di ricoverati per tutti i tumori maligni tra i giovani adulti (20-29 anni), e per i tumori del tessuto linfomatopoiético e leucemie e per tumori dell'encefalo in età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni) e nel complesso delle età (0-19 anni), sebbene le stime siano caratterizzate da ampia incertezza dovuta al basso numero di osservazioni. Infine, se fosse materialmente possibile, sarebbe utile

riprendere lo studio caso-controllo sul tumore del polmone⁴ per verificare l'eventuale variazione del rischio calcolato soltanto rispetto all'esposizione professionale, e controllato per il solo fumo di tabacco, in funzione delle storie abitative di casi e controlli.

Le criticità nel profilo di salute descritte per la popolazione residente in questo sito confermano l'opportunità di proseguire la sorveglianza epidemiologica nella popolazione generale e nelle classi di età pediatriche e giovanili, nonché approfondire ipotesi di ricerca eziologiche rispetto al ruolo di fattori di rischio ambientali.

Bibliografia

1. Bianchini F. Indici di rischio per la caratterizzazione della contaminazione dell'area ex-SISAS nei comuni di Pioltello e Rodano (MI). Tesi di laurea, Facoltà di Scienze e Tecnologie Università degli Studi di Milano, AA 2005-2006.
2. Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 31.08.2001. Perimetrazione sito di interesse nazionale Pioltello e Rodano.
3. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6):113-14.
4. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans. IARC Monographs Volumes 1-132^a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022).
5. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:64-66.
6. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
7. Fazzo L, Minichilli F, Santoro M et al. Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environ Health* 2017;16(1):107.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

PIR PIOLTELLO RODANO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 739 | 100 (95-107) | 649 | 94 (89-101) |
| Tutti i tumori maligni | 256 | 93 (84-103) | 216 | 102 (92-115) |
| Malattie del sistema circolatorio | 205 | 97 (86-108) | 196 | 85 (75-95) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 63 | 112 (91-138) | 45 | 99 (77-126) |
| Malattie dell'apparato digerente | 32 | 116 (87-154) | 23 | 94 (67-133) |
| Malattie dell'apparato urinario | 11 | 94 (57-153) | 11 | 88 (54-143) |

Tabella PIR_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIR_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 16 | 87 (58-131) | 10 | 89 (53-148) |
| Tumori maligni del colon retto | 26 | 98 (71-135) | 23 | 113 (80-158) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 15 | 66 (43-101) | 8 | 76 (43-135) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 6 | 60 (31-115) | 4 | 133 (60-297) |
| Linfomi non Hodgkin | 12 | 146 (91-234) | 9 | 141 (82-242) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 63 | 112 (91-138) | 45 | 99 (77-126) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella PIR_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIR_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 5.692 | 103 (101-105) | 5.378 | 105 (103-107) |
| Tutti i tumori maligni | 644 | 99 (93-106) | 530 | 92 (86-99) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.384 | 108 (103-113) | 955 | 117 (111-124) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 983 | 109 (103-115) | 720 | 107 (100-113) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.234 | 102 (98-107) | 827 | 106 (100-112) |
| Malattie dell'apparato urinario | 335 | 93 (85-102) | 221 | 92 (83-103) |

Tabella PIR_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIR_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 23 | 99 (70-139) | 15 | 103 (67-157) |
| Tumori maligni del colon retto | 64 | 104 (85-128) | 44 | 92 (72-118) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 34 | 112 (85-149) | 8 | 70 (40-125) |
| Tumori maligni del testicolo | 8 | 80 (45-141) | | |
| Tumori maligni della vescica | 82 | 96 (80-115) | 23 | 112 (80-158) |
| Linfomi non Hodgkin | 22 | 93 (66-132) | 19 | 104 (71-151) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 983 | 109 (103-115) | 720 | 107 (100-113) |
| Asma | 56 | 246 (197-306) | 39 | 191 (147-248) |

Tabella PIR_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIR_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

PIR PIOLTELLO RODANO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|----------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 5 | 108 (53-223) | 11 | 155 (95-253) | 11 | 120 (73-196) | 9 | 156 (91-268) | 20 | 134 (93-193) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 183 (82-408) |
| Tumori del sistema nervoso centrale | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 774 (309-1937) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 302 (121-755) |

Tabella PIR_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIR_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 570 | 133 (124-142) | 1.772 | 124 (119-129) | 2.094 | 121 (117-125) | 601 | 98 (92-105) | 2.680 | 115 (112-119) |
| Malattie infettive e parassitarie | 73 | 181 (149-219) | 293 | 179 (162-197) | 311 | 176 (160-193) | 18 | 84 (57-123) | 329 | 166 (151-182) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 8 | 109 (61-193) | 12 | 111 (69-177) | 14 | 122 (79-188) | 26 | 117 (85-162) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 3 | 217 (87-544) | 3 | 178 (71-446) | <3 | | 4 | 164 (74-366) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | <3 | | 5 | 111 (54-228) | 3 | 102 (41-255) | 8 | 109 (61-193) |
| Linfomi | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 70 (28-175) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 112 (45-281) |
| Leucemie | | | <3 | | 4 | 154 (69-342) | <3 | | 5 | 157 (76-322) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | 3 | 147 (59-369) | <3 | | 4 | 169 (76-377) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 25 | 93 (67-129) | 48 | 95 (75-120) | 66 | 141 (116-173) | 114 | 118 (101-137) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 337 | 137 (125-150) | 353 | 139 (127-152) | 15 | 130 (85-198) | 368 | 138 (127-151) |
| Asma | | | 66 | 258 (211-316) | 69 | 260 (213-317) | <3 | | 71 | 254 (209-309) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 244 | 140 (126-155) | 295 | 131 (119-144) | 101 | 96 (81-112) | 395 | 120 (110-130) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 42 | 90 (70-116) | 46 | 84 (66-107) | 14 | 61 (40-95) | 60 | 78 (63-96) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 269 | 140 (127-155) | | | | | | | | |

Tabella PIR_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIR_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

PIR PIOLTELLO RODANO

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 75 | 275,7 | 98 | (80-118) |
| Sistema nervoso | 8 | 29,4 | 144 | (71-263) |
| Cuore | 24 | 88,2 | 91 | (63-128) |
| Cuore severo | < 3 | | | |
| Palato-labbro | 4 | 14,7 | 115 | (39-266) |
| Apparato digerente | 3 | 11,0 | 53 | (14-137) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 10 | 36,8 | 106 | (57-180) |
| Genitali | 5 | 18,4 | 70 | (27-147) |
| Arti | 11 | 40,4 | 113 | (63-188) |
| Cromosomiche | 10 | 36,8 | 82 | (44-139) |

Tabella PIR_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento Area Metropolitana di Milano, 2012-2018.

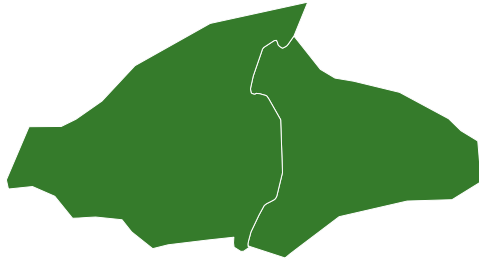
Table PIR_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Reference: Metropolitan Area of Milan, 2012-2018.



SES



SESTO SAN GIOVANNI (MI)



2
COMUNI

I COMUNI DEL SITO

- Sesto San Giovanni
- Cologno Monzese

128 706
ABITANTI
Censimento 2019

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'industria siderurgica (S) e di una discarica (D).

Uno dei due Comuni del sito, Cologno Monzese, ha un alto livello di deprivazione.

Il 55% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 11,7/100.000 casi (-4,3%) nei maschi e di 13,1/100.000 casi (-8,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Si osservano, in entrambi i generi, difetti per la mortalità generale e per le malattie cardiovascolari; per le femmine, per i tumori maligni e per le malattie dell'apparato respiratorio (**Tabella SES_1**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata con le *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, si osservano difetti per entrambi i sessi per i tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici, solo per la popolazione femminile per tutti i tumori maligni, per le malattie dell'apparato respiratorio e per insufficienza renale cronica. Si osserva, nei maschi, un eccesso di mortalità per tumore del polmone mentre per le femmine il dato non si discosta dall'atteso (**Tabella SES_2**).

■ **Ospedalizzazione.** Si osserva un eccesso di rischio a carico della popolazione maschile per le malattie dell'apparato circolatorio e un difetto di rischio per quelle dell'apparato urinario nella popolazione femminile (**Tabella SES_3**). Tra le patologie con evidenza *a priori* con *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, si evince, nella popolazione femminile, un eccesso di rischio per i tumori della mammella

la e un difetto per i tumori del fegato. Un difetto di rischio per tumore della prostata, un eccesso di rischio per tumori della vescica, a stima incerta per i tumori della mammella, malattie polmonari croniche e asma si osservano nella popolazione maschile, mentre l'eccesso di rischio per malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali coinvolge entrambi i generi (**Tabella SES_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale è in difetto rispetto all'atteso nel primo anno di vita e nei giovani (20-29 anni) e in eccesso in età 0-14 e 0-19 anni, sebbene tutte le stime siano caratterizzate da incertezza (**Tabella SES_5**). Il deficit in età giovanile per la mortalità generale è riferito al genere maschile (3 casi, SMR 25; IC90% 10-62), mentre tra le femmine si rileva in eccesso (8 casi, SMR 185; IC90% 104-328). Anche i decessi per tutti i tumori in età 20-29 anni sono in eccesso tra le sole femmine (3 casi, SMR 265; IC90% 106-662), mentre nessun caso è osservato tra i maschi.

Dei 7 decessi osservati per tutti i tumori nel complesso delle età 0-29 anni, 5 sono rilevati tra le femmine e sono in eccesso rispetto all'atteso (SMR 215; IC90% 105-442).

■ **Ospedalizzazione.** Eccessi di ricoverati per tutte le cause naturali e per malattie infettive e parassitarie sono evidenti in tutte le classi di età, tranne nei giovani adulti (**Tabella SES_6**). Nel primo anno di vita, si rileva un eccesso di ricoverati anche per le condizioni morbose di origine perinatale.

In età pediatrica, si osservano eccessi di ricoverati per i tumori del sistema nervoso centrale, infezioni respiratorie acute, asma, malattie dell'apparato digerente e del sistema circolatorio. In età 0-19 anni, il profilo di ospedalizzazione presenta eccessi per le stesse patologie osservati in età pediatrica.

Tra i giovani adulti (20-29 anni), si riscontra un eccesso di ricoverati per tutti i tumori tra i maschi (23 di 34 casi, SHR 131; IC90% 93-185), per i tumori del tessuto linfomatopoiatico, in particolare nel genere maschile (12 su 15 casi, SHR 279; IC90% 174-447), che comprende un eccesso sia per i linfomi non Hodgkin (6 maschi su 7 casi, SHR 291; IC90% 151-563) sia per le leucemie (4 maschi su 5 casi, SHR 393; IC90% 177-876), soprattutto mieloidi (3 maschi su 4 casi, SHR 720; IC90% 288-1801).

Sull'insieme delle età (0-29 anni), si conferma l'eccesso di malattie circolatorie osservato in età pediatrico-adolescenziale. Si conferma, inoltre, l'eccesso di tumori del tessuto linfomatopoiatico tra i maschi con 18 dei 26 casi osservati (SHR 164; IC90% 111-241), che comprende un eccesso sia per i linfomi non Hodgkin (9 maschi su 12 casi, SHR 223; IC90% 130-384) sia per le leucemie mieloidi (4 maschi su 5 casi, SHR 327; IC90% 147-729).

SES SESTO SAN GIOVANNI

Sezione anomalie congenite

I nati da madri residenti nel sito nel periodo in studio 2012-2018 sono stati complessivamente 7.807; nello stesso periodo, sono stati osservati 193 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 247.2 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC è significativamente inferiore a quella della provincia di Milano (O/A 88; IC90% 77-99). Tra tutti i gruppi di AC considerati, unico dato significativo è un difetto di casi con anomalie del tratto urinario (Tabella SES_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Si confermano i difetti di rischio per la mortalità generale messe in evidenza nella precedente edizione di SENTIERI¹ in entrambi i generi e, più in generale, si confermano i profili di rischio per i grandi gruppi di cause. Per quanto riguarda la mortalità per le cause con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con le esposizioni ambientali presenti nel sito, si riscontra l'eccesso di rischio per la popolazione maschile per il tumore del polmone. L'analisi per classi di età e genere rivela, tra le femmine in età giovanile, un eccesso della mortalità generale (20-29 anni: 8 casi, SMR 185; IC90% 104-328) e per tutti i tumori (3 casi, SMR 265; IC90% 106-662). I decessi per tutti i tumori sono in eccesso tra le femmine anche sull'insieme di età 0-29 anni (5 casi, SMR 215; IC90% 105-442).

Per quanto riguarda l'eccesso di rischio di ospedalizzazione per il tumore della mammella nella popolazione femminile e per il tumore della vescica in quella maschile messi in evidenza in questa analisi, si confermano i risultati della precedente edizione di Sentieri. L'eccesso di rischio di ospedalizzazione per tumori della mammella nella popolazione maschile segnalato da questa analisi non era stato precedentemente rilevato. Non si confermano, invece, gli eccessi di rischio di ospedalizzazione per malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi osservati nella precedente edizione.

In uno studio sull'incidenza delle malattie neoplastiche nel periodo 2007-2013 condotto sull'area del sito e sviluppato con gli stessi metodi di SENTIERI,² è stato riscontrato un eccesso di rischio per tumore della mammella nella popolazione femminile in accordo con il dato presentato in questo volume per l'eccesso di rischio di ospedalizzazioni per la stessa neoplasia. Lo stesso studio ha messo in luce un eccesso di rischio per neoplasie del polmone nella popolazione femminile, ma non in quella maschile, mentre l'attuale analisi osserva eccessi di rischio nella popolazione maschile e non in quella femminile. Questa differenza di esito potrebbe trovare ragione nel differente periodo temporale considerato, mentre la constatazione che gli eccessi di neoplasie polmonari siano stati rilevati in entrambe le indagini rafforza la sussistenza di tale rischio sul territorio. Il sopra richiamato studio d'incidenza ha identificato un eccesso di

rischio per le neoplasie della vescica nella popolazione maschile e anche per leucemie, che, però, a differenza del primo, non è stato colto da questa analisi verosimilmente per il diverso periodo temporale considerato e per le diverse fonti informative utilizzate: le ospedalizzazioni per questa analisi e un registro tumori di popolazione per lo studio.

Le analisi per sottoclassi di età mostrano diverse criticità potenzialmente associate alle fonti di contaminazione nel sito. In età pediatrico-adolescenziale, si osservano eccessi di ricoverati per infezioni respiratorie acute e asma, già osservati nel precedente Rapporto¹ e per malattie del sistema circolatorio.

Non segnalati nel precedente Rapporto, tra i giovani adulti (20-29 anni) si riscontrano eccessi di ricoverati per tutti i tumori tra i maschi (23 di 34 casi, SHR 131; IC90% 93-185), che includono un eccesso sia per i linfomi non Hodgkin sia per le leucemie. Queste ultime cause sono in eccesso anche sull'insieme delle età (0-29 anni).

Per quanto riguarda le AC, un precedente studio descrittivo relativamente al periodo 2012-2014 condotto nel sito aveva permesso di osservare eccessi delle AC del sistema digerente, di orecchio, faccia e collo e delle anomalie cromosomiche,² non confermati nel presente aggiornamento all'anno 2018. Questo risultato potrebbe anche essere una conseguenza del consolidamento delle attività Registro delle AC della ATS di Milano in termini di accuratezza e completezza della casistica validata. In particolare, il dato sulle anomalie cromosomiche risulta più accurato per effetto dello sviluppo e dell'implementazione da parte del Registro di uno specifico algoritmo per la ricerca attiva nei sistemi informativi correnti di casi con questa tipologia di anomalie.³ La prevalenza più bassa delle AC del sistema urinario conferma, invece, l'osservazione del precedente studio.

Da notare che la pesante deindustrializzazione avvenuta nei comuni facenti parte del sito ha comportato un ricambio importante della popolazione residente, come rilevato anche dalle statistiche demografiche del comune di Sesto San Giovanni.⁴ Questo fenomeno complica la valutazione dello stato di salute della popolazione riferito soprattutto a esposizioni pregresse e potrebbe aver causato una sottostima dei rischi rilevati.

Al fine di valutare i possibili effetti sanitari degli inquinanti prodotti dalle attività che hanno portato un'area a essere identificata come SIN, è importante verificare se tali inquinanti siano ancora presenti nelle matrici ambientali. A questo proposito, nella relazione del 2018 sullo stato di contaminazione delle acque sotterranee dell'area ex Falk redatta da ARPA Lombardia⁵ è documentata la presenza di tetracloroetilene, tricloroetano, dicloroetilene, Cromo VI, arsenico, piombo e altri inquinanti, che potrebbe spiegare parte dell'eccesso di patologie renali osservate da confermarsi con studi analitici. Tra il 2018 e il 2020, sono stati altresì pubblicati tre studi (Pollicino et al.,⁶ Alberti et al.,⁷ Pollicino

SES SESTO SAN GIOVANNI

et al.⁸) che hanno caratterizzato la contaminazione da tetracloroetilene in un'area che include il sito in oggetto. L'area ex-Falck rappresenta la parte più consistente del sito ed è destinata a ospitare la Città della salute e della ricerca, composta prevalentemente dall'Istituto nazionale dei tumori e dall'Istituto neurologico Besta. Visti gli eccessi di rischio riscontrati, la consistenza di questi studi con studi precedenti, la presenza di inquinanti come rilevati dalle indagini citate, la numerosità della popolazione residente nel sito e la destinazione a uso sanitario dell'area ex-Falk, si raccomanda la ripetizione di campagne di monitoraggio degli inquinanti e l'applicazione di metodiche già disponibili come quelle descritte da Pollicino et al.⁵ che permettono l'identificazione delle aree più suscettibili alla contaminazione. Si raccomanda, inoltre, la rivalutazione della nuova destinazione sanitaria dell'area in relazione ai risultati delle campagne di monitoraggio e dello stato di salute della popolazione, soprattutto in riferimento agli eccessi di rischio già rilevati, attraverso approfondimenti che comprendano l'implementazione di attività di sorveglianza epidemiologica anche per le classi di età pediatrico-adolescenti e giovanili.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:67-69.
2. Murtas R, Andreano A, Greco MT, Tunesi S, Russo AG. Cancer incidence and congenital anomalies evaluation in the contaminated sites of Sesto San Giovanni – the SENTIERI Project. *Ann Ist Super Sanita* 2019;55(4):345-50.
3. Greco MT, Russo AG. Identifying chromosomal anomalies using current health database: the Registry of Congenital Anomalies of Milan (Lombardy Region, Northern Italy). *Epidemiol Prev* 2021;45(3):196-204.
4. Popolazione Sesto San Giovanni 2001-2021. Disponibile all'indirizzo: <https://www.tuttitalia.it/lombardia/68-sesto-san-giovanni/statistiche/popolazione-andamento-demografico/>
5. ARPA Lombardia. Sito di interesse nazionale di Sesto San Giovanni (MI). RELazione sullo stato di contaminazione delle acque sotterranee. Campagne di monitoraggio di Marzo e Settembre 2018. Disponibile all'indirizzo: <https://www.arpalombardia.it/sites/DocumentCenter/Documents/SIN%20Sesto%20San%20Giovanni/Relazione-acque-sotterranee-2018.pdf>
6. Pollicino LC, Colombo L, Alberti L, Masetti M. PCE point source apportionment using a GIS-based statistical technique combined with stochastic modelling. *Sci Total Environ* 2021;750:142366.
7. Alberti L, Colombo L, Formentin G. Null-space Monte Carlo particle tracking to assess groundwater PCE (Tetrachloroethene) diffuse pollution in north-eastern Milan functional urban area. *Sci Total Environ* 2018;621:326-39.
8. Pollicino LC, Colombo L, Formentin G, Alberti L. Stochastic modelling of solute mass discharge to identify potential source zones of groundwater diffuse pollution. *Water Res* 2021;200:117240.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 2.943 | 95 (92-98) | 2.978 | 90 (87-93) |
| Tutti i tumori maligni | 1.077 | 97 (92-102) | 826 | 90 (85-96) |
| Malattie del sistema circolatorio | 836 | 89 (84-95) | 960 | 81 (76-85) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 233 | 91 (82-101) | 203 | 87 (77-97) |
| Malattie dell'apparato digerente | 113 | 100 (86-117) | 114 | 98 (84-114) |
| Malattie dell'apparato urinario | 52 | 96 (76-120) | 64 | 100 (81-123) |

Tabella SES_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SES_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.077 | 97 (92-102) | 826 | 90 (85-96) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 73 | 82 (67-99) | 32 | 67 (50-90) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 320 | 114 (104-125) | 120 | 99 (85-115) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 6 | 102 (53-197) | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 157 | 102 (89-116) |
| Mesotelioma maligno della prostata | 85 | 114 (95-136) | | |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni del rene | 21 | 75 (53-107) | 13 | 79 (50-124) |
| Tumori maligni della vescica | 34 | 79 (59-104) | 17 | 122 (82-182) |
| Linfomi non Hodgkin | 34 | 103 (78-136) | 26 | 91 (66-126) |
| Leucemie | 33 | 89 (67-119) | 29 | 106 (78-144) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 233 | 91 (82-101) | 203 | 87 (77-97) |
| Malattie respiratorie acute | <3 | | <3 | |
| Malattie polmonari croniche | 113 | 95 (81-111) | 76 | 85 (70-103) |
| Asma | <3 | | <3 | |
| Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali | <3 | | <3 | |
| Insufficienza renale cronica | 23 | 114 (81-161) | 12 | 61 (38-97) |

Tabella SES_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SES_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

SES SESTO SAN GIOVANNI

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 18.191 | 100 (99-101) | 18.069 | 101 (99-102) |
| Tutti i tumori maligni | 2.488 | 103 (100-107) | 2.228 | 101 (98-105) |
| Malattie del sistema circolatorio | 4.899 | 105 (102-107) | 3.446 | 101 (98-104) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.986 | 99 (96-102) | 2.313 | 96 (93-100) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3.977 | 100 (98-103) | 2.812 | 102 (99-105) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.298 | 102 (97-107) | 843 | 94 (89-99) |

Tabella SES_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SES_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.488 | 103 (100-107) | 2.228 | 101 (98-105) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 112 | 100 (86-117) | 28 | 59 (43-80) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 264 | 108 (97-119) | 118 | 98 (85-114) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 14 | 82 (53-127) | 10 | 76 (45-127) |
| Tumori maligni della mammella | 12 | 160 (100-256) | 764 | 112 (105-119) |
| Tumori maligni della prostata | 223 | 61 (55-68) | | |
| Tumori maligni del testicolo | 27 | 91 (67-125) | | |
| Tumori maligni del rene | 79 | 89 (74-108) | 46 | 103 (81-131) |
| Tumori maligni della vescica | 400 | 122 (112-132) | 86 | 103 (86-123) |
| Linfomi non Hodgkin | 96 | 117 (99-138) | 61 | 88 (71-109) |
| Leucemie | 40 | 95 (73-123) | 39 | 119 (91-154) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.986 | 99 (96-102) | 2.313 | 96 (93-100) |
| Malattie respiratorie acute | 1.292 | 101 (97-106) | 1.053 | 99 (94-104) |
| Malattie polmonari croniche | 319 | 129 (118-142) | 208 | 110 (98-123) |
| Asma | 83 | 129 (108-154) | 71 | 110 (91-134) |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 401 | 109 (101-119) | 297 | 111 (101-123) |
| Insufficienza renale cronica | 152 | 92 (80-105) | 91 | 94 (79-112) |

Tabella SES_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento Area Metropolitana di Milano, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SES_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Reference: Metropolitan Area of Milan, 2014-2018. Males and females

SES SESTO SAN GIOVANNI

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 12 | 92 (57-147) | 20 | 103 (71-148) | 27 | 109 (79-149) | 11 | 67 (41-110) | 38 | 92 (71-120) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 4 | 135 (61-301) | 3 | 102 (41-255) | 7 | 119 (64-219) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 8 | 110 (62-195) | | | | | | | | |

Tabella SES_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SES_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.455 | 117 (112-123) | 4.428 | 115 (112-118) | 5.180 | 112 (109-114) | 1.707 | 99 (95-103) | 6.841 | 108 (106-111) |
| Malattie infettive e parassitarie | 168 | 144 (127-164) | 578 | 131 (122-140) | 612 | 129 (121-138) | 61 | 100 (81-124) | 673 | 126 (118-134) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 21 | 109 (76-155) | 29 | 103 (76-139) | 34 | 103 (78-137) | 61 | 101 (81-124) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 9 | 249 (145-427) | 9 | 205 (119-352) | <3 | | 9 | 137 (80-236) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 8 | 98 (55-174) | 11 | 94 (57-153) | 15 | 180 (118-274) | 26 | 131 (95-181) |
| Linfomi | | | 4 | 159 (71-354) | 7 | 137 (74-253) | 10 | 149 (89-249) | 17 | 146 (98-217) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 4 | 128 (58-286) | 6 | 115 (59-222) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 3 | 155 (62-387) | 5 | 150 (73-308) | 7 | 174 (95-322) | 12 | 165 (103-264) |
| Leucemie | | | 4 | 70 (31-155) | 5 | 73 (36-151) | 5 | 296 (144-609) | 10 | 118 (71-198) |
| Leucemia linfoide | | | 3 | 65 (26-162) | 4 | 75 (34-168) | <3 | | 5 | 80 (39-165) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 4 | 530 (238-1180) | 5 | 222 (108-457) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 99 | 140 (119-165) | 165 | 125 (110-142) | 148 | 112 (98-129) | 312 | 119 (108-130) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 804 | 119 (113-127) | 832 | 120 (113-127) | 34 | 104 (79-138) | 866 | 119 (112-126) |
| Asma | | | 101 | 148 (126-174) | 103 | 146 (124-171) | 7 | 174 (94-321) | 110 | 147 (126-172) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 513 | 111 (103-120) | 636 | 108 (101-115) | 289 | 97 (88-106) | 923 | 104 (99-110) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 126 | 99 (85-114) | 141 | 95 (83-109) | 58 | 90 (72-111) | 198 | 93 (83-105) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 678 | 122 (115-130) | | | | | | | | |

Tabella SES_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SES_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

SES SESTO SAN GIOVANNI

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 193 | 247,2 | 88 | (77-99) |
| Sistema nervoso | 16 | 20,5 | 101 | (63-154) |
| Cuore | 63 | 80,7 | 83 | (66-103) |
| Cuore severo | 17 | 21,8 | 88 | (56-133) |
| Palato-labbro | 10 | 12,8 | 100 | (54-172) |
| Apparato digerente | 16 | 20,5 | 98 | (61-150) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 15 | 19,2 | 55 | (34-86) |
| Genitali | 21 | 26,9 | 102 | (68-148) |
| Arti | 21 | 26,9 | 75 | (50-109) |
| Cromosomiche | 41 | 52,5 | 117 | (88-153) |

Tabella SES_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento Area Metropolitana di Milano, 2012-2018.

Table SES_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Reference: Metropolitan Area of Milan, 2012-2018.



Nord-Est



VENETO

epi

VEN



VENEZIA (PORTO MARGHERA)



1
COMUNE

258 685
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

• Venezia

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di di impianti chimici (C), petrolchimico e raffineria (P&R), metallurgia, elettrometallurgia, meccanica, produzione di energia (E), area portuale (AP) e discariche (D).

Il Comune di Venezia ha un livello medio di deprivazione. Il 50,8% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 56,8/100.000 casi (+22%) nei maschi e di 29,1/100.000 casi (+19,5%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale, per tutti i tumori maligni, per le malattie del sistema circolatorio e dell'apparato digerente è in eccesso in entrambi i generi, sulla base di stime incerte per le malattie dell'apparato digerente tra le femmine. La mortalità per malattie dell'apparato urinario è in difetto nella popolazione femminile e in linea con l'atteso tra i maschi; le malattie dell'apparato respiratorio sono in difetto nella popolazione maschile e in linea con l'atteso tra le femmine (**Tabella VEN_1**).

La mortalità per tutte le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito è risultata in eccesso nella popolazione femminile, tranne la mortalità per tumori gastrici, in linea con l'atteso, e del tessuto connettivo e dei tessuti molli e per i linfomi non Hodgkin, in difetto rispetto all'atteso. Anche tra i maschi la mortalità per tumori gastrici è in linea con l'atteso, mentre è in difetto la mortalità per le malattie respiratorie nel loro complesso e per le malattie respiratorie acute, in particolare; nella popolazione maschile la mortalità per le altre patologie *a priori* è in eccesso. In partico-

lare, è in eccesso in entrambi i generi la mortalità per tutti i tumori, per i tumori del colon retto, del fegato e del polmone, i mesoteliomi pleurici (su stime incerte tra le femmine), i tumori della vescica (stime incerte tra le femmine) e le leucemie (**Tabella VEN_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali nel loro insieme è in linea con l'atteso sia nella popolazione maschile sia in quella femminile. Eccessi del numero dei ricoverati per tutti i tumori maligni e per le malattie del sistema circolatorio si sono osservati in entrambi i generi. Tra le sole femmine, è in eccesso l'ospedalizzazione per malattie respiratorie, in linea con l'atteso nella popolazione maschile. Il numero dei ricoverati di entrambi i generi per malattie degli apparati digerente e urinario è, rispettivamente, in linea e in difetto rispetto alla popolazione di riferimento (**Tabella VEN_3**).

L'ospedalizzazione per la maggior parte delle patologie *a priori* è in eccesso sia nella popolazione maschile sia in quella femminile, in linea con quanto osservato nell'analisi della mortalità. In particolare, l'ospedalizzazione è in eccesso in entrambi i generi per tutti i tumori, i tumori del colon retto, del fegato e del polmone, per i tumori maligni della pleura (stime incerte tra le femmine), della mammella (stime incerte tra i maschi) e della vescica e per le malattie polmonari acute (sulla base di stime incerte sia tra i maschi sia tra le femmine). Nella popolazione maschile, il numero dei ricoverati è in linea con l'atteso per i tumori del tessuto connettivo e dei tessuti molli, per le leucemie e le malattie respiratorie nel loro complesso; l'ospedalizzazione per l'asma è in difetto. Tra le femmine, le patologie *a priori* risultate in linea o in difetto come diagnosi principale di ricovero sono: i tumori dello stomaco e del tessuto connettivo e dei tessuti molli, i linfomi non Hodgkin e l'asma (queste ultime in accordo con quanto osservato nella popolazione maschile) (**Tabella VEN_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale è in eccesso con stime incerte nel primo anno di vita e nelle fasce di età pediatrico-adolescenziali, mentre risulta in difetto in età giovanile (20-29 anni) (**Tabella VEN_5**).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali risulta in difetto in tutte le sottoclassi di età, con stima incerta tra i giovani (20-29 anni). Nel primo anno di vita, si rileva un difetto anche per le condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella VEN_6**).

In età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, si registra un difetto di ricoverati per tutti i tumori maligni, per le infezioni respiratorie acute, per asma e per le malattie dell'apparato digerente, queste ultime con stima incerta in età 0-14 anni.

In età giovanile, si osserva un eccesso di ricoverati per

VEN VENEZIA (PORTO MARGHERA)

malattie del sistema circolatorio e per tutti i tumori tra i maschi (48 casi, SHR 132; IC90% 104-167) (dati non in tabella); tra i giovani (20-29 anni) si rileva, sui due generi, un eccesso anche per leucemie linfoidi e un difetto per le infezioni respiratorie acute e per asma, quest'ultimo con stima incerta.

Si segnala che i ricoveri per le malattie infettive e parassitarie sono in difetto nelle diverse classi di età, tranne che tra i giovani (20-29 anni), tra i quali la stima appare incerta.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito è costituito dal comune di Venezia e l'area si estende per circa 5.730 ettari, inclusa una parte in laguna. L'inizio delle attività industriali nell'area risale intorno al 1925, con il massimo dell'attività produttiva nel 1965, quando risultano impiegate circa 3.300 persone.¹

L'intera area del sito è interessata da una diffusa contaminazione complessa di diverse sostanze. Campagne di monitoraggio ambientale del suolo hanno messo in evidenza la presenza di cancerogeni alifatici, sostanze clorate, idrocarburi e diossine, in particolare nelle aree che in passato ospitavano raffinerie e petrolchimici. Sono state documentate emissioni industriali in atmosfera di diversi composti, quali ossidi di azoto, diossidi di zolfo, diossine, composti organici volatili, cloro e suoi composti, cloruro di vinile monomero, acrilonitrile e ammoniaca. Nelle ultime decadi, le emissioni di questi inquinanti sono diminuite per una maggiore attenzione ambientale e progressiva *de-commissioning* della maggior parte delle attività.¹

Nel 2020, è stato pubblicato uno studio epidemiologico sullo stato di salute dei soggetti residenti per almeno 10 anni nei singoli quartieri della città di Venezia. Sono stati analizzati diversi flussi informativi sanitari, quali la mortalità, le schede di dimissione ospedaliera, il Registro tumori, le esenzioni dei ticket sanitari e le prescrizioni di farmaci, grazie alla disponibilità, fin dagli anni Novanta, del Sistema epidemiologico integrato di Venezia (SEIVE).¹ Lo studio ha messo in luce, nel periodo 2000-2014, un generale miglioramento dello stato di salute nell'intero comune, con una diminuzione delle differenze tra le diverse aree, seppure permangono alcuni eccessi nel quartiere di Marghera, rispetto alle altre zone. L'area di Marghera è stata identificata come quella maggiormente interessata dalle emissioni delle attività industriali presenti nel sito. In particolare, vengono segnalati a Marghera i più alti tassi di mortalità per tutti i tumori e per tumore polmonare, in aumento negli ultimi anni e, tra i soli maschi, per malattie respiratorie e per mesotelioma pleurico; inoltre, viene rilevato un eccesso a Marghera della mortalità per malattie cardiovascolari tra le femmine. La prevalenza di asma nella popolazione di fascia di età inferiore a 35 anni è in leggero au-

mento ovunque e non si osservano differenze tra le diverse aree della città; non si notano differenze tra aree neanche per la prevalenza di malattie polmonari cronico-ostruttive nella popolazione di età superiore ai 35 anni. A Marghera, invece, è più alta la prevalenza di diabete mellito, rispetto alle altre aree, malattia in leggero aumento ovunque nel periodo di osservazione.¹

Nella presente analisi, la mortalità nel periodo 2013-2017 per tumore polmonare e per mesotelioma pleurico è risultata in eccesso nella popolazione di entrambi i generi residente nell'intero sito, che, si ricorda, è costituito dal comune di Venezia. È risultata in eccesso in entrambi i generi anche l'ospedalizzazione per tumore polmonare. Lo studio analitico sopra menzionato ha messo in evidenza che l'eccesso di mortalità per queste due patologie tocca particolarmente la popolazione maschile della località di Marghera, maggiormente interessata dalle emissioni del polo industriale.¹

La mortalità e l'ospedalizzazione per le malattie respiratorie nel loro complesso sono in linea con l'atteso, mentre la mortalità per le malattie polmonari croniche e l'asma sembrano interessare in particolare la popolazione femminile: la mortalità per malattie polmonari croniche è in difetto tra i maschi (207 casi, SMR 82; IC90% 73-92) e in eccesso, sulla base di stime incerte, tra le femmine (216 casi, SMR 110; IC90% 99-123), mentre l'ospedalizzazione è in eccesso in entrambi i generi (● maschi: 471 casi, SHR 113; IC90% 105-122 ● femmine: 444 casi, SHR 116; IC90% 108-126). L'asma nella popolazione generale è risultata in difetto come diagnosi principale di ricovero in entrambi i generi e in eccesso come causa di decesso tra la sola popolazione femminile. In età pediatrica (0-14 anni), pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), giovanile (20-29 anni) e nell'insieme (0-29 anni) si registra un difetto di ricoverati per le infezioni respiratorie acute e per asma, quest'ultima con stima incerta tra i giovani.

Tra le malattie circolatorie, la cui mortalità e ospedalizzazione sono in eccesso in entrambi i generi, le malattie ischemiche del cuore sono in eccesso nell'analisi di mortalità tra le sole femmine (● maschi: 911 casi, SMR 102; IC90% 96-107 ● femmine: 986 casi, SMR 105; IC90% 100-111), a fronte di una mortalità per malattia ipertensiva (fattore di rischio per le malattie cardiache) in difetto in entrambi i generi (● maschi: 298 casi, SMR 99; IC90% 90-109 ● femmine: 584 casi, SMR 93; IC90% 87-99). L'ospedalizzazione per malattie ischemiche del cuore è in eccesso in entrambi i generi (● maschi: 2.995 casi, SHR 108; IC90% 105-111 ● femmine: 1.497 casi, SHR 108; IC90% 103-112). Queste patologie sono state associate all'inquinamento atmosferico e segnalate in eccesso nello studio sopraccitato, in particolare, nella popolazione femminile di Marghera.¹ Si segnala che un eccesso di ricoveri per malattie del sistema circolatorio è presente anche tra i giovani adulti (20-29 anni) e,

VEN VENEZIA (PORTO MARGHERA)

di minore entità, anche nel complesso delle età 0-19 anni. Tra le patologie correlate ad amianto, riportate in eccesso nel precedente Rapporto SENTIERI² e studi ivi citati e nello studio analitico sopra menzionato,¹ sono stati osservati nella presente analisi in entrambi i generi eccessi di mortalità e di ospedalizzazione per mesoteliomi pleurici e tumori maligni della pleura, oltre che per tumore polmonare, già riscontrato. Il numero di decessi e ricoverati per asbestosi è inferiore a tre in entrambi i generi. Il tumore dell'ovaio, patologia per la quale la IARC ha definito sufficiente l'evidenza di associazione con l'esposizione ad amianto,³ è in eccesso sia come causa di decesso (101 casi, SMR 110; IC90% 93-129) sia come diagnosi principale di ricovero (165 casi, SHR 108; IC90% 95-122), anche se le stime sono affette da incertezza. Il Rapporto SENTIERI-ReNaM ha osservato nel sito un'incidenza di mesoteliomi in eccesso in entrambi i generi, nel periodo 2000-2011, e all'80% dei casi intervistati è stata attribuita un'esposizione occupazionale ad amianto nei settori lavorativi prevalentemente delle aree portuali (movimentazione merci, trasporti marittimi, cantieristica navale), dell'industria metalmeccanica, chimica e delle materie plastiche, del vetro e della ceramica, e dell'edilizia.⁴

Il diabete, segnalato nello studio analitico sopraccitato con una maggiore prevalenza e in incremento temporale a Marghera nel periodo 2000-2014, è in eccesso come diagnosi di ricovero nel periodo 2013-2018 nel sito, in entrambi i generi (● maschi: 451 casi, SHR 116; IC90% 108-126 ● femmine: 316 femmine, SHR 198; IC90% 184-214), mentre la mortalità è in eccesso tra la sola popolazione maschile (251 casi, SMR 118; IC90% 106-130) e in linea con l'atteso tra le femmine (262 casi, SMR 98; IC90% 89-109). Il tumore della mammella, con un'evidenza *a priori* di associazione con la residenza in prossimità di petrolchimici e raffinerie e discariche e per il quale la IARC ha definito limitata l'associazione con le diossine e i policlorobifenili (PCB),⁵ è in eccesso come causa di decesso tra le sole femmine e come diagnosi principale di ricovero in entrambi i generi. Si segnala, in particolare, l'eccesso dei ricoverati nella popolazione maschile, data la rarità dell'evento, e la mortalità tra le femmine come segnale dell'esigenza di un'implementazione dello screening oncologico. Rispetto alla presenza del polo petrolchimico, si segnala anche l'eccesso di leucemie sia come dato di mortalità in entrambi i generi sia in termini di ospedalizzazione tra le femmine; si rileva, inoltre, un eccesso di ricoverati per leucemie linfoidi in età giovanile (20-29 anni), segnalato anche nel precedente Rapporto SENTIERI.² Tra le altre patologie associate all'esposizione a diossine, contaminanti presenti nel sito, e riportate nel Rapporto SENTIERI precedente,² si segnalano gli eccessi osservati tra la sola popolazione maschile della mortalità e dell'ospedalizzazione per linfomi non Hodgkin, anche se basati su stime incerte (● mortalità: 78 casi, SMR 117; IC90% 97-114 ● ospedalizzazione: 210 casi,

SHR 110; IC90% 98-123), eccessi non riscontrati tra la popolazione femminile (● mortalità: 63 casi, SMR 98; IC90% 80-120 ● ospedalizzazione: 160 casi, SHR 92; IC90% 81-105). Si segnala, inoltre, l'eccesso di ospedalizzazione, basato su stime incerte, per linfomi non Hodgkin anche in età giovanile (20-29 anni), basato su 11 casi nei due generi (SHR 141; IC90% 87-231) dei quali 7 casi tra i maschi (SHR 153; IC90% 83-283).

Tra le patologie sensibili a sostanze con interferenza endocrina,⁶ la mortalità per tumore della prostata è in eccesso (198 casi, SMR 115; IC90% 103-130) e i deceduti per tumore del testicolo sono meno di tre. L'ospedalizzazione per tumore del testicolo è in eccesso, sulla base di stime affette da incertezza, e in difetto per il tumore della prostata (575 casi, SHR 79; IC90% 74-84). L'ospedalizzazione per tumori maligni della tiroide è in difetto rispetto all'atteso in entrambi i generi (● maschi: 49 casi, SHR 69; IC90% 55-87 ● femmine: 146 casi, SHR 71; IC90% 62-81). Si segnala, inoltre, il difetto di incidenza di tumori della tiroide in entrambi i generi sia nella classe 0-39 anni che in età >40 anni sul periodo 2006-2009 in questo sito, osservato in uno studio precedente.⁷

Vista la presenza del cloruro di vinile monomero e gli eccessi di tumore epatico osservati, si segnalano gli eccessi della malattia epatica cronica e cirrosi nell'analisi dell'ospedalizzazione (● maschi: 333 casi, SHR 144; IC90% 131-157 ● femmine: 189 casi, SHR 131; IC90% 116-148) e della mortalità (● maschi: 95 casi, SMR 128; IC90% 108-152 ● femmine: 62 casi, SMR 117; IC90% 95-144). Questi eccessi sono indicatori di un possibile elevato consumo di alcol, riconosciuto fattore di rischio per il tumore epatico, ma sono noti anche gli effetti epatotossici di diverse sostanze la cui contaminazione è stata documentata nel sito. Un fattore di rischio riconosciuto per il tumore epatico è l'epatite virale e un effetto sinergico con l'esposizione a cloruro di vinile monomero è stato riportato (vedi Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).² L'epatite virale è stata osservata in eccesso in entrambi i generi come causa di decesso (● maschi: 33 casi, SMR 185; IC90% 139-246 ● femmine: 38 casi, SMR 135; IC90% 103-176) e nell'ospedalizzazione, anche se sulla base di stime incerte nella popolazione femminile (● maschi: 61 casi, SHR 127; IC90% 103-157 ● femmine: 27 casi, SHR 113; IC90% 83-155).

Si segnalano, infine, gli eccessi di mortalità e ospedalizzazione per i tumori del colon retto e della vescica in entrambi i generi, vista l'evidenza *a priori* di associazione con discariche e impianti chimici.

Nella presente analisi, quindi, si conferma la persistenza di eccessi di molte delle patologie con evidenza *a priori* di associazione con fonti di esposizione presenti nel sito. Si sottolinea, in particolare, la presenza di eccessi delle patologie correlate ad amianto, le malattie respiratorie e quelle epatiche. Alcune di queste patologie sono state riscontrate anche nello studio analitico recentemente pubblicato.¹ Si

VEN VENEZIA (PORTO MARGHERA)

fa presente il limite di questa indagine per le malattie tumorali, la cui stima richiede un approfondimento con i dati dei Registri tumori. La maggior parte delle malattie analizzate sono multifattoriali, per le quali l'esposizione a sostanze emesse o rilasciate dalle attività industriali e dalle discariche presenti nel sito possono aver avuto un ruolo causale e/o concausale insieme ad altri possibili fattori di rischio, come l'esposizione in contesti lavorativi, stili di vita (fumo, dieta) e stato socioeconomico.

Alla luce dei dati qui presentati e delle differenze demografico-sociali e territoriali delle diverse aree del sito messe in luce nello studio di Gessoni et al.,¹ si suggerisce di proseguire della sorveglianza epidemiologica della popolazione residente nel sito a livello subcomunale, come quella riportata nello studio del 2020. Inoltre, vista la disponibilità di flussi informativi sanitari accreditati, per un lungo periodo di tempo, si raccomandano studi analitici "ambiente e salute" che integrino dati sanitari e dati di esposizione ambientale e occupazionale. Studi di coorti longitudinali, come quello recentemente pubblicato, possono rappresentare un importante approccio nel sito in studio, così come in altre aree contaminate del Paese.

Bibliografia

- Gessoni F, Macciò S, Barbiellini Amidei C, Simonato L. Study on the health status of the population living in Marghera (Venice, Italy) through the use of a longitudinal surveillance system. *Ann Ist Super Sanita* 2020;56(2):157-67.
- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:70-73.
- International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. Arsenic, metals, fibres, and dusts. Volume 100C. A review of human carcinogens. Lyon, France, 2012; pp. 219-310.
- Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:97-98.
- International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans. IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022).
- Bergman A, Heindel JJ, Jobling S, Kidd KA, Zoeller RT (eds). State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012. Summary for decision-makers. Geneva, World Health Organization, 2013. Disponibile all'indirizzo: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/78102> (ultima accesso: 04.03.2022).
- Benedetti M, Zona A, Contiero P, D'Armiiento E, Iavarone I, Airtum Working Group. Incidence of Thyroid Cancer in Italian Contaminated Sites. *Int J Environ Res Public Health* 2020;18(1):191.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 8.044 | 108 (106-110) | 9.384 | 105 (103-107) |
| Tutti i tumori maligni | 2.676 | 114 (111-118) | 2.345 | 116 (112-120) |
| Malattie del sistema circolatorio | 2.564 | 105 (101-108) | 3.654 | 105 (102-108) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 531 | 87 (81-94) | 638 | 102 (95-108) |
| Malattie dell'apparato digerente | 321 | 116 (106-128) | 348 | 104 (95-113) |
| Malattie dell'apparato urinario | 121 | 96 (83-112) | 122 | 73 (63-85) |

Tabella VEN.1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table VEN.1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.676 | 114 (111-118) | 2.345 | 116 (112-120) |
| Tumori maligni dello stomaco | 121 | 100 (86-116) | 92 | 96 (81-114) |
| Tumori maligni del colon retto | 314 | 126 (115-138) | 291 | 133 (121-147) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 207 | 122 (109-137) | 96 | 118 (100-140) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 665 | 116 (109-124) | 307 | 119 (108-130) |
| Mesotelioma della pleura | 42 | 189 (147-244) | 11 | 133 (81-217) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 16 | 130 (87-196) | 6 | 54 (28-105) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 452 | 137 (127-148) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 107 | 130 (111-152) | 37 | 118 (90-154) |
| Linfomi non Hodgkin | 78 | 117 (97-141) | 63 | 98 (80-120) |
| Leucemie | 98 | 120 (102-142) | 92 | 130 (109-154) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 531 | 87 (81-94) | 638 | 102 (95-108) |
| Malattie respiratorie acute | 167 | 91 (80-103) | 249 | 106 (95-117) |
| Asma | <3 | | 8 | 105 (59-187) |

Tabella VEN.2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table VEN.2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

VEN VENEZIA (PORTO MARGHERA)

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 35.972 | 100 (99-101) | 40.941 | 101 (100-102) |
| Tutti i tumori maligni | 5.604 | 106 (104-108) | 5.816 | 109 (107-112) |
| Malattie del sistema circolatorio | 10.580 | 104 (103-106) | 9.197 | 105 (104-107) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5.990 | 99 (97-101) | 5.632 | 103 (101-105) |
| Malattie dell'apparato digerente | 6.379 | 101 (99-103) | 5.770 | 98 (96-101) |
| Malattie dell'apparato urinario | 2.413 | 95 (92-98) | 1.736 | 93 (89-97) |

Tabella VEN.3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table VEN.3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 5.604 | 106 (104-108) | 5.816 | 109 (107-112) |
| Tumori maligni dello stomaco | 169 | 106 (93-120) | 111 | 97 (83-113) |
| Tumori maligni del colon retto | 719 | 123 (116-131) | 605 | 119 (112-128) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 284 | 114 (104-126) | 133 | 124 (107-143) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 666 | 116 (109-124) | 369 | 125 (115-136) |
| Tumori maligni della pleura | 66 | 197 (161-241) | 19 | 137 (94-199) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 42 | 96 (74-123) | 27 | 82 (59-112) |
| Tumori maligni della mammella | 14 | 113 (73-174) | 1.919 | 115 (111-119) |
| Tumori maligni del testicolo | 54 | 107 (86-134) | | |
| Tumori maligni della vescica | 909 | 121 (115-128) | 270 | 129 (117-143) |
| Linfomi non Hodgkin | 210 | 110 (98-123) | 160 | 92 (81-105) |
| Leucemie | 108 | 98 (83-114) | 108 | 124 (106-145) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5.990 | 99 (97-101) | 5.632 | 103 (101-105) |
| Malattie respiratorie acute | 2.167 | 101 (98-105) | 2.188 | 102 (99-106) |
| Asma | 52 | 88 (70-111) | 71 | 81 (67-99) |

Tabella VEN.4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table VEN.4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

VEN VENEZIA (PORTO MARGHERA)

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 22 | 125 (88-177) | 38 | 128 (98-167) | 44 | 108 (84-138) | 25 | 71 (51-99) | 69 | 91 (74-111) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | <3 | | 8 | 120 (68-213) | 10 | 85 (51-143) |
| Tumori del sistema linfoematopoietico totale | | | <3 | | <3 | | 3 | 128 (51-321) | 5 | 135 (66-277) |
| Leucemie | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 131 (52-327) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 3 | 160 (64-401) | 3 | 126 (50-316) | 4 | 188 (84-418) | 7 | 155 (84-286) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | | | | <3 | | <3 | | <3 | 3 | 142 (57-356) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 8 | 84 (47-149) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 7 | 143 (78-264) | | | | | | | | |

Tabella VEN_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table VEN_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.395 | 93 (89-97) | 4.768 | 86 (84-89) | 6.140 | 88 (86-90) | 3.184 | 99 (96-102) | 9.234 | 91 (90-93) |
| Malattie infettive e parassitarie | 57 | 73 (59-91) | 258 | 81 (73-90) | 300 | 82 (74-90) | 136 | 108 (93-124) | 436 | 88 (82-96) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 23 | 59 (42-83) | 42 | 72 (56-93) | 84 | 111 (93-133) | 124 | 94 (81-109) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 5 | 63 (30-129) | 6 | 62 (32-121) | <3 | | 7 | 53 (28-97) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 11 | 66 (40-108) | 18 | 74 (50-108) | 19 | 106 (73-155) | 36 | 86 (66-114) |
| Linfomi | | | 4 | 74 (33-165) | 9 | 83 (48-143) | 14 | 101 (65-156) | 23 | 93 (66-131) |
| Linfoma di Hodgkin | | | | | 3 | 66 (26-164) | 4 | 53 (24-118) | 7 | 58 (31-107) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 4 | 99 (44-221) | 7 | 101 (55-186) | 11 | 141 (87-231) | 18 | 123 (83-180) |
| Leucemie | | | 7 | 61 (33-112) | 9 | 64 (37-110) | 5 | 123 (60-253) | 13 | 74 (47-116) |
| Leucemia linfoide | | | 6 | 63 (33-123) | 8 | 71 (40-126) | 4 | 269 (121-599) | 11 | 88 (54-144) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 123 | 97 (84-112) | 232 | 99 (89-110) | 251 | 124 (112-138) | 481 | 111 (103-119) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 426 | 87 (81-94) | 447 | 87 (81-94) | 26 | 60 (43-82) | 473 | 85 (79-92) |
| Asma | | | 20 | 48 (33-69) | 25 | 56 (41-78) | 4 | 69 (31-153) | 29 | 58 (43-79) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 623 | 97 (90-103) | 837 | 91 (86-96) | 481 | 93 (86-100) | 1.314 | 92 (88-96) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 134 | 94 (82-109) | 161 | 94 (83-107) | 96 | 94 (79-111) | 255 | 94 (85-104) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 734 | 89 (84-95) | | | | | | | | |

Tabella VEN_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table VEN_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



BOL



BOLZANO

**1**

COMUNE

**107 843**

ABITANTI

Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

• Bolzano

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto per la produzione di alluminio e magnesio (C).

Il comune di Bolzano ha un livello medio di deprivazione.

Il 68,6% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento provinciale, un aumento di 30,1/100.000 casi (+11,4%) nei maschi e 10,8/100.000 casi (+7,6%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità per i principali gruppi di cause mostra eccessi per tutti i tumori e per le malattie dell'apparato digerente in entrambi i generi. Per quest'ultima causa, la stima per la popolazione femminile è affetta da incertezza. Si osservano difetti per le malattie dell'apparato respiratorio e per le malattie dell'apparato urinario nella popolazione maschile, per la mortalità generale nella popolazione femminile e per le malattie del sistema circolatorio in entrambi i generi. La mortalità generale nella popolazione maschile è in linea con il riferimento (**Tabella BOL_1**). Per quanto riguarda le cause di interesse *a priori*, si rilevano un eccesso per il tumore del colon retto in entrambi i generi e, come già menzionato, un difetto per le malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione maschile (**Tabella BOL_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dei ricoveri conferma gli eccessi per tutti i tumori in entrambi i generi e per le malattie dell'apparato digerente nella sola popolazione femminile. Si osservano, inoltre, eccessi per tutte le cause naturali e per le malattie dell'apparato urinario in entrambi i generi, per le malattie del sistema circolatorio nella popolazione maschile. Si osserva, infine, un difetto per le malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi (**Tabella BOL_3**). Per quanto riguarda le cause di interesse *a priori*, si osserva il difetto già menzionato per le malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi. Si segnalano eccessi per il tumore del colon retto e per asma in entrambi i generi, con stime per la popolazione maschile affette da incertezza (**Tabella BOL_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Il quadro della mortalità per sottoclassi di età presenta stime di rischio sostanzialmente in eccesso rispetto all'atteso, ma caratterizzate da ampi margini di incertezza che ne limitano l'interpretazione. Analoga considerazione vale per il difetto di mortalità generale osservato tra i giovani adulti (**Tabella BOL_5**). Si segnala un eccesso di decessi per tumori del sistema nervoso centrale in età pediatrica e per malattie del sistema circolatorio nel complesso delle età 0-29 anni, entrambi basati su un numero esiguo di casi.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in eccesso rispetto all'atteso in tutti i sottogruppi di età analizzati (**Tabella BOL_6**). Questi eccessi sono associati in particolare ai tumori maligni e alle condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita, ai tumori maligni dell'encefalo e alle malattie dell'apparato digerente in età pediatrica e adolescenziale, alle malattie del sistema circolatorio in tutte le sottoclassi di età, alle malattie dell'apparato urinario tra i giovani e sull'insieme delle età 0-29 anni.

BOL BOLZANO

Si segnala che molti eccessi a stima incerta per i tumori maligni osservati nelle diverse sottoclassi di età sono riconducibili a eccessi nel solo genere femminile (dati non in tabella): l'eccesso per tutti i tumori in età pediatrica (10 casi: SHR 193; IC90% 115-322); l'eccesso per i tumori del tessuto ematopoietico (7 casi: SHR 196; IC90% 106-362), in particolare per leucemie (5 casi: SHR 224; IC90% 109-460) in età 0-19 anni; l'eccesso per tutti i tumori (18 casi: SHR 183; IC90% 124-269) tra i giovani adulti (20-29 anni) e l'eccesso per i tumori del sistema linfemato-poietico (10 casi: SHR 172; IC90% 103-288) nell'insieme della classe di età 0-29 anni.

Nel complesso 0-29 anni, anche l'eccesso per tutti i tumori è attribuibile al genere femminile (29 casi: SHR 169; IC90% 125-229).

Il ricorso all'ospedalizzazione per malattie respiratorie acute e per asma è in difetto in tutte le sottoclassi, tranne che nei giovani adulti. A titolo descrittivo, si segnala un eccesso di ospedalizzazione per malattie infettive e parassitarie in tutti i gruppi di età analizzati.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

L'eccesso per i tumori totali in entrambi i generi già messo in evidenza nelle precedenti pubblicazioni dello Studio SENTIERI – nella mortalità non corretta per indice di deprivazione nel primo Rapporto sulla mortalità;¹ poi nell'incidenza tumorale e nei ricoveri;² infine, nell'ultimo Rapporto,³ in tutti gli esiti analizzati, ossia nella mortalità, nei ricoveri e nell'incidenza tumorale, quest'ultimo solo nella popolazione maschile – viene confermato dalla presente indagine per entrambi i generi sia nella mortalità sia nei ricoveri. L'eccesso di ricoveri per tutti i tumori si rileva anche nel primo anno di vita e nel complesso delle età 0-29 anni. Si segnala, inoltre, che diversi eccessi di ospedalizzazione per tutti i tumori e per i tumori del sistema linfemato-poietico nelle sottoclassi di età pediatrico-adolescenziale

e giovanile sono riconducibili a eccessi nel genere femminile. Il tumore maligno del colon retto, patologia con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali individuate, risulta in eccesso in entrambi i generi sia nella mortalità sia nei ricoveri. Numerosi sono gli eccessi rilevati, sia nella mortalità sia nei ricoveri, per altre patologie oncologiche, associabili a esposizioni professionali, a stili di vita errati o ad altri fattori eziologici. Queste patologie, non mostrando alcuna associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito, non vengono qui riportate. Il profilo di mortalità nel complesso di tutte le cause non si discosta dal valore atteso nella popolazione maschile ed è in difetto nella popolazione femminile. Nei ricoveri si osserva un eccesso in entrambi i generi per tutte le cause naturali. Tale eccesso è rilevato anche nelle sottoclassi di età pediatrico-adolescenziale (compreso il primo anno di vita) e giovanile, come per altro già segnalato nel precedente aggiornamento di SENTIERI per il periodo 2006-2013.

In data imprecisata, l'Agenzia per l'Ambiente e la Tutela del Clima della Provincia Autonoma di Bolzano ha pubblicato un documento da cui si desume che «l'ex sito di interesse nazionale di Bolzano», nella cui area ricadevano gli impianti Alumina 1, Alumina 2, Enel, Magnesio e Speedline, è stato bonificato con certificato di avvenuta bonifica.⁴

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:1-204.
2. Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:1-170.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
4. https://ambiente.provincia.bz.it/downloads/06_siti_contaminati_it.odt

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BOL BOLZANO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 2.486 | 101 (98-105) | 2.737 | 94 (91-97) |
| Tutti i tumori maligni | 905 | 124 (117-130) | 708 | 112 (105-119) |
| Malattie del sistema circolatorio | 759 | 89 (83-94) | 1.023 | 81 (77-86) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 190 | 80 (71-90) | 202 | 101 (90-114) |
| Malattie dell'apparato digerente | 107 | 123 (105-144) | 114 | 112 (96-131) |
| Malattie dell'apparato urinario | 37 | 76 (58-99) | 60 | 110 (89-136) |

Tabella BOL_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BOL_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 42 | 96 (75-124) | 41 | 106 (82-137) |
| Tumori maligni del colon retto | 112 | 123 (105-144) | 90 | 126 (106-150) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 190 | 80 (71-90) | 202 | 101 (90-114) |
| Asma | <3 | | 3 | 174 (70-436) |

Tabella BOL_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BOL_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 16.640 | 107 (105-108) | 17.751 | 104 (103-106) |
| Tutti i tumori maligni | 2.075 | 120 (116-125) | 1.900 | 118 (114-123) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.840 | 104 (102-107) | 3.637 | 99 (96-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.348 | 84 (81-87) | 2.098 | 90 (87-94) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3.139 | 98 (95-100) | 2.612 | 106 (103-110) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.230 | 116 (110-121) | 1.038 | 114 (109-120) |

Tabella BOL_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BOL_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 63 | 86 (70-106) | 53 | 109 (87-136) |
| Tumori maligni del colon retto | 220 | 112 (100-125) | 181 | 117 (104-132) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.348 | 84 (81-87) | 2.098 | 90 (87-94) |
| Asma | 35 | 120 (91-158) | 52 | 153 (122-192) |

Tabella BOL_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BOL_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BOL BOLZANO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|-----------------|------|-----------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 13 | 102 (65-160) | 21 | 113 (79-161) | 24 | 104 (74-145) | 13 | 67 (42-105) | 37 | 87 (66-114) |
| Tutti i tumori | <3 | | 3 | 223 (89-559) | 3 | 170 (68-425) | <3 | | 4 | 106 (48-236) |
| Tumori del sistema nervoso centrale | - | - | 3 | 446 (178-1.116) | 3 | 446 (178-1.116) | <3 | | 3 | 222 (89-555) |
| Malattie del sistema circolatorio | - | - | <3 | | <3 | | 3 | 190 (76-477) | 5 | 317 (155-652) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 6 | 95 (49-185) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Malformazioni congenite | 3 | 66 (26-165) | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabella BOL_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BOL_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.345 | 146 (139-152) | 3.688 | 116 (112-119) | 4.606 | 116 (113-118) | 1.811 | 108 (104-112) | 6.359 | 113 (111-116) |
| Malattie infettive e parassitarie | 37 | 132 (101-172) | 184 | 115 (102-130) | 215 | 111 (99-124) | 92 | 132 (111-157) | 306 | 116 (106-127) |
| Tutti i tumori maligni | 5 | 391 (190-804) | 17 | 141 (95-209) | 24 | 136 (97-190) | 31 | 130 (97-174) | 54 | 131 (105-163) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 6 | 338 (175-654) | 6 | 272 (141-526) | <3 | | 6 | 127 (66-247) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiotico | | | 8 | 119 (67-211) | 12 | 142 (89-227) | 5 | 131 (64-269) | 16 | 130 (87-196) |
| Linfomi | | | <3 | | 3 | 113 (45-282) | 4 | 138 (62-306) | 7 | 126 (68-232) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 3 | 189 (76-473) | 5 | 139 (68-286) |
| Leucemie | | | 6 | 117 (60-226) | 9 | 145 (84-249) | <3 | | 9 | 126 (73-217) |
| Leucemia linfoide | | | 4 | 105 (47-235) | 7 | 144 (78-265) | <3 | | 7 | 132 (71-243) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 55 | 149 (119-186) | 98 | 149 (126-176) | 115 | 135 (116-157) | 213 | 142 (127-159) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 276 | 82 (75-91) | 318 | 88 (80-96) | 46 | 107 (84-136) | 363 | 90 (82-98) |
| Asma | | | 16 | 57 (38-86) | 17 | 59 (39-87) | 5 | 137 (67-282) | 22 | 67 (48-96) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 625 | 112 (105-119) | 762 | 108 (102-115) | 265 | 86 (78-95) | 1.023 | 102 (96-107) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 120 | 101 (87-118) | 154 | 111 (97-126) | 77 | 122 (101-148) | 231 | 115 (103-128) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 701 | 146 (137-155) | | | | | | | | |

Tabella BOL_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BOL_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



TRE



TRENTO NORD



1

COMUNE



120 641

ABITANTI

Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Trento

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'industria chimica (C).

Il comune di Trento ha un basso livello di deprivazione.

Il 48,2% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 19,6/100.000 casi (-8,1%) nei maschi e di 10,3/100.000 casi (-7,7%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per malattie del sistema circolatorio è inferiore all'atteso provinciale in entrambi i generi, mentre è in eccesso, con stime incerte, per le patologie dell'apparato digerente (**Tabella TRE_1**). Per cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali nel Sito Sufficiente o Limitata (**Tabella TRE_2**), si osservano eccessi, seppur con stime incerte, per il tumore dello stomaco e del colon retto nei maschi. I tumori dello stomaco sono in difetto nel genere femminile. È in difetto la mortalità per tutti i tumori nelle femmine e per le patologie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi. I decessi per asma non sono valutabili, perché inferiori a tre. Si segnalano eccessi in entrambi i generi per la causa «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti», indicativi di una bassa qualità della codifica delle cause di morte (● maschi: SMR 201; IC90% 170-237 ● femmine: SMR 152; IC90% 133-174).

■ **Ospedalizzazione.** Per le principali cause, l'analisi dei ricoverati mostra un eccesso per tutti i tumori nelle femmine e per le patologie dell'apparato digerente in entrambi i generi; si rileva un difetto di ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio in entrambi i generi (**Tabella TRE_3**). Per le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali nel sito Sufficiente o Limitata (**Tabella TRE_4**), si osserva, in entrambe i generi, un eccesso di ricoveri per tumore maligno del colon retto (stima incerta nei maschi) e per asma (stima incerta nelle femmine). Si rileva un difetto per i tumori dello stomaco nelle femmine.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale è in eccesso rispetto all'atteso, in particolare in età pediatrica e nel complesso delle età analizzate (0-29 anni). Nel primo anno di vita, si rileva a un eccesso, con stima incerta, di bambini deceduti per malformazioni congenite (**Tabella TRE_5**). Si segnala, inoltre, l'eccesso di mortalità per le malattie dell'apparato circolatorio tra i giovani adulti e nell'insieme delle età 0-29 anni.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali è in eccesso rispetto all'atteso in tutte le sottoclassi di età, compreso il primo anno di vita, ove si osserva un eccesso anche per le condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella TRE_6**). In età pediatrica (0-14 anni), sono in eccesso le malattie del sistema circolatorio. In età pediatrica e, particolarmente, in età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), risultano in eccesso anche i ricoverati per tutti i tumori maligni, i tumori maligni dell'encefalo, le malattie del sistema circolatorio, le infezioni acute delle vie respiratorie, l'asma e le malattie dell'apparato digerente.

Si sottolinea che gli eccessi a stima incerta osservati in età giovanile (20-29 anni) per linfomi non Hodgkin e per malattia di Hodgkin (**Tabella TRE_6**) sono riconducibili il primo al genere femminile (4 dei 5 casi, SHR 296; IC90% 133-660), il secondo al genere maschile (4 dei 5 casi, SHR 336; IC90% 151-749).

Si segnalano eccessi di ospedalizzazione anche per le malattie dell'apparato urinario, tranne che tra i giovani adulti, sebbene caratterizzate da maggior margine incertezza. In età giovanile (20-29 anni), si registra un eccesso per le malattie infettive e parassitarie.

Sezione anomalie congenite

I nati residenti nel sito nel periodo in studio 2009-2018 sono stati complessivamente 10.547; nello stesso periodo, sono stati osservati 270 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 256,0 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta in linea con quella della pro-

TRE TRENTO NORD

vincia di Trento (O/A 103,3; IC90% 92-116). Nel sito, non sono stati osservati eccessi per nessuno dei gruppi di AC in studio (Tabella TRE_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Nel sito, l'inquinamento del suolo è il prodotto delle pregresse attività industriali di produzione di sostanze chimiche, in particolare della produzione di piombo tetraetile da parte della Società lavorazioni organiche inorganiche (SLOI), attiva dal 1940 al 1978.¹⁻³ L'organo bersaglio del piombo tetraetile è il sistema nervoso, sia negli adulti sia nei bambini, a cui seguono il sistema linfematopoietico, quello vascolare e i reni. A causa dei molteplici modi di azione del piombo nei sistemi biologici, il piombo può potenzialmente danneggiare qualsiasi organo o sistema del corpo.⁴ Nell'uomo, il piombo tetraetile (piombo organico), una volta entrato nell'organismo, è metabolizzato rapidamente nel fegato con formazione di metaboliti altamente neurotossici, i quali vengono ulteriormente metabolizzati a dietil piombo, etil piombo e piombo inorganico. Il piombo inorganico formatosi esercita l'azione tossica associata con il piombo inorganico.^{4,5}

Gli effetti negativi sulla salute dell'esposizione a piombo tetraetile possono manifestarsi, sia per esposizione acuta sia cronica, anche a distanza di anni dalla cessazione dell'esposizione, in quanto il piombo, una volta entrato nell'organismo, si fissa prevalentemente nelle ossa (circa il 94%), dove permane per circa 10-40 anni. Il piombo può essere mobilitato dalle ossa in condizioni fisiologiche e fisiopatologiche (per esempio, età avanzata, ipertiroidismo, fratture, allattamento, menopausa e stati debilitazione fisica).⁶

Il sito è stato oggetto di analisi nei precedenti volumi di SENTIERI, ai quali si rimanda.¹⁻³ Nel complesso, nell'area si rilevano, in entrambi i generi, una mortalità e un'ospedalizzazione per le principali cause al di sotto dell'atteso regionale, con l'eccezione delle malattie dell'apparato digerente. Rispetto alle cause per le quali vi è un'evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizione ambientale nel sito, si segnala, per il tumore maligno del colon retto, un eccesso di mortalità nei maschi e un eccesso di ricoveri in entrambi i generi. Va comunque segnalato che altri fattori possono aver contribuito all'eccesso osservato di questo tumore. Infatti, dati della letteratura suggeriscono un'eziologia multifattoriale per il tumore del colon retto, con un ruolo rilevante di obesità e della sindrome metabolica. Altri fattori di rischio che possono contribuire all'insorgenza di questo tumore sono: l'età, un basso stato socioeconomico, la familiarità per questo tumore, l'elevato consumo di carni rosse, l'abitudine al fumo, il consumo elevato di alcolici, bassi consumi di fibre, frutta e verdura, bassi livelli di vitamina D.⁷ Una riduzione del rischio è associata all'aderenza alla dieta mediterranea e a un ade-

guato apporto di vitamina D.^{7,8} Per l'eccesso di ricoveri per asma, si segnala che, anche per questa patologia, altri fattori potrebbero avere contribuito all'insorgenza: la valutazione dell'evidenza del 2010 aveva classificato come Sufficiente l'associazione tra asma e inquinamento atmosferico e fumo attivo e passivo.¹ Mortalità e ricoveri per patologie dell'apparato respiratorio sono in difetto in entrambi i generi. L'eccesso di ricoveri per asma si osserva anche in età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, età nelle quali si rileva anche un eccesso per le infezioni acute delle vie respiratorie, a conferma di quanto osservato nel periodo 2006-2013 dal precedente Rapporto SENTIERI.³

Inoltre, si sono osservati eccessi di ricovero e/o di mortalità, seppur in alcuni casi con stime affette da incertezza, per alcune patologie neurodegenerative e il tumore della tiroide (rilevati anche nel precedente Rapporto SENTIERI per il periodo 2006-2013), per le quali è stata segnalata una possibile/sospetta associazione con l'esposizione a piombo tetraetile e/o ai suoi metaboliti (trietil piombo, piombo inorganico): demenza di Alzheimer (● maschi: 73 casi, SMR 102; IC90% 84-124 ● femmine: 110 casi, SHR 133; IC90% 114-155), morbo di Parkinson (● maschi: 41 casi, SHR 118; IC90% 91-152 ● femmine: 29 casi, SMR 106; IC90% 78-144), sclerosi multipla (● maschi: 31 casi, SHR 117; IC90% 87-157 ● femmine: 67 casi, SHR 106; IC90% 87-130), tumore della tiroide (● maschi: 21 casi, SHR 106; IC90% 74-151 ● femmine: 99 casi, SHR 144; IC90% 122-170).

Riguardo alle patologie neurodegenerative, alcuni autori hanno segnalato una possibile associazione tra il morbo di Parkinson e la demenza di Alzheimer e l'esposizione al piombo. È stato ipotizzato che il piombo aumenti negli adulti esposti il rischio di patologie neurodegenerative inducendo processi infiammatori e stress ossidativo nei tessuti cerebrali. Inoltre, evidenze da modelli animali e studi osservazionali condotti nell'uomo suggeriscono che l'esposizione al piombo nei primi anni di vita possa aumentare il rischio di patologie neurodegenerative nell'età adulta, in particolare la demenza.⁹⁻¹² Per quanto riguarda il tumore della tiroide, la sua eziologia non è ancora chiarita: l'esposizione a radiazioni ionizzanti è tra i pochi fattori di rischio certi, specialmente se avviene in età infantile. Negli ultimi decenni, l'incidenza del tumore della tiroide, soprattutto la forma papillare, è aumentata più della maggior parte degli altri tumori. Secondo alcuni autori, l'aumento osservato di questo tumore è dovuto a un miglioramento delle tecniche diagnostiche e alla sorveglianza sanitaria; secondo altri, questo aumento non può essere del tutto spiegato da un solo miglioramento delle tecniche diagnostiche e dalla sorveglianza sanitaria e che fattori ambientali o stili di vita possono avere contribuito all'aumento dell'incidenza. Recenti studi hanno riportato che l'esposizione ad alcuni composti chimici e/o alcuni metalli pesanti (quali il cadmio, il piombo e il mercurio, quest'ultimo, ol-

TRE TRENTO NORD

tre al piombo, presente nelle matrici ambientali del sito con funzione di interferenza endocrina potrebbe essere parzialmente responsabile dell'aumento dell'incidenza di questo tumore.¹³⁻¹⁶ Tuttavia, va segnalato che altri possibili fattori di rischio sono stati riportati per il tumore della tiroide, come, per esempio, la familiarità per questo tumore, l'obesità ed essere affetti da tiroidite di Hashimoto.¹³ In considerazione dell'elezione del piombo tetraetile per il sistema nervoso e della presenza di studi su una possibile associazione tra piombo e patologie croniche, degenerative o autoimmuni del sistema nervoso e del tumore della tiroide, si ritiene opportuno, in accordo con le istituzioni locali, il monitoraggio ambientale del piombo totale (organico e inorganico), oltre a eventuali studi di biomonitoraggio in sottogruppi selezionati di residenti nel sito.

Il profilo di salute dei bambini e ragazzi che risiedono in questo sito presenta molteplici elementi di criticità. Tra i principali aspetti di rilievo vengono confermati gli eccessi segnalati nel precedente Rapporto SENTIERI per il periodo 2006-2013, ai quali si aggiungono anche gli eccessi di mortalità e di ospedalizzazione per malattie del sistema circolatorio e di ricoverati per malattie degli apparati digerente e urinario in età pediatrica e pediatrico-adolescenziale. Queste osservazioni richiamano l'opportunità di effettuare sia approfondimenti di ricerca sia di proseguire le attività di sorveglianza tra bambini e adolescenti.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:1-204.
2. Pirastu R, Comba P, Conti S. et al. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev*. 2014;38(2 Suppl 1):1-169.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
4. Istituto superiore di sanità. Banca dati di modelli di SDS. SDS relativa al Piombo tetraetile N. CAS 78-00-2 (versione 1.0, 16/07/2020).
5. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans. IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022).
6. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for lead. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>
7. Thanikachalam K, Khan G. Colorectal Cancer and Nutrition. *Nutrients* 2019;11(1):164.
8. Farinetti A, Zurlo V, Manenti A, Coppi F, Mattioli AV. Mediterranean diet and colorectal cancer: A systematic review. *Nutrition* 2017;43-44:83-88.
9. Wang T, Zhang J, Xu Y. Epigenetic Basis of Lead-Induced Neurological Disorders. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(13):4878.
10. Reuben A. Childhood Lead Exposure and Adult Neurodegenerative Disease. *J Alzheimers Dis* 2018;64(1):17-42.
11. Chin-Chan M, Navarro-Yepes J, Quintanilla-Vega B. Environmental pollutants as risk factors for neurodegenerative disorders: Alzheimer and Parkinson diseases. *Front Cell Neurosci* 2015;9:124.
12. Raj K, Kaur P, Gupta GD, Singh S. Metals associated neurodegeneration in Parkinson's disease: Insight to physiological, pathological mechanisms and management. *Neurosci Lett* 2021;753:135873.
13. Benedetti M, Zona A, Contiero P, D'Armiento E, Iavarone I, Airtum Working Group. Incidence of Thyroid Cancer in Italian Contaminated Sites. *Int J Environ Res Public Health* 2020;18(1):191.
14. Giani F, Mastro R, Trovato MA et al. Heavy Metals in the Environment and Thyroid Cancer. *Cancers (Basel)* 2021;13(16):4052.
15. Bibi K, Shah MH. Study of Essential and Toxic Metal Imbalances in the Scalp Hair of Thyroid Cancer Patients in Comparison with Healthy Donors. *Biol Trace Elem Res* 2021;199(2):500-12.
16. Pamphlett R, Doble PA, Bishop DP. Mercury in the human thyroid gland: Potential implications for thyroid cancer, autoimmune thyroiditis, and hypothyroidism. *PLoS One* 2021;16(2):e0246748.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

TRE TRENTO NORD

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 2.455 | 95 (92-98) | 2.799 | 90 (87-93) |
| Tutti i tumori maligni | 823 | 97 (91-102) | 678 | 90 (84-96) |
| Malattie del sistema circolatorio | 732 | 91 (85-96) | 1.011 | 85 (81-90) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 172 | 86 (76-98) | 174 | 89 (78-100) |
| Malattie dell'apparato digerente | 108 | 111 (95-130) | 120 | 110 (94-127) |
| Malattie dell'apparato urinario | 38 | 91 (69-118) | 46 | 83 (65-106) |

Tabella TRE_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TRE_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|-------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 44 | 103 (81-133) | 30 | 73 (54-99) |
| Tumori maligni del colon retto | 95 | 110 (93-130) | 89 | 99 (83-118) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 172 | 86 (76-98) | 174 | 89 (78-100) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella TRE_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TRE_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 16.796 | 101 (100-102) | 17.708 | 100 (99-102) |
| Tutti i tumori maligni | 1.789 | 100 (96-104) | 1.939 | 104 (100-108) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.975 | 96 (94-99) | 3.298 | 90 (87-92) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.471 | 96 (93-99) | 2.108 | 93 (90-97) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3.880 | 108 (105-111) | 2.896 | 108 (105-112) |
| Malattie dell'apparato urinario | 899 | 100 (95-106) | 680 | 95 (89-101) |

Tabella TRE_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TRE_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 46 | 80 (62-101) | 35 | 74 (56-98) |
| Tumori maligni del colon retto | 196 | 107 (95-120) | 178 | 114 (101-129) |
| Asma | 2.471 | 96 (93-99) | 2.108 | 93 (90-97) |
| Asbestosi | 35 | 164 (125-217) | 37 | 112 (84-147) |

Tabella TRE_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TRE_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

TRE TRENTO NORD

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|----------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 15 | 129 (85-197) | 26 | 142 (103-196) | 32 | 134 (100-179) | 23 | 139 (98-195) | 55 | 136 (109-170) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 3 | 77 (31-192) | 3 | 208 (83-520) | 6 | 112 (58-217) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | 6 | 679 (351-1314) | 8 | 295 (166-523) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 7 | 98 (53-181) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 4 | 169 (76-376) | | | | | | | | |

Tabella TRE_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TRE_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 732 | 121 (114-129) | 3.078 | 108 (104-111) | 4.024 | 108 (106-111) | 2.008 | 104 (101-108) | 5.982 | 107 (105-110) |
| Malattie infettive e parassitarie | 34 | 98 (74-130) | 136 | 101 (88-116) | 161 | 97 (85-110) | 94 | 124 (105-147) | 255 | 106 (95-117) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 25 | 126 (91-175) | 39 | 132 (101-171) | 35 | 89 (68-118) | 73 | 107 (88-129) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 8 | 171 (96-303) | 10 | 192 (115-321) | <3 | | 10 | 118 (71-198) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 8 | 96 (54-170) | 13 | 95 (61-150) | 9 | 88 (51-152) | 22 | 92 (65-131) |
| Linfomi | | | <3 | | 6 | 91 (47-177) | 9 | 135 (79-232) | 15 | 113 (74-173) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 3 | 67 (27-168) | 5 | 143 (69-293) | 8 | 100 (57-178) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | 4 | 90 (40-199) | 5 | 145 (71-299) | 9 | 114 (66-196) |
| Leucemie | | | 6 | 96 (50-186) | 7 | 99 (54-183) | <3 | | 7 | 66 (36-122) |
| Leucemia linfoide | | | 5 | 101 (49-207) | 6 | 115 (59-222) | <3 | | 6 | 90 (46-173) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 62 | 124 (101-153) | 115 | 113 (97-132) | 138 | 105 (92-121) | 252 | 109 (98-121) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 327 | 135 (123-148) | 334 | 129 (118-141) | 22 | 72 (51-102) | 355 | 123 (112-134) |
| Asma | | | 33 | 160 (120-213) | 34 | 153 (115-203) | <3 | | 36 | 154 (117-202) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 483 | 119 (111-129) | 642 | 113 (106-121) | 371 | 104 (95-113) | 1011 | 110 (105-116) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 101 | 113 (96-133) | 123 | 115 (99-134) | 61 | 101 (82-124) | 183 | 110 (98-125) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 238 | 127 (114-141) | | | | | | | | |

Tabella TRE_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TRE_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

TRE TRENTO NORD

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 270 | 256,0 | 103 | (92-116) |
| Sistema nervoso | 23 | 21,8 | 84 | (55-125) |
| Cuore | 71 | 67,3 | 101 | (80-126) |
| Cuore severo | 17 | 16,1 | 107 | (64-171) |
| Palato-labbro | 12 | 11,4 | 120 | (64-214) |
| Apparato digerente | 15 | 14,2 | 135 | (77-229) |
| Parete addominale | 5 | 4,7 | 109 | (38-267) |
| Apparato urinario | 33 | 31,3 | 123 | (86-174) |
| Genitali | 19 | 18,0 | 105 | (65-164) |
| Arti | 43 | 40,8 | 106 | (78-142) |
| Cromosomiche | 57 | 54,0 | 95 | (74-123) |

Tabella TRE_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento provinciale, 2009-2018.

Table TRE_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Reference: Province, 2009-2018.



FRIULI VENEZIA GIULIA

ep

CDT



CAFFARO DI TORVISCOSA (UD)



I COMUNI DEL SITO

• Torviscosa

1
COMUNE2 710
ABITANTI
Censimento 2019

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C) e discariche (D).

Il comune di Torviscosa ha un livello medio di deprivazione.

Il 18% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 11,6/100.000 casi (+4,1%) nei maschi e una diminuzione di 42,1/100.000 casi (-25,4%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella CDT_1**) mette in evidenza stime incerte e imprecise del rischio associabili alla bassa numerosità degli eventi per una popolazione di piccole dimensioni.

La mortalità per cause con evidenza *a priori* di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* mostra un eccesso di rischio, basato su 5 casi osservati, nei soli maschi per i tumori maligni dello stomaco. Nei maschi, si osserva anche un eccesso con stima incerta, basato su 6 casi osservati, per il tumore del colon retto (**Tabella CDT_2**). Per la prevalenza delle cause, le stime non sono rappresentabili in quanto i casi, se presenti, sono inferiori a 3.

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella CDT_3**) mette in luce un eccesso di rischio nei soli maschi per le malattie dell'apparato digerente e nelle sole femmine per le malattie dell'apparato circolatorio. Un difetto di rischio in entrambi i generi, nei maschi

con stima incerta, si osserva per le malattie dell'apparato urinario.

Le stime dei ricoveri ospedalieri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* risultano, per le diverse cause, incerte e prevalentemente imprecise in relazione alla bassa numerosità dei casi osservati in una popolazione di ridotte dimensioni. Si osserva un eccesso di ospedalizzazione femminile per i tumori maligni della mammella, con stima incerta (**Tabella CDT_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel periodo considerato, sono stati osservati meno di tre decessi nella classe di età 0-29 anni.

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di ospedalizzazione per causa appare in difetto rispetto all'atteso, tranne che tra i giovani adulti, sebbene tutte le stime siano caratterizzate da incertezza. Un deficit di ricoverati si osserva, in particolare, per tutte le cause naturali e per condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita (**Tabella CDT_5**). Si segnala un eccesso di malattie dell'apparato digerente in età pediatrica in cui 9 degli 11 casi ricoverati appartengono al genere maschile (SHR 213; IC90% 124-366) e un eccesso, con stima incerta, di malattie del sistema circolatorio tra i giovani (20-29 anni)

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il dato relativo ai grandi gruppi di cause si mostra in linea con l'atteso, pur con stime imprecise dovute alla ridotta numerosità della popolazione. Un profilo simile emergeva già nell'ultimo Rapporto,¹ che però si basava sulla precedente definizione del sito, allora denominato "Laguna di Grado e Marano" e comprendente 6 comuni, con una popolazione totale di 31.693 abitanti.

Anche il profilo di salute specifico per le cause d'interesse *a priori* risente dell'imprecisione delle stime dovuta al basso numero di abitanti. Un eccesso di rischio per tumore allo stomaco (associato con evidenza limitata alla presenza di stabilimenti chimici) era già emerso nei precedenti Rapporti¹ rispetto all'ex-sito "Laguna di Grado e Marano", dove però era presente tra le femmine anziché tra i maschi;² a ogni modo, il confronto richiede molta cautela, in quanto, come già detto, il dato corrente rappresenta una popolazione più ridotta di quella studiata in precedenza. La presenza di arsenico, riscontrato nel suolo e nelle acque di falda presso il sito, rappresenta un possibile fattore di rischio per tumore gastrico.³ Si segnala un eccesso di ospedalizzazione per malattie dell'apparato digerente tra i soli maschi sia per tutte le età sia in età pediatrica.

Nei precedenti Rapporti, si era rilevato un eccesso di ri-

CDT CAFFARO DI TORVISCOSA

schio per mesotelioma pleurico e altri tumori attribuibili ad amianto nell'ex-sito "Laguna di Grado e Marano"^{1,2,4}. Va ricordato che, a differenza della perimetrazione corrente, l'ex-sito includeva tra le *fonti di esposizioni ambientali* anche un'area portuale, associata con evidenza limitata con i tumori pleurici. Il dato corrente, relativo al solo comune di Torviscosa, mostra per le stesse patologie un numero di casi minore di 3, pertanto non mostrato. In conclusione, dal profilo di rischio attuale non emergono particolari criticità per la salute della popolazione nel sito.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:79-81.
2. Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:73-78.
3. Khazaei S, Mohammadbeigi A, Jenabi E et al. Environmental and ecological factors of stomach cancer incidence and mortality: a systematic review study on ecological studies. *Rev Environ Health* 2020;35(4):443-52.
4. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:61-62.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 95 | 93 (79-110) | 82 | 91 (76-109) |
| Tutti i tumori maligni | 35 | 103 (78-136) | 23 | 95 (67-133) |
| Malattie del sistema circolatorio | 29 | 88 (65-120) | 27 | 80 (58-109) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5 | 55 (27-113) | 9 | 125 (73-215) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3 | 69 (28-173) | <3 | |
| Malattie dell'apparato urinario | <3 | | <3 | |

Tabella CDT_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CDT_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 5 | 236 (115-485) | <3 | |
| Tumori maligni del colon retto | 6 | 177 (92-343) | <3 | |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 3 | 109 (44-274) | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 5 | 126 (62-260) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | <3 | | <3 | |
| Linfomi non Hodgkin | <3 | | <3 | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5 | 55 (27-113) | 9 | 125 (73-215) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella CDT_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CDT_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

CDT CAFFARO DI TORVISCOSA

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 443 | 96 (89-104) | 433 | 97 (89-105) |
| Tutti i tumori maligni | 70 | 96 (79-117) | 70 | 115 (94-139) |
| Malattie del sistema circolatorio | 117 | 94 (81-110) | 120 | 122 (105-141) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 70 | 96 (79-117) | 52 | 91 (72-114) |
| Malattie dell'apparato digerente | 119 | 119 (102-138) | 62 | 94 (76-116) |
| Malattie dell'apparato urinario | 25 | 80 (58-112) | 10 | 54 (32-91) |

Tabella CDT_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CDT_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 4 | 146 (65-325) | 3 | 193 (77-482) |
| Tumori maligni del colon retto | 9 | 121 (70-208) | 5 | 92 (45-189) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 4 | 108 (49-241) | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 24 | 132 (94-184) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 7 | 71 (39-131) | <3 | |
| Linfomi non Hodgkin | <3 | | 3 | 143 (57-359) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 70 | 96 (79-117) | 52 | 91 (72-114) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella CDT_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CDT_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 7 | 47 (25-86) | 47 | 87 (69-111) | 64 | 90 (73-110) | 38 | 116 (89-151) | 100 | 97 (82-114) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | 4 | 177 (79-394) | 4 | 93 (42-208) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 3 | 80 (32-200) | 3 | 73 (29-184) | <3 | | 4 | 88 (39-195) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 11 | 156 (96-255) | 15 | 141 (92-215) | 6 | 91 (47-175) | 21 | 122 (86-175) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 3 | 34 (14-85) | | | | | | | | |

Tabella CDT_5. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CDT_5. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

FRIULI VENEZIA GIULIA

TRI

TRIESTE


2
 COMUNI

214 547
 ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Muggia
- Trieste

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'area portuale (AP), impianti chimici (C), un impianto siderurgico (S) e una raffineria (P&R).

Uno dei due comuni del sito, Trieste, ha un alto livello di deprivazione. Il 57,5% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 18,1/100.000 casi (+6,4%) nei maschi e di 20,1/100.000 casi (+12,5%) nelle femmine. I dati relativi ai tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** In entrambi i generi si riscontrano eccessi per la mortalità generale, per le malattie respiratorie e dell'apparato urinario. Nelle femmine, è presente un eccesso per le malattie circolatorie. Con stime incerte, si osservano per tutti i tumori maligni un difetto nei maschi, un eccesso nelle femmine e un eccesso in entrambi i generi per le malattie digerenti (**Tabella TRI_1**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata con le *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, si presentano eccessi in entrambi i generi per il tumore del colon retto, per le malattie respiratorie in toto, respiratorie acute e, con stime imprecise, per le malattie glomerulari e tubulo-interstiziali e insufficienze renali, e per l'insufficienza renale cronica. Il tumore del polmone è in eccesso in entrambi i generi, nei maschi con una stima incerta. Il mesotelioma della pleura è in eccesso in entrambi i generi (stime imprecise), nelle femmine con una stima incerta. Sono altresì presenti difetti per il tumore dello stomaco, in entrambi i generi e per le leucemie nei maschi. Stime incerte mostrano per tutti i tumori maligni un difetto nei maschi e un eccesso nelle femmine, un difetto del tumore della

mammella femminile, un eccesso per le malattie polmonari croniche nella popolazione femminile.

La qualità della codifica delle cause di morte è da ritenersi bassa, alla luce degli eccessi nei maschi e nelle femmine per la causa «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti» (● maschi: SMR 269; IC90% 236-307 ● femmine: SMR 109; IC90% 96-125), segnale presente già nel Quinto Rapporto SENTIERI.¹

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione mostra, in entrambi i generi, eccessi per tutte le cause naturali, tutti i tumori maligni, per le malattie respiratorie, dell'apparato digerente e di quello urinario. Nelle femmine, è presente un eccesso per le malattie circolatorie, che nei maschi non si discosta dall'atteso. (**Tabella TRI_3**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* con *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, sono in eccesso in entrambi i generi tutti i tumori maligni, le malattie respiratorie, le patologie polmonari acute e croniche, le insufficienze renali croniche (**Tabella TRI_4**).

Il tumore polmonare nelle femmine è in eccesso, non discostandosi dall'atteso nei maschi, per i quali è invece in eccesso il tumore maligno della pleura, nelle femmine con stima incerta e imprecisa. Il tumore maligno della mammella maschile è in eccesso (stima imprecisa), in difetto nelle femmine (stima incerta); in entrambi i generi, sono in eccesso le leucemie (stime imprecise nei maschi, incerta e imprecisa nelle femmine). Difetti sono presenti per il tumore dello stomaco nelle femmine (nei maschi con stima incerta e imprecisa), per il tumore della prostata. Stime incerte si osservano per il tumore del rene in difetto in entrambi i generi; per i linfomi non Hodgkin in difetto nei maschi, in eccesso per le femmine. L'asma è in eccesso nella popolazione femminile, nei maschi con stima incerta; le malattie glomerulari e tubulo-interstiziali e le insufficienze renali sono in eccesso nei maschi, in difetto nelle femmine.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Il quadro della mortalità generale è in difetto rispetto all'atteso in tutte le classi di età considerate, tranne che tra i giovani adulti (**Tabella TRI_5**). Si segnala un eccesso di decessi per tumori del sistema nervoso centrale in età 0-19 anni e un eccesso di mortalità in età 0-29 anni per leucemie tra le femmine (3 casi, SMR 383; IC90% 153-957) (dato non in tabella).

■ **Ospedalizzazione.** Si rilevano eccessi di ricoverati per tutte le cause naturali in tutte le classi di età analizzate, tranne che in età giovanile (20-29 anni), ove il dato appare, con stime incerte, in difetto rispetto all'atteso. Nel primo anno di vita l'eccesso è associato ai ricoveri per tutti i tumori e per le condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella TRI_6**).

TRI TRIESTE

In età pediatrica (0-14 anni) e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), si osservano eccessi di ricoverati anche per i tumori maligni dell'encefalo e per patologie degli apparati digerente e urinario.

Tra i giovani adulti (20-29 anni), si rileva un eccesso di ospedalizzazione per leucemie, in particolare per leucemie mieloidi, e un deficit di ricoverati per patologie dell'apparato digerente. Deficit di ricoverati sono osservati per i linfomi nelle classi 0-19 e 0-29 anni.

I ricoveri per le infezioni respiratorie acute e per l'asma sono in difetto nelle diverse classi di età tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

I dati relativi agli indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Nell'interpretazione della mortalità bisogna muoversi con cautela, data la documentata bassa qualità della codifica delle cause di morte, già riscontrata nel Quinto Rapporto SENTIERI.¹

Quel che si nota, facendo un confronto con quanto segnalato nel Quinto Rapporto, è che per le grandi cause vi sia una parziale sovrapposizione. Sono confermati gli eccessi in entrambi i generi per la mortalità generale, le malattie respiratorie, dell'apparato digerente e urinario. Per il genere femminile, vi è un eccesso per tutti i tumori.

La mortalità per le cause di interesse *a priori* conferma gli eccessi in entrambi i generi per il tumore del colon retto, per le malattie respiratorie *in toto*, per le malattie respiratorie acute e i difetti per il tumore dello stomaco. L'aggiornamento delle evidenze scientifiche ha introdotto altre patologie di interesse, mostrando eccessi in maschi e femmine per le malattie glomerulari e tubulo-interstiziali e insufficienze renali, per l'insufficienza renale cronica, per il tumore polmonare, quest'ultimo nei maschi. Il mesotelioma della pleura è presente in eccesso in entrambi i generi: ciò può rimandare alla presenza dell'area portuale, senza trascurare gli impianti petrolchimici (coibentazioni). In un precedente Rapporto SENTIERI,² dedicato all'incidenza del mesotelioma, per il sito di Trieste negli anni 2000-2011 erano stati calcolati per genere i rapporti standardizzati di incidenza (SIR), con i seguenti risultati: ● maschi: 209 casi, SIR 374,49; IC90% 332,92-419,99 ● femmine: 42 casi, SIR 204,36; IC90% 158,55- 263,41. È di interesse richiamare, pur non essendo inclusa nella cause di interesse *a priori*, i risultati relativi all'asbestosi, malattia indotta dall'esposizione professionale a fibre di amianto. Nei periodi studiati nel presente Rapporto, sono osservati solo casi nella popolazione maschile, essendo il dato femminile inferire a 3

casi, sia per la mortalità (3 casi, SMR 141; IC90% 56-352) sia per l'ospedalizzazione (9 casi, SHR 1384; IC90% 805-2.379). La mortalità generale è in difetto nelle classi di età pediatrico-adolescenziali, in linea con quanto osservato nel precedente Rapporto,¹ sebbene con stime incerte nel periodo 2006-2013.

I dati sulle ospedalizzazioni della popolazione generale confermano gli eccessi in entrambi i generi per tutte le cause, per le malattie circolatorie, per le malattie respiratorie e, nelle femmine, per le malattie digerenti e urinarie. Il già citato aggiornamento per le cause di interesse *a priori*, ha ampliato anche per le ospedalizzazioni la lista delle patologie. Guardando quelle comuni al precedente Rapporto,¹ si confermano per entrambi i generi gli eccessi respiratori (*in toto*, polmonari acute e croniche) e il tumore del polmone nelle femmine.

Tra le nuove cause introdotte, desta particolare interesse, tra gli altri, l'eccesso per il tumore della mammella maschile, in difetto nelle femmine; quadro che, se ritenuto di interesse, potrebbe prestarsi a un approfondimento epidemiologico. È una rara patologia che riconosce tra i fattori di rischio l'età avanzata, mutazioni genetiche, alterazioni dell'equilibrio ormonale (rapporto androgeni-estrogeni) dovute a obesità, diabete, cirrosi epatica, consumo alcolico elevato, familiarità per la patologia, trattamenti radioterapici,³ interferenti endocrini.⁴

In linea con il precedente periodo, si segnala un eccesso per tutti i tumori nel primo anno di vita e per leucemie tra i giovani (20-29 anni), già messi in evidenza con stime incerte, e un difetto di ricoverati per le infezioni respiratorie acute e per l'asma nella fascia pediatrico-adolescenziale (0-14 e 0-19 anni). Un eccesso per le leucemie è stato osservato in entrambi i generi nelle ospedalizzazioni relative alla popolazione generale.

Settimo et al. hanno studiato, nello stesso periodo temporale di questo Rapporto SENTIERI, la mortalità e i ricoveri ospedalieri in questo sito, in relazione alla presenza di specifici inquinanti.⁵

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:82-83.
2. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-116.
3. Abdelwahab Yousef AJ. Male Breast Cancer: Epidemiology and Risk Factors. *Semin Oncol* 2017;44(4):267-72.
4. Calaf GM, Ponce-Cusi R, Aguayo F, Muñoz JP, Bleak TC. Endocrine disruptors from the environment affecting breast cancer. *Oncol Lett* 2020;20(1):19-32.
5. Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 6.264 | 104 (101-106) | 8.001 | 108 (106-110) |
| Tutti i tumori maligni | 1.924 | 97 (94-101) | 1.847 | 103 (99-107) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.995 | 102 (98-105) | 3.230 | 110 (107-113) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 641 | 118 (111-126) | 687 | 111 (104-118) |
| Malattie dell'apparato digerente | 278 | 107 (97-118) | 309 | 105 (96-116) |
| Malattie dell'apparato urinario | 94 | 120 (102-143) | 119 | 119 (102-138) |

Tabella TRI_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TRI_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.924 | 97 (94-101) | 1.847 | 103 (99-107) |
| Tumori maligni dello stomaco | 90 | 73 (61-86) | 61 | 67 (54-83) |
| Tumori maligni del colon retto | 250 | 127 (114-140) | 218 | 117 (105-131) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 434 | 102 (94-110) | 290 | 125 (113-138) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 45 | 133 (104-169) | 7 | 121 (66-223) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 14 | 143 (92-221) | 9 | 96 (56-165) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 288 | 97 (88-107) |
| Tumori maligni della prostata | 151 | 99 (86-113) | | |
| Tumori maligni del rene | 47 | 83 (65-106) | 34 | 97 (73-128) |
| Linfomi non Hodgkin | 57 | 105 (85-131) | 52 | 114 (91-144) |
| Leucemie | 55 | 76 (61-94) | 55 | 101 (81-126) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 641 | 118 (111-126) | 687 | 111 (104-118) |
| Malattie respiratorie acute | 263 | 173 (157-192) | 345 | 164 (150-179) |
| Malattie polmonari croniche | 238 | 102 (92-114) | 205 | 107 (95-120) |
| Asma | <3 | | 6 | 108 (56-208) |
| Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali | 67 | 151 (124-185) | 79 | 137 (114-165) |
| Insufficienza renale cronica | 45 | 197 (154-251) | 39 | 131 (101-170) |

Tabella TRI_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TRI_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 33.347 | 110 (109-111) | 36.629 | 108 (107-109) |
| Tutti i tumori maligni | 4.731 | 106 (104-109) | 4.790 | 107 (105-110) |
| Malattie del sistema circolatorio | 8.507 | 99 (98-101) | 8.420 | 112 (110-114) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5.867 | 116 (113-118) | 5.716 | 122 (119-125) |
| Malattie dell'apparato digerente | 7.044 | 133 (131-136) | 5.542 | 113 (110-115) |
| Malattie dell'apparato urinario | 2.617 | 122 (118-126) | 1.895 | 119 (114-123) |

Tabella TRI_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TRI_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 4.731 | 106 (104-109) | 4.790 | 107 (105-110) |
| Tumori maligni dello stomaco | 123 | 91 (79-106) | 63 | 65 (53-80) |
| Tumori maligni del colon retto | 511 | 103 (96-111) | 455 | 106 (98-115) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 481 | 99 (92-107) | 318 | 128 (117-140) |
| Tumori maligni della pleura | 99 | 349 (296-411) | 17 | 145 (97-215) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 35 | 95 (72-125) | 33 | 119 (90-158) |
| Tumori maligni della mammella | 19 | 182 (125-264) | 1.351 | 97 (93-102) |
| Tumori maligni della prostata | 543 | 88 (82-95) | | |
| Tumori maligni del rene | 187 | 97 (86-110) | 96 | 92 (77-108) |
| Linfomi non Hodgkin | 156 | 97 (85-111) | 156 | 108 (94-123) |
| Leucemie | 124 | 133 (115-154) | 86 | 117 (98-140) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 5.867 | 116 (113-118) | 5.716 | 122 (119-125) |
| Malattie respiratorie acute | 2.208 | 122 (118-127) | 2.525 | 136 (131-140) |
| Malattie polmonari croniche | 589 | 168 (157-180) | 565 | 171 (159-183) |
| Asma | 52 | 107 (85-134) | 95 | 130 (110-154) |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 768 | 118 (111-125) | 460 | 81 (75-87) |
| Insufficienza renale cronica | 424 | 178 (165-193) | 216 | 141 (126-158) |

Tabella TRI_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TRI_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

TRI TRIESTE

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|-------------|------|---------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 4 | 24 (11-53) | 12 | 39 (24-62) | 20 | 49 (34-71) | 31 | 105 (79-141) | 51 | 73 (58-91) |
| Tutti i tumori | <3 | | 3 | 65 (26-164) | 5 | 74 (36-152) | 6 | 123 (64-238) | 11 | 95 (58-155) |
| Tumori del sistema nervoso centrale | | | <3 | | 3 | 260 (104-651) | <3 | | <3 | 168 (67-420) |
| Tumori del sistema linfomatopoiетico totale | | | <3 | | <3 | | 3 | 202 (81-507) | 4 | 117 (53-262) |
| Leucemie | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 192 (77-481) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 65 (26-162) |

Tabella TRI_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TRI_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.494 | 108 (103-112) | 5.091 | 114 (112-117) | 6.570 | 116 (114-119) | 2.794 | 98 (95-101) | 9.269 | 110 (108-112) |
| Malattie infettive e parassitarie | 63 | 95 (78-117) | 160 | 67 (59-76) | 199 | 72 (64-81) | 97 | 88 (75-104) | 296 | 77 (70-85) |
| Tutti i tumori maligni | 3 | 253 (101-633) | 38 | 112 (86-146) | 57 | 113 (91-141) | 62 | 91 (74-112) | 117 | 100 (86-117) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 10 | 208 (125-349) | 12 | 189 (118-302) | 4 | 77 (35-171) | 16 | 138 (92-208) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiетico | | | 12 | 74 (46-119) | 20 | 84 (58-121) | 17 | 98 (66-146) | 36 | 90 (68-118) |
| Linfomi | | | <3 | | 4 | 39 (17-87) | 10 | 67 (40-112) | 14 | 57 (37-89) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 3 | 47 (19-117) | 5 | 56 (27-116) | 8 | 54 (30-96) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | | | 7 | 79 (43-145) | 9 | 63 (37-108) |
| Leucemie | | | 12 | 104 (65-167) | 16 | 115 (77-173) | 7 | 293 (159-541) | 22 | 137 (97-194) |
| Leucemia linfoide | | | 10 | 102 (61-171) | 14 | 121 (78-187) | <3 | | 14 | 112 (73-174) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 6 | 397 (205-767) | 8 | 190 (107-337) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 86 | 104 (87-124) | 167 | 111 (97-125) | 196 | 100 (89-113) | 363 | 105 (97-115) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 232 | 71 (64-79) | 249 | 71 (64-79) | 35 | 83 (63-109) | 284 | 72 (66-80) |
| Asma | | | 32 | 69 (52-92) | 34 | 67 (51-89) | 7 | 135 (73-248) | 41 | 74 (57-95) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 785 | 141 (133-149) | 1049 | 131 (124-137) | 462 | 80 (74-87) | 1503 | 110 (105-115) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 175 | 141 (124-159) | 224 | 154 (138-172) | 148 | 204 (178-233) | 370 | 171 (157-186) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 960 | 117 (111-123) | | | | | | | | |

Tabella TRI_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TRI_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



ETR



OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI ETR DI BOLOGNA (BO)



1

COMUNI



395 416

ABITANTI

Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Bologna

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'officina per la manutenzione, il rinnovamento e la riparazione di locomotive, carrozze, mezzi leggeri o ETR danneggiati da incidenti o avarie delle Ferrovie dello Stato (A).

Il comune di Bologna ha un basso livello di deprivazione. Il 43,7% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 10,6/100.000 casi (+4,1%) nei maschi e di 8,4/100.000 casi (+5,3%) nelle femmine.

I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Nel sito, la mortalità per le principali cause mostra un eccesso per tutti i tumori maligni nelle femmine, per le malattie dell'apparato respiratorio e digerente in entrambi i generi e per le malattie dell'apparato urinario nei maschi (**Tabella ETR_1**). Per cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, si osserva nelle femmine un eccesso per i tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone e per i tumori maligni dell'ovaio e altri annessi uterini (**Tabella ETR_2**). I decessi per asbestosi non sono valutabili, perché inferiori a tre.

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dei ricoverati mostra un eccesso per tutti i tumori e per le malattie dell'apparato digerente in entrambi i generi e per le malattie dell'apparato urinario nei maschi (**Tabella ETR_3**). Per le cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* nel sito,

si osserva nelle femmine un eccesso per i tumori della trachea, dei bronchi e del polmone e per il tumore dell'ovaio nelle donne (**Tabella ETR_4**). I ricoveri per asbestosi non sono valutabili, perché inferiori a tre.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale risulta sostanzialmente in linea rispetto all'atteso nelle classi di età analizzate, tranne che nel primo anno di vita, ove si osserva un eccesso di decessi per malformazioni congenite, e tra i giovani (20-29 anni), ove si registra un deficit di decessi (**Tabella ETR_5**). Comunque, queste osservazioni sono caratterizzate da alta incertezza statistica. Si segnala un eccesso di bambini deceduti per tutti i tumori in età pediatrica riconducibile ai tumori del sistema nervoso centrale e alle leucemie mieloidi.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali è superiore all'atteso nelle diverse classi di età analizzate, tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni), fra i quali si osserva un deficit (**Tabella ETR_6**). Nel primo anno di vita, l'eccesso complessivo è riconducibile a eccessi per malattie infettive e parassitarie e a condizioni morbose di origine perinatale. Si segnala, inoltre, un eccesso di bambini maschi ricoverati in età 0-1 anno per tutti i tumori (6 casi, SHR 218; IC90% 113-422) (dato non in tabella). Si osserva un deficit di ricoveri per patologie del sistema circolatorio in età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni).

Nelle classi di età pediatrica, pediatrico-adolescenziale e nel complesso 0-29 anni, si registrano eccessi di ospedalizzazione, sul totale dei due generi, per le infezioni acute delle vie respiratorie, per le malattie dell'apparato digerente e, con maggiore incertezza, anche per le patologie dell'apparato urinario. Gli eccessi pediatrici (0-14 anni) per le malattie degli apparati digerente e urinario sono riconducibili a ricoverati nel solo genere maschile (● digerente: 736 casi, SHR 113; IC90% 106-120; dato non in tabella ● urinario: 168 casi, SHR 115; IC90% 101-130). Lo stesso pattern tra i maschi si osserva in età pediatrico-adolescenziale (● digerente: 904 casi, SHR 111; IC90% 105-117; dato non in tabella ● urinario: 194 casi, SHR 118; IC90% 105-133) e sull'insieme delle età 0-29 anni (● digerente: 1.324 casi, SHR 106; IC90% 101-111; dato non in tabella ● urinario: 264 casi, SHR 114; IC90% 103-126; dato non in tabella).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

La legge n. 205 del 27.12.2017 ha qualificato l'Officina Grande Riparazione ETR di Bologna (da qui in poi denominata OGR di Bologna, per semplicità) quale sito di interesse nazionale in relazione al rischio sanitario e ambientale connesso alla presenza di amianto. Il sito non

ETR OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI ETR DI BOLOGNA

è stato oggetto di precedenti valutazioni in SENTIERI e viene inserito per la prima volta nel presente Rapporto. Lo stabilimento OGR di Bologna, costruito nel 1908, ha una superficie coperta di circa 18.000 m². All'interno della OGR di Bologna venivano condotte le operazioni di manutenzione delle carrozze ferroviarie, alcune delle cui componenti, per molti anni, hanno previsto l'utilizzo di amianto. L'OGR di Bologna ha cessato l'attività nel 2018.

Per quanto riguarda l'esposizione ad amianto dei lavoratori dell'OGR di Bologna, si possono distinguere cinque diversi periodi:¹

- inizio anni Cinquanta- 1959: esposizione diretta con uso di materiali contenente amianto (MCA);
- 1960-1970: esposizione diretta a MCA e indiretta dovuta all'attività di coibentazione con amianto friabile, prevalentemente crocidolite;
- 1971-1979: incremento delle attività di coibentazione e scoibentazione effettuate durante gli interventi di riparazione/manutenzione dei rotabili, con conseguentemente aumento del livello dell'esposizione indiretta;
- 1980-1989: inizia un percorso di miglioramento e del contenimento del rischio, l'esposizione ad amianto è pertanto considerata occasionale; dall'inizio del 1983, i lavori di decoibentazione vengono appaltati a ditte esterne per un breve periodo all'interno dell'OGR stessa e, in seguito, presso le industrie private dove venivano effettuate sia la decoibentazione totale sia quella parziale dei rotabili;
- 1990-1995: a partire dall'inizio degli anni Novanta, vengono definite procedure e modalità operative sempre più efficaci per il contenimento del rischio di esposizione ad amianto che si può considerare sporadica dalla metà degli anni Novanta.

In particolare, a partire dal 1998, gli ambienti dell'OGR di Bologna sono stati oggetto di costante analisi delle polveri depositate con attivazione di eventuali interventi di pulizia in caso di campioni positivi; dal 2012 al 2014, sono stati bonificati binari e lucernari; nel 2016, hanno avuto luogo i lavori di pulizia dell'Officina; nel 2015, sono stati oggetto di bonifica il locale di manutenzione elettrica ed il tunnel impiantistico; nel 2016, hanno avuto luogo i lavori di pulizia dell'Officina storica. I campionamenti effettuati dopo le operazioni di pulizia/bonifica effettuate negli anni 2012-2016 hanno dato risultato negativo. In questo periodo (2012-2016), il livello di esposizione all'interno dell'officina è risultato sovrapponibile a quello della popolazione generale.

Con decreto del Ministero della transizione ecologica del 18.05.2021, è stato approvato il "Piano di caratterizzazione ambientale sito OGR-ETR di Bologna", che permetterà di stabilire quali inquinanti sono presenti nel sito, incluso l'amianto.²

Nel 2000, è stato pubblicato un primo studio di mortalità condotto su 173 lavoratori dell'OGR di Bologna, addebi alle mansioni che, secondo gli autori dello studio, sono state considerate a maggiore rischio di esposizione ad amianto (tappezzieri, falegnami, verniciatori), con riferimento al periodo 01.01.1979-31.12.1997.³ Nello studio è stato osservato un eccesso di mesoteliomi pleurici (6 osservati, SMR 6.337; IC90% 2.760-12.506), oltre a due decessi ascrivibili, rispettivamente, a mesotelioma peritoneale e mesotelioma maligno con sede non specificata. Circa la metà dei deceduti per tumore (8/17) era affetto da mesotelioma.

Nel 2017, è stato pubblicato un secondo studio di mortalità condotto su una coorte di 3.115 dipendenti delle Ferrovie dello Stato (FS) che hanno lavorato all'OGR di Bologna nel periodo 01.01.1957-01.01.1995.¹ Nella coorte analizzata, alla fine della data del follow-up (31.12.2014), sono stati osservati eccessi di mortalità per tutti i tumori maligni (567 casi, SMR 117; IC95% 108-127) e per i tumori maligni dell'apparato respiratorio (245 casi, SMR 155; IC95% 137-176). Per le cause correlate ad amianto, sono stati osservati eccessi di mortalità per mesotelioma pleurico (102 casi, SMR 287; IC95% 236-348), mesotelioma peritoneale (5 casi, SMR 312; IC95% 130-751) e asbestosi (1 caso, SMR 217; IC95% 306-1541). Non è emerso alcun eccesso di mortalità per tumore maligno del polmone (133 casi, SMR 92; IC95% 78-109); è stato riscontrato un eccesso solo nell'analisi per tipologia di mansione considerata a massima esposizione ad amianto (falegnami, lamierai, pneumaticisti) e con una durata dell'esposizione superiore ai trenta anni (4 casi, SMR 366; IC95% 140-970). Gli autori dello studio riportano che, dalla data di termine del follow-up alla data di pubblicazione dello studio, sono stati rilevati 10 ulteriori casi di mesotelioma deceduti (7 nel 2015 e 3 nel 2016) e 7 casi viventi. Non sono stati osservati casi di decessi per mesotelioma o per tumore maligno del polmone in lavoratori impiegati solo dopo il 1980. Secondo gli autori, questo farebbe ipotizzare che la modifica delle condizioni di esposizione e contenimento del rischio a partire dagli anni Ottanta abbia comportato una riduzione del rischio di sviluppare patologie correlate ad amianto. Nel presente studio, nel sito Officine Grandi Riparazioni ETR di Bologna, nella popolazione generale, si rileva una mortalità superiore all'atteso regionale per malattie dell'apparato respiratorio e digerente in entrambi i generi, per tutti i tumori nelle femmine e per le malattie dell'apparato digerente nei maschi. I ricoveri sono al di sopra dell'atteso per tutti i tumori e le malattie dell'apparato digerente in entrambe i generi e per le malattie dell'apparato urinario nei maschi. A questo quadro, si affianca quanto osservato per le ospedalizzazioni in età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, per le quali si re-

ETR OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI ETR DI BOLOGNA

gistrano eccessi di ricoverati in entrambi i generi per le malattie del sistema circolatorio e per le infezioni acute delle vie respiratorie, ed eccessi solo tra i maschi per le malattie degli apparati digerente e urinario.

Per quanto riguarda gli eccessi di mortalità e ricovero per le patologie dell'apparato urinario osservati nei soli maschi, si rileva che a questi eccessi ha contribuito particolarmente l'insufficienza renale cronica, per la quale è stato osservato un eccesso sia di mortalità (79 casi, SMR 127; IC90% 106-153) sia di ricovero (697 casi, SHR 121; IC90% 113-128). Fattori di rischio riportati in letteratura per l'insufficienza renale cronica sono l'esposizione professionale e ambientale ad alcuni metalli pesanti (in particolare, al cadmio considerato il più nefrotossico e al piombo) e ad alcuni solventi; altri fattori di rischio riconosciuti sono il diabete, l'ipertensione, l'obesità e l'abitudine al fumo, in quanto nel tabacco sono presenti alte concentrazioni di cadmio e piombo.⁴⁻⁶ L'eccesso osservato nei soli maschi potrebbe indicare una possibile esposizione professionale a metalli pesanti e/o solventi e/o a una maggiore abitudine al fumo che, usualmente, è più frequente negli uomini rispetto alle donne. Parallelamente a quest'ultima osservazione, occorre segnalare che un eccesso di ospedalizzazione per le malattie dell'apparato urinario è osservato tra i soli maschi anche in età pediatrica (0-14 anni: 168 casi, SHR 115; IC90% 101-130) e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni: 194 casi, SHR 118; IC90% 105-133).

Nella popolazione generale, rispetto alle cause per le quali vi è un'evidenza *a priori* Sufficiente di associazione con le fonti di esposizione ambientale nel sito, non si osservano, in entrambi i generi, eccessi di mortalità per mesoteliomi e mesotelioma maligno della pleura e di ricoveri per tumore maligno della pleura. Solo nelle femmine, si è osservato un eccesso di mortalità e di ricoveri per tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone, oltre a un eccesso di mortalità e ricoveri per tumore maligno dell'ovaio e altri annessi uterini. L'eccesso di tumori correlati ad amianto rilevati nelle sole femmine, se causati da esposizione ad amianto, potrebbe in parte essere spiegato da una possibile maggiore latenza per questi tumori nelle femmine rispetto ai maschi, come è stato osservato, per esempio, da Soeberg et al.⁷ e da Reid et al.^{8,9} per il mesotelioma pleurico per esposizione para-occupazionale o ambientale femminile.

Inoltre, si segnala un eccesso di mortalità per tumore del colon retto in entrambi i generi (maschi: 378 casi, SMR 11; IC90% 102-121 – femmine: 409 casi, SMR 119; IC90%

109-129) e di ricoveri nelle femmine (743 casi, SHR 105; IC90% 99-111); l'associazione tra tumore del colon retto ed esposizione ad amianto è stata valutata come limitata dalla IARC.¹⁰

In considerazione dell'eccesso osservato di alcuni tumori per i quali vi è evidenza Sufficiente o Limitata per esposizione all'amianto e della lunga latenza riportata per i tumori correlati ad amianto, si raccomandano interventi di bonifica ambientale e sorveglianza sanitaria. Raccomandati sono anche interventi di sanità pubblica che dovrebbero includere servizi di screening delle patologie correlate ad amianto, in particolare rivolti agli ex-lavoratori della OGR di Bologna e ai loro conviventi. Inoltre, i tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone e dell'ovaio, rilevati in eccesso nelle femmine, richiamano l'opportunità di effettuare approfondimenti, mediante uno studio analitico, che permettano di chiarire se gli eccessi osservati siano dovuti prevalentemente a una possibile esposizione ad amianto.

Bibliografia

1. Cervino D, Marinilli P, Scarnato C, Scarlino E, Guglielmin AM (eds). Studio epidemiologico di mortalità nella coorte di lavoratori dipendenti FS assegnati all'OGR di Bologna. Dipartimento di Sanità Pubblica Unità Operativa Complessa Prevenzione e Sicurezza degli Ambienti di Lavoro Città, AUSL Bologna, 2017. Disponibile all'indirizzo: <https://afevaemiliaromagna.files.wordpress.com/2017/04/relazione-sintesi-studio-ogr-100417.pdf>
2. Ministero della transizione ecologica. Decreto con determinazione motivata di conclusione positiva, ex articolo 14-bis, comma 5, Legge 7 agosto 1990, n. 241, della conferenza di servizi decisoria relativa al sito di bonifica di interesse nazionale "Officina Grande Riparazione ETR di Bologna", indetta con nota del 5 gennaio 2021 con protocollo n. 490, per l'approvazione del "Piano di caratterizzazione ambientale sito OGR-ETR di Bologna". Trentitalia SpA. Disponibile all'indirizzo: https://afevaemiliaromagna.files.wordpress.com/2021/12/decreto_70_del_18-05-2021.pdf
3. Gerosa A, Ietri E, Belli S, Grignoli M, Comba P. Alto rischio di morte per mesotelioma pleurico in un'Officina Grandi Riparazioni delle Ferrovie dello Stato. *Epidemiol Prev* 2000;24(3):117-19.
4. Benedetti M, Minichilli F, Soggiu ME, Manno V, Fazzo L. Ecological meta-analytic study of kidney disease in Italian contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(4):314-23.
5. Oliveira Coelho F, Andrade L. Smoking and Kidney Disease: Risk Factors, Challenges, and Preventive Strategies. *Contrib Nephrol* 2021;199:179-87.
6. Chapman E, Haby MM, Illanes E, Sanchez-Viamonte J, Elias V, Reveiz L. Risk factors for chronic kidney disease of non-traditional causes: a systematic review. *Rev Panam Salud Publica* 2019;43:e35.
7. Soeberg MJ, Leigh J, Driscoll T, Armstrong B, Young JM, van Zandwijk N. Incidence and survival trends for malignant pleural and peritoneal mesothelioma, Australia, 1982-2009. *Occup Environ Med* 2016;73(3):187-94.
8. Reid A, de Klerk NH, Magnani C et al. Mesothelioma risk after 40 years since first exposure to asbestos: a pooled analysis. *Thorax* 2014;69(9):843-50.
9. Reid A, Heyworth J, de Klerk N, Musk AW. The mortality of women exposed environmentally and domestically to blue asbestos at Wittenoom, Western Australia. *Occup Environ Med* 2008;65(11):743-49.
10. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Arsenic, metals, fibres, and dusts. Volume 100C. Lyon, IARC, 2012; pp. 219-294.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabella popolazione generale (mortalità e ricoveri)

ETR OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI ETR DI BOLOGNA

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 10.533 | 96 (94-97) | 13.194 | 93 (92-95) |
| Tutti i tumori maligni | 3.281 | 99 (96-102) | 3.298 | 108 (104-111) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.214 | 89 (86-91) | 4.647 | 84 (82-86) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.042 | 105 (99-110) | 1.155 | 106 (101-111) |
| Malattie dell'apparato digerente | 408 | 104 (96-113) | 537 | 102 (95-109) |
| Malattie dell'apparato urinario | 210 | 105 (94-117) | 273 | 89 (80-98) |

Tabella ETR_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ETR_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|-------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 800 | 95 (90-101) | 485 | 115 (107-124) |
| Mesoteliomi | 38 | 93 (71-121) | 14 | 85 (55-132) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 31 | 90 (67-121) | 8 | 61 (34-108) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 167 | 119 (105-136) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella ETR_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ETR_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 56.275 | 100 (99-101) | 63.228 | 99 (98-100) |
| Tutti i tumori maligni | 7.774 | 102 (100-104) | 8.077 | 103 (101-105) |
| Malattie del sistema circolatorio | 14.239 | 98 (96-99) | 13.490 | 97 (96-99) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 8.813 | 93 (91-94) | 9.196 | 97 (95-98) |
| Malattie dell'apparato digerente | 11.874 | 102 (101-104) | 10.137 | 105 (103-107) |
| Malattie dell'apparato urinario | 4.421 | 105 (102-108) | 3.524 | 99 (96-102) |

Tabella ETR_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ETR_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 895 | 101 (95-106) | 616 | 118 (110-126) |
| Tumori maligni della pleura | 48 | 88 (70-112) | 26 | 99 (72-137) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 208 | 102 (91-115) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella ETR_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ETR_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

ETR OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI ETR DI BOLOGNA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|-------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 40 | 105 (81-136) | 58 | 102 (83-127) | 66 | 95 (78-116) | 46 | 88 (69-113) | 112 | 92 (79-108) |
| Malattie infettive e parassitarie | <3 | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 169 (68-423) |
| Tutti i tumori | <3 | | 10 | 194 (116-325) | 12 | 158 (99-253) | 8 | 85 (48-151) | 20 | 118 (82-170) |
| Tumori del sistema nervoso centrale | | | 3 | 272 (109-681) | 3 | 197 (79-492) | <3 | | 4 | 135 (61-301) |
| Tumori del sistema linfomatopoietico totale | | | 5 | 235 (114-482) | 7 | 265 (144-490) | <3 | | 9 | 160 (93-274) |
| Leucemie | | | 5 | 277 (135-570) | 6 | 280 (145-542) | <3 | | 7 | 184 (100-340) |
| Leucemia linfoide | | | 5 | 419 (204-861) | 5 | 346 (168-710) | <3 | | 6 | 242 (125-468) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 55 (25-123) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 112 (45-280) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 19 | 89 (61-129) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 13 | 141 (90-221) | | | | | | | | |

Tabella ETR_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ETR_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 4.628 | 133 (130-136) | 11.182 | 112 (110-114) | 13.219 | 109 (108-111) | 5.383 | 95 (93-97) | 18.473 | 105 (104-106) |
| Malattie infettive e parassitarie | 238 | 118 (106-131) | 685 | 100 (94-106) | 774 | 102 (96-108) | 208 | 97 (86-109) | 980 | 100 (95-106) |
| Tutti i tumori maligni | 8 | 126 (71-223) | 60 | 98 (80-122) | 93 | 107 (90-127) | 119 | 102 (87-118) | 211 | 104 (93-117) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 9 | 88 (51-151) | 9 | 69 (40-119) | 5 | 76 (37-156) | 14 | 73 (47-113) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoietico | | | 25 | 86 (62-119) | 40 | 105 (81-136) | 29 | 106 (79-144) | 69 | 107 (88-130) |
| Linfomi | | | 4 | 36 (16-81) | 17 | 104 (70-154) | 26 | 123 (89-170) | 43 | 116 (90-149) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 8 | 112 (63-199) | 9 | 92 (53-157) | 17 | 101 (68-150) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 4 | 47 (21-104) | 10 | 86 (52-144) | 19 | 130 (90-190) | 29 | 112 (82-151) |
| Leucemie | | | 21 | 114 (80-163) | 23 | 104 (74-146) | 5 | 78 (38-161) | 28 | 99 (73-135) |
| Leucemia linfoide | | | 20 | 130 (90-188) | 20 | 113 (78-162) | 3 | 90 (36-226) | 23 | 111 (79-156) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | 4 | 80 (36-179) | <3 | | 6 | 73 (38-141) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 195 | 103 (92-116) | 358 | 91 (84-99) | 501 | 106 (99-114) | 857 | 100 (94-105) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 1.184 | 117 (111-122) | 1.224 | 117 (111-122) | 101 | 118 (100-139) | 1.325 | 117 (112-122) |
| Asma | | | 67 | 90 (74-110) | 71 | 91 (75-111) | 10 | 118 (71-198) | 81 | 94 (78-113) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 1.163 | 108 (103-113) | 1.475 | 105 (101-110) | 873 | 98 (93-103) | 2.341 | 102 (99-106) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 285 | 106 (96-117) | 353 | 109 (100-119) | 215 | 108 (97-121) | 565 | 109 (101-116) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 2.963 | 158 (154-163) | | | | | | | | |

Tabella ETR_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ETR_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



FID

FIDENZA (PR)



2

COMUNI



46 431

ABITANTI

Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Fidenza
- Salsomaggiore Terme

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C) e discarica di rifiuti urbani e speciali (D).

I 2 comuni del sito non hanno un alto livello di deprivazione.

Il 37,6% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 15,1/100.000 casi (+5,8%) nei maschi e una diminuzione di 1,1/100.000 casi (-0,7%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella FID_1**) mette in evidenza, in entrambi i generi, eccessi di rischio per le malattie dell'apparato digerente e difetti di rischio per quelle dell'apparato respiratorio. Un eccesso con stima incerta si osserva nei soli maschi per le malattie dell'apparato circolatorio e urinario, così come un eccesso con stima incerta nelle femmine si osserva per l'insieme dei tumori.

Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella FID_2**), in entrambi i generi si osservano eccessi di rischio per il tumore maligno del fegato e dei dotti biliari intraepatici; tra le femmine, vi è anche un eccesso di rischio per il tumore dello stomaco, pur con stima incerta. Un difetto del rischio in entrambi i generi si osserva per le malattie dell'apparato respiratorio.

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella FID_3**) evidenzia un eccesso di rischio in entrambi i generi per l'insieme delle cause naturali e per le malattie dell'apparato digerente. Un eccesso di rischio nei soli maschi si osserva anche per le malattie del sistema circolatorio. Un difetto nel rischio nei soli maschi si osserva per le malattie dell'apparato respiratorio e con stima incerta per l'insieme dei tumori, mentre un difetto di rischio nelle sole femmine si osserva per le malattie dell'apparato urinario. Per le cause di ricovero per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella FID_4**), emergono, in entrambi i generi, eccessi di rischio per i tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici. Si osserva un eccesso di rischio nei soli maschi per i tumori maligni della mammella, mentre si rileva un difetto di rischio, sempre nel medesimo genere, per i tumori maligni della vescica e per le malattie dell'apparato respiratorio.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** A fronte di un ridotto numero di decessi nelle sottoclassi di età, si osserva un eccesso della mortalità per tutti i tumori in età giovanile (20-29 anni, 3 casi) e sull'insieme delle età considerate (0-29 anni, 5 casi) (**Tabella FID_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta inferiore all'atteso nelle diverse classi di età considerate, tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni), ove si osserva un eccesso. Nel primo anno di vita, il deficit per tutte le cause è associato a un difetto per condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella FID_6**).

In età pediatrica (0-14 anni), si osservano eccessi di ricoverati per i tumori del sistema emolinfopoietico, in particolare, per linfomi e linfomi non Hodgkin sui due generi e per leucemia linfoide tra le sole femmine (3 casi, SHR 318; IC90% 127-795) (dati non in tabella). In età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), a tali eccessi si aggiunge anche quello per tutti i tumori (**Tabella FID_6**).

Nel complesso delle età 0-29 anni, si confermano gli eccessi sull'insieme dei due generi per tutti i tumori e per i tumori del tessuto linfoematopoietico. Tra questi ultimi, si osservano eccessi tra le sole femmine per leucemie linfoidi (4 casi, SHR 342; IC90% 154-763) (dati non in tabella) e tra i soli maschi per la malattia di Hodgkin (3 casi, SHR 276; IC90% 110-690).

Soltanto tra i giovani adulti (20-29 anni) si rileva un eccesso di ospedalizzazione, su stima incerta, per infezioni acute delle vie respiratorie. Si riporta un eccesso di ricoverati per malattie infettive in età pediatrico-adolescenziale e giovanile.

FID FIDENZA

Sezione anomalie congenite

Nel sito, i nati residenti nel periodo in studio 2009-2018 sono stati 3.885; nello stesso periodo, sono stati osservati complessivamente 100 casi con anomalie congenite (AC), con una prevalenza pari a 257,4 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta in linea con quella regionale (O/A 102; IC90% 86-121). Per nessuno dei gruppi di AC si osserva un eccesso o un difetto della prevalenza rispetto al numero di casi atteso, fatta eccezione per un eccesso del totale dei difetti cardiaci, non rilevato nel sottogruppo difetti cardiaci severi (Tabella FID_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Tra i grandi gruppi di cause emerge, per entrambi i generi, un segnale di eccesso di rischio relativo alle malattie dell'apparato digerente e di difetto relativo a quelle dell'apparato respiratorio. Entrambi i valori confermano un andamento già osservato nei precedenti rapporti.¹⁻³ Si conferma, inoltre, un segnale di eccesso per patologie circolatorie tra i maschi visibile in precedenza,^{2,3} anche se con stima incerta per i decessi.

In entrambi gli esiti e i generi, il rischio per tumore epatico (associato *a priori*, con evidenza limitata, alla presenza di discariche) è superiore all'atteso, seppur con stime imprecise. Ciò conferma quanto riscontrato nei precedenti Rapporti, tra cui quello del 2014, nel quale compariva anche un eccesso di incidenza.^{2,3} L'esposizione ad arsenico, riscontrato in suolo e acque di falda all'interno del sito, è associata con questo tipo di neoplasie.⁴ Negli stessi Rapporti si osservava un eccesso di rischio per il tumore allo stomaco (associato *a priori*, con evidenza limitata, alla presenza di industrie del settore chimico), di cui resta traccia nei dati di mortalità femminile.

Il rischio di ospedalizzazione per linfomi non Hodgkin (associati *a priori*, con evidenza limitata, alla presenza di discariche) appare in eccesso su tutte le età, sebbene con stime molto incerte. Le analisi per sottoclassi di età mostrano un eccesso per questi tumori in età pediatrico-adolescenziale (4 casi, SHR 252; IC90% 113-561).

Tra i maschi, si osservano valori superiori all'atteso nella mortalità per mesotelioma pleurico, con stima incerta (7 casi, SMR 170; IC90% 92-213) e nell'ospedalizzazione per tumori pleurici maligni (11 casi, SHR 167; IC90% 102-273). Sia nel Rapporto del 2019³ sia nello studio SENTIERI-ReNaM,⁵ si era, invece, rilevato un eccesso con stima incerta solo tra le femmine, mentre la mortalità maschile per mesotelioma risultava in eccesso nel primo Rapporto.¹

L'eccesso del totale dei difetti congeniti del cuore osservato nel sito è da attribuirsi ai difetti del setto interven-

tricolare (O/A 155; IC90% 111-211) (dato non in tabella), che rappresenta la forma più comune di cardiopatia congenita e non rientra nel sottogruppo delle cardiopatie severe. La storia naturale dei difetti del setto interventricolare, la maggior parte dei quali è soggetta a chiusura spontanea, determina una criticità nella classificazione e registrazione della casistica e, conseguentemente, nell'accuratezza della stima di occorrenza, come riportato in letteratura.^{6,7} Tali criticità potrebbero risultare ancora più evidenti nei casi rilevati attraverso i sistemi informativi correnti (schede di dimissione ospedaliera).

In conclusione, nell'ambito della sorveglianza sanitaria del sito, il riscontro che più sembra meritevole di approfondimento è l'eccesso di rischio per tumore epatico. A tal proposito, tramite indagine *ad hoc* sui flussi informativi sanitari (per esempio, schede di dimissione ospedaliera, visite specialistiche, consumo farmaci), sarebbe opportuno indagare se tale eccesso sia compatibile con la prevalenza di fattori di rischio diversi da quelli ambientali in ipotesi (quali, in particolare, epatite virale cronica ed epatopatia da alcol). Anche i linfomi non Hodgkin appaiono meritevoli di attenzione per la loro trasversalità anagrafica, quantomeno in termini di stretto monitoraggio.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:80-81.
2. Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:63-66.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:84-85.
4. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Arsenic, metals, fibres, and dusts. Volume 100C. Lyon, IARC, 2012.
5. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:55-56.
6. Hoffman JIE, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002;39(12):1890-900.
7. Cresti A, Giordano R, Koestenberger M et al. Incidence and natural history of neonatal isolated ventricular septal defects: Do we know everything? A 6-year single-center Italian experience follow-up. *Congenit Heart Dis* 2018;13(1):105-12.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

FID FIDENZA

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.289 | 101 (97-106) | 1.472 | 97 (93-101) |
| Tutti i tumori maligni | 406 | 104 (96-113) | 368 | 109 (100-118) |
| Malattie del sistema circolatorio | 439 | 106 (98-115) | 585 | 100 (93-107) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 95 | 84 (71-99) | 88 | 76 (64-91) |
| Malattie dell'apparato digerente | 60 | 132 (107-163) | 70 | 123 (101-150) |
| Malattie dell'apparato urinario | 30 | 132 (98-178) | 32 | 98 (74-131) |

Tabella FID_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table FID_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 28 | 108 (79-147) | 26 | 125 (91-173) |
| Tumori maligni del colon retto | 36 | 90 (69-119) | 42 | 111 (86-143) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 35 | 156 (119-206) | 20 | 155 (107-223) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 51 | 102 (81-128) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 14 | 79 (51-122) | 6 | 100 (52-194) |
| Linfomi non Hodgkin | 12 | 98 (61-158) | 11 | 98 (60-161) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 95 | 84 (71-99) | 88 | 76 (64-91) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella FID_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table FID_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 7.091 | 103 (101-105) | 7.545 | 103 (101-105) |
| Tutti i tumori maligni | 870 | 94 (89-100) | 862 | 97 (91-102) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.868 | 106 (102-110) | 1.569 | 101 (97-106) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.055 | 92 (87-97) | 1.063 | 99 (94-104) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.606 | 113 (108-117) | 1.191 | 108 (103-113) |
| Malattie dell'apparato urinario | 523 | 103 (96-111) | 360 | 90 (83-98) |

Tabella FID_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table FID_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 33 | 98 (74-131) | 28 | 115 (84-156) |
| Tumori maligni del colon retto | 97 | 108 (91-127) | 87 | 109 (91-130) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 59 | 171 (138-212) | 24 | 153 (109-213) |
| Tumori maligni della mammella | 5 | 233 (113-479) | 238 | 96 (86-107) |
| Tumori maligni del testicolo | 11 | 119 (73-195) | | |
| Tumori maligni della vescica | 112 | 83 (71-97) | 32 | 88 (66-118) |
| Linfomi non Hodgkin | 40 | 116 (89-150) | 30 | 103 (76-139) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1055 | 92 (87-97) | 1063 | 99 (94-104) |
| Asma | 12 | 118 (74-189) | 16 | 113 (75-170) |

Tabella FID_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table FID_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

FID FIDENZA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | <3 | | 5 | 69 (33-141) | 8 | 88 (49-156) | 9 | 136 (79-234) | 17 | 108 (73-161) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 255 (102-638) | 5 | 225 (109-462) |

Tabella FID_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table FID_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 390 | 90 (83-98) | 1169 | 90 (85-94) | 1456 | 91 (87-95) | 764 | 107 (101-114) | 2208 | 96 (93-99) |
| Malattie infettive e parassitarie | 29 | 116 (86-157) | 111 | 125 (107-146) | 125 | 125 (108-145) | 36 | 133 (102-175) | 161 | 127 (112-145) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 12 | 148 (92-236) | 20 | 170 (118-245) | 20 | 138 (96-199) | 40 | 154 (119-199) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | <3 | | 3 | 171 (69-429) | <3 | | 5 | 199 (97-409) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiatico | | | 8 | 205 (116-365) | 11 | 212 (130-346) | 4 | 117 (53-261) | 15 | 176 (116-269) |
| Linfomi | | | 4 | 268 (120-596) | 6 | 266 (137-514) | 3 | 114 (46-285) | 9 | 187 (109-321) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 136 (54-339) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 3 | 261 (104-653) | 4 | 252 (113-561) | <3 | | 6 | 178 (92-345) |
| Leucemie | | | 4 | 164 (73-364) | 5 | 168 (82-345) | <3 | | 6 | 160 (83-309) |
| Leucemia linfoide | | | 4 | 196 (88-436) | 5 | 210 (102-431) | <3 | | 5 | 180 (88-371) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 28 | 112 (82-153) | 58 | 108 (87-134) | 65 | 110 (90-135) | 122 | 109 (94-126) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 129 | 100 (86-115) | 133 | 99 (86-114) | 16 | 149 (99-224) | 149 | 103 (90-118) |
| Asma | | | 7 | 72 (39-134) | 8 | 79 (44-140) | <3 | | 9 | 80 (47-138) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 130 | 90 (78-104) | 163 | 85 (75-97) | 113 | 101 (86-118) | 274 | 91 (82-100) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 34 | 98 (74-130) | 41 | 96 (75-125) | 27 | 108 (79-148) | 68 | 101 (83-124) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 190 | 82 (73-92) | | | | | | | | |

Tabella FID_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table FID_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

FID FIDENZA

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 100 | 257,4 | 102 | (86-121) |
| Sistema nervoso | 7 | 18,0 | 96 | (45-182) |
| Cuore | 43 | 110,7 | 133 | (101-172) |
| Cuore severo | 8 | 20,6 | 100 | (49-181) |
| Palato-labbro | 4 | 10,3 | 88 | (30-202) |
| Apparato digerente | 3 | 7,7 | 41 | (11-108) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 11 | 28,3 | 95 | (53-158) |
| Genitali | 12 | 30,9 | 137 | (78-222) |
| Arti | 10 | 25,7 | 73 | (39-123) |
| Cromosomiche | 12 | 30,9 | 88 | (51-143) |

Tabella FID_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2009-2018.

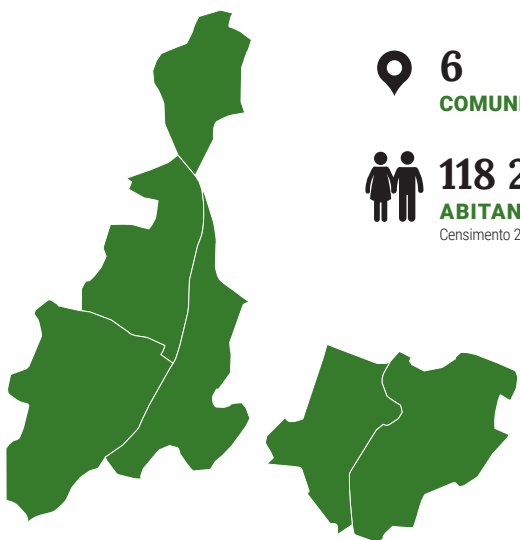
Table FID_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2009-2018.



SAS



SASSUOLO (MO)
E SCANDIANO (RE)



6
COMUNI

118 230
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Casalgrande
- Castellarano
- Castelvetro di Modena
- Maranello
- Rubiera
- Sassuolo

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un polo industriale di produzione delle ceramiche (C).

Due dei sei Comuni del sito hanno un basso livello di deprivazione.

Il 57,6% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 6,9/100.000 casi (-2,7%) nei maschi e un aumento di 2,8/100.000 casi (+1,8%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per i principali gruppi di cause è in eccesso nel genere femminile; si riscontra poi un difetto (stima incerta) per le malattie circolatorie nello stesso genere, un difetto e un eccesso per le malattie respiratorie, rispettivamente, nei maschi e nelle femmine, con stime incerte in entrambi i casi (**Tabella SAS_1**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata con le *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, si conferma quanto già detto per le malattie respiratorie (**Tabella SAS_2**). Per quanto riguarda l'asma bronchiale, la nume-

rosità dei casi nei maschi è inferiore a tre, rendendo impossibile elaborare una stima, nelle femmine cinque casi generano un eccesso con una stima imprecisa.

■ **Ospedalizzazione.** I ricoveri nel periodo 2014-2018 mostrano eccessi in entrambi i generi per tutte le cause naturali, per le malattie respiratorie, dell'apparato digerente e dell'apparato urinario (nei maschi con stima incerta). Nei maschi è presente un eccesso per tutti i tumori maligni, e per le malattie circolatorie con una stima incerta (**Tabella SAS_3**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* con *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, si riscontra un difetto per il tumore del colon retto in entrambi i generi (stima incerta e imprecisa nelle femmine) e quanto già riportato sopra per le malattie respiratorie. Si osservano eccessi per l'asma bronchiale in entrambi i generi con stime imprecise (**Tabella SAS_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale è in eccesso in età pediatrica (su stima incerta) e pediatrico-adolescenziale e, solo nel genere femminile, anche tra i giovani (20-29 anni: 10 casi, SMR 188; IC90% 112-315) e nel complesso delle età 0-29 anni (25 casi, SMR 165; IC90% 119-228). Si osserva, inoltre, un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio in età 0-29 anni (**Tabella SAS_5**).

■ **Ospedalizzazione.** I ricoverati per tutte le cause naturali sono in difetto nel primo anno di vita, in linea con l'atteso in età pediatrico-adolescenziale e in eccesso in età giovanile (20-29 anni). In tutte le classi di età, si rileva un eccesso di ospedalizzazione per malattie dell'apparato digerente; le malattie infettive e parassitarie e l'asma sono sempre in eccesso, tranne che nel gruppo dei giovani adulti (**Tabella SAS_6**).

Nel primo anno di vita, si osserva un difetto per condizioni morbose di origine perinatale.

In età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), si rileva un difetto per malattie del sistema circolatorio e un eccesso di linfomi non Hodgkin tra i maschi (7 casi, SHR 245; IC90% 133-451) e di leucemie tra le femmine (7 casi, SHR 188; IC90% 102-347). Si osserva, inoltre, un eccesso di leucemie mieloidi sui due generi (**Tabella SAS_6**).

In età giovanile, si registra un eccesso di ricoveri per malattie dell'apparato urinario tra le femmine (55 casi, SHR 127; IC90% 102-159).

Nella classe di età più ampia (0-29 anni), si registrano eccessi di ospedalizzazione per i tumori del tessuto linfoematopoietico e linfomi non Hodgkin nei due generi (**Tabella SAS_6**), in particolare tra i maschi (● linfoematopoietico: 20 casi, SHR 153; IC90% 106-221 ● linfomi non Hodgkin: 11 casi, SHR 217; IC90% 133-354).

SAS SASSUOLO E SCANDIANO

Sezione anomalie congenite

I nati da madri residenti nel sito nel periodo 2009-2018 sono stati 11.214; sono stati osservati complessivamente 253 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 225,6 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta più bassa rispetto all'atteso regionale (O/A 90; IC90% 81-100). Si osserva un eccesso delle AC dei genitali rispetto al valore atteso e un difetto per i gruppi delle AC del sistema nervoso e dell'apparato urinario (**Tabella SAS_7**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

In primo luogo, va segnalato che in questo studio, a differenza del precedente,¹ non è stata rilevata un'indicazione di bassa qualità della codifica delle cause di morte.

Il quadro relativo alla mortalità per i grandi gruppi di cause non è sovrapponibile a quanto osservato in precedenza, che metteva in luce esclusivamente un difetto per tutti i tumori maligni nelle femmine.

La mortalità per le cause con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con l'esposizione ambientale presente nel sito, dati in linea con l'atteso nel precedente citato studio, mostra un difetto e un eccesso per le malattie respiratorie, rispettivamente, nei maschi e nelle femmine, con stime incerte in entrambi i casi. Si conferma quanto osservato per l'asma bronchiale. Un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio è rilevato in età 0-29 anni (3 decessi, SMR 316; IC90% 126-791).

Per alcuni grandi gruppi di cause, nei ricoveri si osserva una parziale similitudine con lo studio precedente (si rimanda ai dati sugli apparati digerente e urinario nelle femmine presenti nella **Tabella SAS_3**).

Alcuni dati relativi alle cause di ricovero di interesse a priori (**Tabella SAS_4**), confermano quanto osservato in precedenza per tumore del colon retto, malattie respiratorie e asma in entrambi i generi.

L'ospedalizzazione per asma è in eccesso in età pediatrica (0-14 anni) e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), ma non tra i giovani adulti (20-29 anni), in linea con quanto osservato nel precedente Rapporto.¹

García-Pérez et al. hanno studiato, rispettivamente, la mortalità per tumore della mammella femminile^{2,3} e la sua incidenza, in residenti in prossimità di aziende di produzione della ceramica in Spagna, rilevando nel primo caso

un rischio relativo (RR) pari a 1,05 (IC95% 1,00-1,09) a 5 km di distanza dall'impianto, nel secondo un *odds ratio* (OR), pari a 4,19 (IC95% 1,00-17,52) a 1 km e un OR di 4,71 (IC95% 1,62-13,66) a 1,5 km dall'impianto. Nel sito oggetto del presente studio, non si osservano eccessi per questa patologia nelle femmine: mortalità e ricoveri risultano, rispettivamente, pari a 98 (SMR 98; IC90% 83-116) e 522 osservati (SHR 91; IC90% 85-98). I dati nella popolazione maschile, non stimati per la mortalità (<3 casi), presentano per i ricoveri 4 osservati (SHR 83; IC90% 37-184).

Benedetti et al. hanno studiato l'incidenza per genere del tumore della tiroide in alcuni siti, incluso Sassuolo-Scandiano.⁴ In quest'area, nel periodo 2006-2012, hanno riscontrato eccessi nei maschi (classe di età 15-39) e, in entrambi i generi, nella classe 40+. Nel presente studio, i dati per i ricoveri per questa patologia mostrano un difetto nei maschi, a fronte di un eccesso nelle femmine, entrambi con stime incerte e imprecise, rispettivamente, 34 (SHR 94; IC90% 71-125) e 100 casi osservati (SHR 107; IC90% 91-126).

Un eccesso di casi con AC dei genitali era stato osservato anche nel precedente Rapporto SENTIERI.¹ La quasi totalità (40 su 41) delle AC dei genitali registrate è rappresentato da ipospadie. La metodologia di raccolta dei casi attraverso un sistema multisorgente adottato dal Registro regionale delle AC dell'Emilia-Romagna potrebbe generare alcune distorsioni nella stima di prevalenza specificamente per le ipospadie, in particolare per le forme lievi, come riportato in uno studio specifico condotto dallo stesso Registro.⁵ È auspicabile effettuare un approfondimento specifico sia in termini di accertamento diagnostico dei casi di ipospadia rilevati attraverso ricerca attiva dai sistemi informativi correnti sia attraverso una specifica indagine epidemiologica.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:87-89.
2. García-Pérez J, Pérez-Abad N, Lope V et al. Breast and prostate cancer mortality and industrial pollution. *Environ Pollut* 2016;214:394-99.
3. García-Pérez J, Lope V, Pérez-Gómez B et al. Risk of breast cancer and residential proximity to industrial installations: New findings from a multicase-control study (MCC-Spain). *Environ Pollut* 2018;237:559-68.
4. Benedetti M, Zona A, Contiero P, D'Armiento E, Iavarone I, Airtum Working Group. Incidence of Thyroid Cancer in Italian Contaminated Sites. *Int J Environ Res Public Health* 2020;18(1):191.
5. Ballardini E, Armaroli A, Finessi N, Maietti E, Astolfi G, Neville AJ. Hypospadias prevalence in the Emilia Romagna Region registry: Increasing or methodology? *J Pediatr Urol* 2020;16(4):448.e1-7.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

SAS SASSUOLO E SCANDIANO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 2.496 | 101 (98-105) | 2.726 | 104 (101-107) |
| Tutti i tumori maligni | 803 | 99 (93-105) | 654 | 100 (94-107) |
| Malattie del sistema circolatorio | 772 | 101 (95-107) | 918 | 95 (90-100) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 194 | 96 (86-108) | 200 | 105 (93-118) |
| Malattie dell'apparato digerente | 86 | 95 (80-114) | 101 | 102 (87-120) |
| Malattie dell'apparato urinario | 39 | 98 (76-128) | 44 | 82 (64-105) |

Tabella SAS_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SAS_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 58 | 108 (87-133) | 35 | 91 (69-120) |
| Tumori maligni del colon retto | 73 | 89 (74-108) | 57 | 82 (66-101) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 194 | 96 (86-108) | 200 | 105 (93-118) |
| Asma | <3 | | 5 | 223 (109-458) |

Tabella SAS_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SAS_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 17.231 | 102 (101-104) | 17.356 | 103 (101-104) |
| Tutti i tumori maligni | 2.174 | 105 (101-108) | 1.969 | 101 (97-105) |
| Malattie del sistema circolatorio | 4.064 | 102 (99-104) | 3.098 | 99 (96-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.901 | 109 (106-112) | 2.444 | 106 (103-110) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3.684 | 106 (103-109) | 2.944 | 117 (113-120) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.208 | 105 (100-110) | 963 | 115 (109-121) |

Tabella SAS_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SAS_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 79 | 108 (90-130) | 42 | 87 (68-113) |
| Tumori maligni del colon retto | 161 | 81 (71-92) | 151 | 92 (81-106) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.901 | 109 (106-112) | 2.444 | 106 (103-110) |
| Asma | 64 | 233 (189-286) | 88 | 250 (210-298) |

Tabella SAS_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SAS_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

SAS SASSUOLO E SCANDIANO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|-------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 13 | 100 (63-157) | 28 | 137 (100-186) | 36 | 140 (107-184) | 17 | 99 (66-147) | 53 | 124 (99-155) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 5 | 164 (80-337) | <3 | | 6 | 98 (51-190) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 316 (126-791) |
| Malattie respiratorie acute | | | <3 | | <3 | | <3 | | <3 | |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 4 | 55 (25-122) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 6 | 190 (98-367) | | | | | | | | |

Tabella SAS_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SAS_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.018 | 89 (85-94) | 3.664 | 99 (96-101) | 4.522 | 99 (97-102) | 1.951 | 105 (101-109) | 6.405 | 101 (99-103) |
| Malattie infettive e parassitarie | 95 | 143 (121-170) | 379 | 151 (139-164) | 396 | 141 (129-153) | 68 | 97 (80-118) | 464 | 132 (122-143) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 24 | 102 (73-142) | 43 | 127 (99-163) | 39 | 104 (80-136) | 81 | 115 (96-138) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 3 | 76 (30-190) | 5 | 99 (48-204) | 4 | 190 (85-424) | 9 | 128 (75-221) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoietico | | | 13 | 114 (73-179) | 20 | 133 (92-192) | 12 | 135 (85-217) | 32 | 135 (101-181) |
| Linfomi | | | 5 | 113 (55-233) | 9 | 137 (80-236) | 10 | 147 (88-245) | 19 | 144 (99-210) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 66 (30-147) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 4 | 118 (53-264) | 7 | 152 (82-280) | 8 | 171 (96-304) | 15 | 163 (107-248) |
| Leucemie | | | 9 | 126 (73-217) | 12 | 139 (87-223) | <3 | | 14 | 132 (85-204) |
| Leucemia linfoide | | | 6 | 101 (52-194) | 7 | 101 (55-186) | <3 | | 8 | 101 (57-179) |
| Leucemia mieloide | | | 3 | 226 (90-565) | 5 | 257 (125-529) | <3 | | 6 | 199 (103-385) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 70 | 96 (79-116) | 123 | 80 (69-93) | 171 | 111 (98-126) | 292 | 95 (87-105) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 335 | 93 (85-102) | 351 | 94 (86-103) | 24 | 86 (61-120) | 375 | 94 (86-102) |
| Asma | | | 89 | 322 (271-383) | 93 | 320 (270-379) | <3 | | 95 | 299 (252-354) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 511 | 121 (113-130) | 665 | 120 (113-128) | 337 | 116 (106-126) | 998 | 119 (113-125) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 101 | 104 (88-122) | 121 | 101 (87-118) | 75 | 116 (96-140) | 194 | 106 (94-119) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 447 | 73 (67-79) | | | | | | | | |

Tabella SAS_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SAS_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

SAS SASSUOLO E SCANDIANO

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 253 | 225,6 | 90 | (81-100) |
| Sistema nervoso | 8 | 7,1 | 38 | (19-69) |
| Cuore | 91 | 81,1 | 97 | (81-116) |
| Cuore severo | 28 | 25,0 | 121 | (85-167) |
| Palato-labbro | 13 | 11,6 | 99 | (58-158) |
| Apparato digerente | 24 | 21,4 | 115 | (79-163) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 19 | 16,9 | 57 | (37-84) |
| Genitali | 41 | 36,6 | 162 | (122-211) |
| Arti | 30 | 26,8 | 75 | (54-103) |
| Cromosomiche | 29 | 25,9 | 74 | (53-101) |

Tabella SAS_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2009-2018.

Table SAS_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2009-2018.



Centro



TOSCANA

PIO

PIOMBINO (LI)



1
COMUNE

33 180
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

• Piombino

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'area portuale (AP), di un'industria chimica (C) e una siderurgica (S), di una centrale termoelettrica (E) e di una discarica di rifiuti pericolosi (D).

Il comune di Piombino ha un livello medio di deprivazione. Il 45,2% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 14,7/100.000 casi (-5,6%) nei maschi e un aumento di 19,1/100.000 casi (+11,9%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale nel sito di Piombino risulta più alta di quella attesa su base regionale in entrambi i generi (**Tabella PIO_1**). I decessi per le malattie sia del sistema circolatorio sia dell'apparato digerente sono in eccesso solo per le femmine. Un difetto si riscontra per le malattie respiratorie nelle femmine.

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata (**Tabella PIO_2**), si osservano eccessi di mortalità per il tumore della vescica in entrambi i generi; per il tumore della trachea, dei bronchi e del polmone e per il mesotelioma della pleura nei maschi; per il tumore del colon retto nelle femmine.

La mortalità per le malattie respiratorie acute risulta in difetto in entrambi i generi; nelle femmine, si osserva un difetto anche per le malattie respiratorie croniche.

Gli eccessi in entrambi i generi della causa «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti» indicano una bassa qualità della codifica delle cause di morte (● maschi: SMR 250; IC90% 197-318 ● femmine: SMR 266; IC90% 227-312).

■ **Ospedalizzazione.** Per i ricoveri per le principali cause (**Tabella PIO_3**), si osserva in entrambi i generi un eccesso sia per tutti i tumori maligni sia per le malattie

dell'apparato digerente, e un difetto per le malattie dell'apparato respiratorio. Nei soli maschi, si osserva un eccesso per le malattie del sistema circolatorio e un difetto per le malattie dell'apparato urinario.

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata (**Tabella PIO_4**), si osservano eccessi di ricoverati per tutti i tumori maligni e per il tumore della vescica in entrambi i generi; per il tumore del colon retto, per il tumore della trachea, dei bronchi e del polmone e per quello della pleura nei soli maschi. Tra le sole femmine, si osservano eccessi per il tumore al fegato e per le leucemie.

I difetti di ricoverati si osservano in entrambi i generi per le malattie respiratorie, per le malattie polmonari acute e per l'insufficienza renale cronica. Per le sole femmine, si osserva un difetto per le malattie polmonari cronico-ostruttive.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale, basata su pochi decessi, appare in eccesso, sebbene con stime incerte.

Si riscontra un eccesso per tutti i tumori basato su 3 casi nella classe pediatrico-adolescenziale (**Tabella PIO_5**).

■ **Ospedalizzazione.** I ricoverati per l'insieme delle cause naturali sono in difetto rispetto all'atteso in tutte le classi di età analizzate (**Tabella PIO_6**). In età pediatrica, si rileva un eccesso di ricoverati per tutti i tumori (attribuibile ai maschi, 6 casi, SHR 253; IC90% 131-489), per i tumori del tessuto linfomatopoietico e, in particolare, alle leucemie (**Tabella PIO_6**). Sempre in età pediatrica, si rileva che le malattie dell'apparato digerente sono in eccesso tra i maschi (62 casi, SHR 126; IC90% 102-155) e in difetto tra le femmine (19 casi, SHR 58; IC90% 40-85).

Le infezioni respiratorie acute sono in difetto, tranne che tra i giovani (20-29 anni), per i quali si osserva un eccesso esclusivamente riferito al genere maschile (7 casi, SHR 296; IC90% 161-546). Sempre in età giovanile, ma tra le femmine, si rileva un eccesso per le patologie dell'apparato urinario (12 su 13 casi, SHR 210; IC90% 131-336) e un difetto di ospedalizzazione per malattie dell'apparato digerente in entrambi i generi. Le patologie del sistema circolatorio sono in difetto in tutte le sottoclassi di età analizzate, ma con alta incertezza in età pediatrica.

Sezione anomalie congenite

Nel periodo 2010-2019, sono stati sorvegliati complessivamente 2.070 nati residenti nel comune di Piombino; nello stesso periodo, sono stati registrati 58 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza superiore a quella attesa calcolata su base regionale (O/A 131; IC90% 104-163). Sono risultate superiori all'atteso le AC dei genitali e degli arti (**Tabella PIO_7**).

PIO PIOMBINO

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

In generale, le analisi di mortalità del sito continuano a mostrare diverse criticità di salute rispetto al riferimento regionale. La mortalità generale risulta più alta di quella attesa su base regionale in entrambi i generi, mentre nel periodo precedente risultava in eccesso solo nelle femmine.¹ Sempre per le femmine, si conferma l'eccesso per le malattie del sistema circolatorio già riscontrato nel periodo 2006-2013 e si è messo in evidenza un eccesso per le malattie dell'apparato digerente precedentemente non osservato.¹

Nei maschi, il profilo di ospedalizzazione appare ben diverso da quello di mortalità: non si osserva un eccesso per tutte le cause e compaiono eccessi per tutti i tumori maligni, per le malattie del sistema circolatorio e dell'apparato digerente (non presenti nelle analisi della mortalità).

Nelle femmine, con le analisi dei ricoverati si rafforza l'eccesso per tutti i tumori maligni, non è più presente l'eccesso per le malattie del sistema circolatorio osservato per la mortalità e si conferma l'eccesso per le malattie dell'apparato digerente.

Le analisi per classi di età mettono in luce in età pediatrica (0-14 anni) un eccesso di ospedalizzazione per malattie dell'apparato digerente tra i maschi (62 casi, SHR 126; IC90% 102-155) e un difetto tra le femmine (19 casi, SHR 58; IC90% 40-85). In età giovanile (20-29 anni), le patologie dell'apparato digerente sono in difetto in entrambi i generi. Il dato già riportato relativo alla carente qualità della certificazione di morte potrebbe portare a una distorsione delle stime puntuali.

Da una lettura combinata dei risultati ottenuti dalle diverse analisi si evincono, in generale, criticità maggiori per quanto riguarda le patologie del sistema circolatorio e dell'apparato digerente in entrambi i sessi.

La presenza di eccessi per le malattie circolatorie in entrambi i sessi sono in parte da ricondurre a esposizioni a inquinamento atmosferico da PM, pur sapendo che tali malattie hanno un'eziologia multifattoriale con un peso importante dato da fattori come lo stile di vita, l'abitudine al fumo, l'alimentazione non corretta e lo stato socio-economico deprivato.²⁻⁵

Le cause maggiormente associate a insorgenza di malattie dell'apparato digerente sono il fumo attivo, l'abitudine all'alcol e un'alimentazione non corretta.⁵

Gli eccessi per tutti i tumori osservati nelle sole analisi di ospedalizzazione, pur nella consapevolezza che siano meno informativi rispetto alle analisi di incidenza, possono essere associabili a effetti combinati delle esposizioni ambientali, a impianto siderurgico e/o centrale elettrica presenti nel sito, con la deprivazione socioeconomica e/o esposizioni a stili di vita non corretti.⁵ A tal riguardo, si segnalano eccessi di ospedalizzazione per tutti i tumori an-

che in età pediatrica (0-14 anni: 6 su 7 casi, SHR 253; IC90% 131-489), associato ai tumori del tessuto linfomatopoietico, in particolare alle leucemie; queste ultime osservate in eccesso anche nel precedente Rapporto.

Tra le cause selezionate *a priori*, il tumore della vescica non è stato riportato nei risultati del periodo precedente, in quanto per questo tumore le evidenze di associazione con le esposizioni a discariche di rifiuti pericolosi erano precedentemente inadeguate rispetto all'aggiornamento che riporta evidenze limitate. Gli eccessi riportati per la mortalità in entrambi i generi sono confermati da quelli delle analisi dei ricoverati. Dunque per il tumore della vescica, essendo risultato in eccesso in entrambi i generi, si avvalorza l'ipotesi di un ruolo dell'esposizione a discariche, pur tenendo presente che altri fattori possono aver contribuito all'eccesso, come l'abitudine al fumo e l'occupazione.⁵

Gli eccessi di mortalità osservati per tumore del polmone e per mesotelioma della pleura nei maschi risultano più elevati rispetto al periodo precedente. Dal confronto delle analisi dei ricoveri con quelle della mortalità, si confermano gli eccessi osservati per il tumore del polmone e della pleura, e si aggiunge l'eccesso per il tumore del colon retto. Per questi eccessi si può ipotizzare un'associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito (impianti chimici per il tumore del colon retto, impianto siderurgico e centrale elettrica per il tumore del polmone e area portuale per il tumore della pleura), ma, essendo presenti solo per il genere maschile, potrebbero essere maggiormente ascrivibili a esposizioni professionali e ad abitudini al fumo.⁵

Nelle femmine, l'eccesso di mortalità per tumori del colon retto non era precedentemente presente. Questo eccesso può essere in parte ricondotto alle esposizioni all'industria chimica presente nel sito, pur tenendo presente che l'abitudine al fumo e all'alcol e la dieta sono fattori di rischio per tale patologia.⁵

Dalle analisi dei ricoverati, non si conferma l'eccesso di mortalità per tumore del colon retto e si aggiungono gli eccessi per il tumore del fegato e per le leucemie. Parte degli eccessi del tumore al fegato e delle leucemie (pur sapendo che sono presenti solo per l'ospedalizzazione) possono essere in parte attribuibili, rispettivamente, a esposizioni a discariche e impianto siderurgico, entrambi presenti nel sito.

Nelle femmine, la mortalità per malattie respiratorie, sia croniche sia acute, permane più bassa di quanto atteso. Per i maschi, il difetto di mortalità è presente solo per le malattie respiratorie acute. Le analisi dei ricoverati confermano i risultati ottenuti tramite l'indicatore di mortalità. Si segnala, altresì, che le analisi per sottoclassi di età hanno messo in evidenza che le infezioni respiratorie acute sono in eccesso tra i giovani (20-29 anni), ma solo nel

PIO PIOMBINO

genere maschile (7 casi, SHR 296; IC90% 161-546). Questi risultati sono in controtendenza rispetto a quanto è atteso sulla base delle evidenze (seppur limitate) di associazioni con tutte le tipologie di esposizione ambientale presenti nel sito.

Gli eccessi per le AC degli arti e dei genitali confermano i risultati osservati nei precedenti studi e, seppur basati su una casistica di numerosità limitata, meritano una sorveglianza epidemiologica continua.^{1,6} Nella presente analisi non si conferma, invece, l'eccesso per le anomalie cardiache osservato nelle precedenti. Si riporta, rispetto alla precedente osservazione riferita al periodo 2002-2015, un decremento generale del tasso di occorrenza del totale delle AC.

Dall'attività di sorveglianza epidemiologica condotta dal Registro toscano difetti congeniti, negli ultimi anni si osserva nell'area un decremento nel rapporto osservati/attesi rispetto alla regione, osservazione che necessita di essere monitorata nel tempo.^{7,8}

Anche se la metodologia dello studio non permette di stimare associazioni di rischio, è comunque in grado sia di indicare lo stato di salute delle popolazioni residenti nei territori in studio sia di generare ipotesi di associazioni di rischio da approfondire con studi analitici.

A tal proposito, per quanto riguarda il rischio neoplastico, alcune indicazioni vengono certamente fornite dai dati di ospedalizzazione, ma la miglior metodologia di indagine richiederebbe l'analisi diretta dei dati di incidenza che non sono purtroppo disponibili per l'area in esame.

Nell'ambito dell'Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela ed il controllo della salute della popolazione e dell'ambiente nei Comuni delle aree SIN della Toscana, sottoscritto in data 20.01.2020,⁹ sono state definite le attività relative alla conduzione di uno studio epidemiologico microgeografico con l'obiettivo di comprendere con maggiore precisione la distribuzione delle criticità di salute nella popolazione e sul territorio, e la vulnerabilità della popolazione rispetto ai fattori di rischio

(All. 1 della Delibera n. 1520 del 09.12.2019). Al fine di raggiungere gli obiettivi dello studio, sarà necessaria un'analisi epidemiologica di coorte residenziale retrospettiva con utilizzo di dati individuali di tipo anagrafico e sanitario, tra cui quelli dei registri di mortalità, delle malformazioni congenite e dei tumori, e i dati delle schede di dimissione ospedaliera.

Settimo et al. hanno studiato, nello stesso periodo temporale di questo Rapporto SENTIERI, la mortalità e i ricoveri ospedalieri in questo sito in relazione alla presenza di specifici inquinanti.¹⁰

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:90-92.
2. Dominski FH, Lorenzetti Branco JH, Buonanno G, Stabile L, da Silva MG, Andrade A. Effects of air pollution on health: A mapping review of systematic reviews and meta-analyses. *Environ Res* 2021;201:111487.
3. Liu C, Chen R, Sera F et al. Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *N Engl J Med* 2019;381(8):705-15.
4. Sanyal S, Rochereau T, Maesano CN, Com-Ruelle L, Annesi-Maesano I. Long-term effect of outdoor air pollution on mortality and morbidity: a 12-year follow-up study for metropolitan France. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(11):2487.
5. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I et al. SENTIERI. Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;5-6 Suppl. 3:1-96.
6. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
7. Agenzia Regionale di Sanità Toscana. Nati vivi e IVG con almeno una malformazione congenita. Disponibile all'indirizzo: https://www.ars.toscana.it/banche-dati/dettaglio_indicatore-263-nati-vivi-ivg-almeno-malformazione-congenita?provenienza=consultati&par_top_geografia=090&dettaglio=ric_anno_ausl
8. Pierini A, Coi A, Marrucci S et al. Registro Toscano Difetti Congeniti. Rilevazione dei difetti congeniti nel periodo prenatale, alla nascita, nel primo anno di vita. Rapporto 2020: Dati 2018. Disponibile all'indirizzo: <http://www.rtdc.it/pubblicazioni.htm>
9. Regione Toscana. Schema di Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela ed il controllo della salute della popolazione e dell'ambiente nei comuni delle aree SIN della Toscana. Approvazione. Delibera n. 1520 del 09.12.2019. Disponibile all'indirizzo: <http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/DettaglioAttiG.xml?codprat=2019DG00000001785>
10. Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

PIO PIOMBINO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.142 | 106 (101-111) | 1.246 | 107 (102-112) |
| Tutti i tumori maligni | 350 | 103 (94-112) | 290 | 109 (99-120) |
| Malattie del sistema circolatorio | 373 | 105 (96-114) | 485 | 109 (101-118) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 97 | 101 (86-120) | 62 | 74 (60-91) |
| Malattie dell'apparato digerente | 41 | 109 (85-141) | 54 | 127 (102-159) |
| Malattie dell'apparato urinario | 21 | 104 (72-148) | 27 | 122 (89-167) |

Tabella PIO_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIO_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 350 | 103 (94-112) | 290 | 109 (99-120) |
| Tumori maligni dello stomaco | 19 | 81 (55-117) | 10 | 61 (37-102) |
| Tumori maligni del colon retto | 34 | 100 (76-133) | 42 | 141 (109-181) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 21 | 115 (81-164) | 15 | 146 (96-223) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 104 | 120 (102-141) | 35 | 97 (73-128) |
| Mesotelioma della pleura | 6 | 240 (124-464) | <3 | |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 31 | 81 (61-109) |
| Tumori maligni della prostata | 22 | 80 (57-114) | | |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni del rene | 7 | 72 (39-133) | 8 | 150 (85-266) |
| Tumori maligni della vescica | 25 | 138 (99-191) | 14 | 280 (181-433) |
| Linfomi non Hodgkin | 8 | 87 (49-154) | 7 | 84 (46-156) |
| Leucemie | 8 | 63 (36-113) | 13 | 126 (80-198) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 97 | 101 (86-120) | 62 | 74 (60-91) |
| Malattie respiratorie acute | 10 | 43 (26-71) | 14 | 54 (35-84) |
| Malattie polmonari croniche | 56 | 118 (95-147) | 20 | 61 (42-88) |
| Asma | <3 | | 3 | 220 (88-551) |
| Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali | 19 | 122 (84-177) | 20 | 120 (83-172) |
| Insufficienza renale cronica | 8 | 104 (59-185) | 8 | 117 (66-208) |

Tabella PIO_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIO_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

PIO PIOMBINO

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 5.068 | 101 (99-104) | 5.128 | 101 (98-103) |
| Tutti i tumori maligni | 773 | 111 (104-117) | 697 | 107 (101-114) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.487 | 104 (100-109) | 1.190 | 101 (96-106) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 742 | 87 (82-92) | 606 | 79 (74-85) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.224 | 108 (103-113) | 894 | 108 (102-114) |
| Malattie dell'apparato urinario | 287 | 90 (81-99) | 228 | 96 (86-107) |

Tabella PIO_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIO_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 773 | 111 (104-117) | 697 | 107 (101-114) |
| Tumori maligni dello stomaco | 34 | 114 (86-152) | 15 | 79 (52-121) |
| Tumori maligni del colon retto | 102 | 123 (105-145) | 73 | 103 (85-124) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 32 | 119 (89-159) | 26 | 200 (145-276) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 101 | 118 (100-139) | 48 | 113 (89-143) |
| Tumori maligni della pleura | 9 | 244 (142-419) | 3 | 201 (80-503) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 5 | 83 (40-171) | 7 | 146 (79-269) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 185 | 97 (86-110) |
| Tumori maligni della prostata | 63 | 82 (67-101) | | |
| Tumori maligni del testicolo | 8 | 126 (71-224) | | |
| Tumori maligni del rene | 36 | 106 (81-140) | 20 | 108 (75-155) |
| Tumori maligni della vescica | 144 | 117 (102-134) | 45 | 141 (110-180) |
| Linfomi non Hodgkin | 26 | 119 (86-164) | 21 | 121 (84-172) |
| Leucemie | 19 | 123 (85-179) | 19 | 152 (105-222) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 742 | 87 (82-92) | 606 | 79 (74-85) |
| Malattie respiratorie acute | 178 | 69 (61-78) | 156 | 66 (58-76) |
| Malattie polmonari croniche | 27 | 80 (58-110) | 10 | 35 (21-59) |
| Asma | 5 | 111 (54-229) | 4 | 68 (30-151) |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 141 | 99 (86-114) | 103 | 92 (78-108) |
| Insufficienza renale cronica | 50 | 76 (60-96) | 22 | 51 (36-73) |

Tabella PIO_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIO_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

PIO PIOMBINO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|--------------|------|---------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | <3 | | 4 | 115 (52-257) | 6 | 124 (64-240) | 5 | 137 (67-281) | 11 | 130 (79-212) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 3 | 387 (155-969) | <3 | | 4 | 308 (138-685) |

Tabella PIO_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PIO_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|---------------|------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 103 | 75 (64-88) | 593 | 86 (81-92) | 803 | 91 (86-96) | 361 | 96 (88-105) | 1.149 | 92 (88-97) |
| Malattie infettive e parassitarie | 4 | 37 (16-82) | 17 | 40 (27-60) | 18 | 36 (24-53) | 10 | 65 (39-109) | 28 | 43 (32-59) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 7 | 156 (84-287) | 8 | 118 (66-209) | 8 | 101 (57-180) | 16 | 110 (73-166) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 5 | 262 (127-538) | 5 | 184 (89-378) | <3 | | 5 | 110 (54-226) |
| Leucemie | | | 4 | 411 (184-915) | 4 | 327 (147-729) | <3 | | 4 | 247 (111-551) |
| Leucemia linfoide | | | 3 | 362 (144-905) | 3 | 304 (121-760) | <3 | | 3 | 250 (100-626) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 16 | 94 (63-142) | 22 | 66 (47-94) | 18 | 63 (43-92) | 40 | 65 (50-84) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 12 | 25 (15-40) | 12 | 24 (15-38) | 7 | 164 (89-303) | 19 | 34 (24-50) |
| Asma | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 60 (24-149) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 81 | 99 (82-119) | 109 | 93 (80-109) | 53 | 76 (61-95) | 161 | 87 (76-99) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 20 | 79 (55-114) | 24 | 78 (56-109) | 13 | 130 (82-204) | 36 | 90 (68-118) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 36 | 83 (64-110) | | | | | | | | |

Tabella PIO_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PIO_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 58 | 280,2 | 131 | (104-163) |
| Sistema nervoso | <3 | | | |
| Cuore | 14 | 67,6 | 89 | (54-140) |
| Cuore severo | <3 | | | |
| Palato-labbro | 4 | 19,3 | 233 | (79-540) |
| Apparato digerente | 3 | 14,5 | 113 | (31-295) |
| Parete addominale | 0 | | | |
| Apparato urinario | 6 | 29,0 | 111 | (48-221) |
| Genitali | 11 | 53,1 | 305 | (170-509) |
| Arti | 13 | 62,8 | 335 | (197-536) |
| Cromosomiche | 6 | 29,0 | 65 | (28-129) |

Tabella PIO_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2010-2019.

Table PIO_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2010-2019.



TOSCANA

LIV

LIVORNO



2

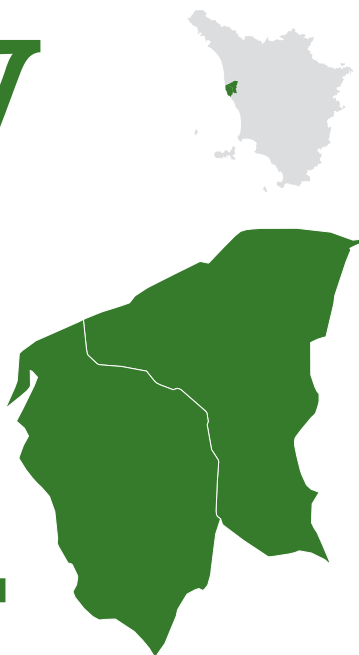
COMUNI



173 545

ABITANTI

Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Collesalveti
- Livorno

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'area portuale (AP) e di una raffineria (P&R).

Il Comune di Livorno ha un alto livello di deprivazione.

Il 55,1% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 14,1/100.000 casi (+5,3%) nei maschi e di 3,6/100.000 casi (+2,2%) nelle femmine.

I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale nel sito di Livorno risulta più alta di quella attesa su base regionale in entrambi i generi (**Tabella LIV_1**). I decessi per tutti i tumori maligni, per le malattie del sistema circolatorio e per quelle dell'apparato digerente sono in eccesso in entrambi i generi. Un difetto si riscontra per le malattie respiratorie.

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata, si osservano eccessi di mortalità per tutti i tumori maligni, per il mesotelioma della pleura in entrambi i generi, per il tumore della trachea, dei bronchi e del polmone nei maschi, e per il tumore della mammella nelle femmine (**Tabella LIV_2**).

La mortalità per le malattie respiratorie, in particolare per le malattie respiratorie acute, risulta in difetto in entrambi i generi.

L'eccesso nei maschi della causa «Sintomi, segni e stati

morbosi mal definiti» indica una bassa qualità della codifica delle cause di morte (SMR 120; IC90% 102-141).

■ **Ospedalizzazione.** Dalle analisi dei ricoveri (**Tabella LIV_3**) in entrambi i generi non si osservano eccessi rispetto al riferimento regionale. Difetti di ospedalizzazione sono messi in evidenza nei maschi per le malattie del sistema circolatorio, per quelle respiratorie, per le malattie dell'apparato digerente e per quelle dell'apparato urinario. Per le femmine, si riscontrano difetti del numero di ricoveri per tutte le cause naturali, in particolare per quelle dell'apparato respiratorio.

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata (**Tabella LIV_4**), si osservano eccessi di ricoverati per i tumori maligni della pleura in entrambi i generi. Tra i maschi, si osservano eccessi per le leucemie.

I difetti di ricoverati si osservano in entrambi i generi per le malattie dell'apparato respiratorio, in particolare per le infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale in questo sito appare in eccesso rispetto all'atteso con l'eccezione della classe giovanile (20-29 anni), che sembra in linea con il riferimento regionale. D'altra parte, l'incertezza delle stime non consente di identificare chiari elementi di rilievo (**Tabella LIV_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta superiore all'atteso nel primo anno di vita, ove l'eccesso è riferibile alle malattie infettive e parassitarie, ai tumori maligni (in particolare tra le femmine, 3 di 4 casi, SHR 343; IC90% 137-858) e alle condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella LIV_6**).

I ricoverati per tutte le cause naturali sono in eccesso in età pediatrica (particolarmente tra i maschi, SHR 104; IC90% 101-107), in linea con l'atteso in età 0-19 e 0-29 anni e in difetto tra i giovani adulti (20-29 anni).

In età pediatrica, sul complesso dei due generi, si osserva un eccesso di ricoverati per malattie infettive e parassitarie e per leucemie, mentre si registra un deficit di ospedalizzazione per infezioni acute delle vie respiratorie, asma e per malattie degli apparati digerente e urinario. Questo quadro permane perlopiù analogo, sebbene con differenti gradi di incertezza, anche nelle classi di età 0-19 e 0-29 anni, tranne che per l'eccesso per tutti i tumori osservato in età 0-29.

Il profilo di ricovero tra i giovani adulti mostra un eccesso per tutti i tumori maligni, tra i quali un eccesso per malattia di Hodgkin tra le femmine (3 casi, SHR 265; IC90% 106-664). I ricoveri per malattie circolatorie sono in difetto, particolarmente nella classe di età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni).

LIV LIVORNO

Sezione anomalie congenite

Nel periodo 2010-2019, sono stati sorvegliati complessivamente 12.956 nati residenti nei due comuni dell'area del sito; nello stesso periodo, sono stati registrati 348 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 268,6 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta superiore alla prevalenza attesa calcolata su base regionale (O/A 125; IC90% 114-137). Eccessi sono stati osservati per le cardiopatie congenite, comprese quelle severe, le AC dei genitali e degli arti, mentre è risultata inferiore all'atteso la prevalenza delle AC cromosomiche (Tabella LIV_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Dal confronto con il periodo precedente, si confermano gli eccessi per la mortalità generale, per tutti i tumori maligni, per le malattie del sistema circolatorio e per quelle dell'apparato digerente nella popolazione femminile.¹ Anche nei maschi, per i gruppi sopra riportati, si riscontrano eccessi di mortalità che si rafforzano rispetto al periodo precedente.

Per quanto riguarda la mortalità nelle sottoclassi di età, questo aggiornamento non mostra cambiamenti rispetto al precedente periodo, anche per il basso numero di decessi che limita le interpretazioni (52 vs 105 nel periodo 2006-2013, in età 0-29 anni).¹

L'eccesso di mortalità per cause mal definite osservato nei soli maschi può indicare una carente qualità della certificazione per alcune cause, il che potrebbe portare a una distorsione delle stime puntuali.

La presenza di eccessi in entrambi i sessi può essere ricondotta con maggiore persuasività a esposizioni ambientali, pur ricordando che tali malattie, avendo un'etiologia multifattoriale, possono essere associate anche a fattori come gli stili di vita e quelli occupazionali.

Gli eccessi per tutti i tumori maligni possono essere in parte associati a esposizione alla raffineria, non escludendo effetti sinergici con gli stili di vita, l'abitudine al fumo e all'alcol e lo stato socioeconomico.²

Gli eccessi per malattie del sistema circolatorio sono in parte riconducibili a esposizioni a inquinamento atmosferico, pur sapendo che tali malattie hanno un'etiologia multifattoriale con un ruolo non trascurabile dato dagli stili di vita non corretti, abitudine al fumo, alimentazione non corretta e stato socioeconomico deprivato.²⁻⁵ Per questo ultimo fattore, si ricorda che i tre indicatori di deprivazione sopraccitati sono coerenti nel mostrare una fragilità socioeconomica della popolazione del sito, che può aver contribuito agli eccessi per malattie del sistema circolatorio.

Le cause maggiormente associate a insorgenza di malattie dell'apparato digerente sono il fumo attivo, l'abitudine all'alcol e un'alimentazione non corretta.²

L'aggiornamento dei risultati sulle ospedalizzazioni mostra un generale miglioramento degli indicatori rispetto al periodo precedente: nessun eccesso per tutte le cause e per tutti i tumori osservati nel periodo precedente; presenza di difetti di ricoverati per le malattie del sistema circolatorio, per quelle dell'apparato respiratorio, per le malattie del digerente e per quelle dell'apparato urinario, precedentemente non osservati.¹

Dalle analisi dei ricoverati per le principali cause non si confermano gli eccessi osservati mediante le analisi di mortalità. La discordanza dei risultati dell'ospedalizzazione rispetto a quelli della mortalità può essere dovuta al fatto che l'indicatore di ospedalizzazione è più adatto allo studio dello stato di salute legato a esposizioni del breve periodo rispetto a quello della mortalità che valuta uno stato di salute maggiormente dipendente da esposizioni di medio-lungo periodo.

Per i ricoveri ospedalieri si conferma l'eccesso segnalato nel precedente Rapporto per tutte le cause naturali nel primo anno di vita associato alle condizioni morbose perinatali e ai tumori. Si conferma anche l'eccesso di ospedalizzazione per tutti i tumori in età giovanile (20-29 anni). I ricoverati per malattie respiratorie acute e per asma risultano in difetto in età pediatrica e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), mentre erano in eccesso nel precedente periodo.

Tra le cause selezionate *a priori*, per i tumori del polmone si conferma l'eccesso di mortalità nei soli maschi rispetto al periodo precedente.¹ Per tale eccesso, si può ipotizzare un'associazione con le esposizioni alla raffineria, ma, essendo presente solo per il genere maschile, è da ascrivere maggiormente a esposizioni professionali e ad abitudini al fumo.²

Per il mesotelioma della pleura, si conferma l'eccesso di mortalità nei maschi e si rafforza quello osservato nelle femmine. Tale eccesso, essendo presente in entrambi i generi, può essere ricondotto a esposizione ad amianto di origine sia occupazionale sia ambientale.

Nelle femmine, si osserva un eccesso di mortalità per il tumore della mammella, patologia precedentemente non analizzata, in quanto per tale tumore le evidenze con le esposizioni a P&R aggiornate a limitate erano precedentemente inadeguate. Da notare che l'elevata mortalità per tumore della mammella può essere attribuibile a scarsa prevenzione secondaria che, attraverso lo screening mammografico, aumenterebbe le percentuali di diagnosi precoci.

Inoltre, in entrambi i generi, la mortalità per malattie respiratorie, in particolare per quelle acute, permane più bassa di quanto atteso su base regionale. Anche nelle analisi per classi di età emerge un deficit di ospedalizzazione per infezioni acute delle vie respiratorie e per asma in età pediatrica, in età 0-19 anni e sul complesso delle età

LIV LIVORNO

0-29 anni. Questi risultati sono in controtendenza rispetto a quanto è atteso sulla base delle evidenze (seppur limitate) di associazione con tutte le tipologie di esposizione ambientale presenti nel sito.

Dalle analisi dei ricoverati per le patologie selezionate *a priori*, si confermano i risultati osservati mediante le analisi di mortalità, con l'eccezione della mancanza di eccesso per i tumori del polmone nei maschi e la presenza di un eccesso di ricoverati per le leucemie sempre nei maschi. Per quanto riguarda le leucemie, emerge un eccesso di ricoverati per questi tumori ematici in età pediatrica (0-14 anni), con 10 osservati sull'insieme dei due generi, non riscontrato nel precedente Rapporto.

Le analisi per il periodo 2014-2018 mostrano un generale miglioramento dell'indicatore di ospedalizzazione rispetto al periodo 2006-2013, pur confermando gli eccessi per tumori maligni della pleura in entrambi i generi.

Relativamente alle AC, il profilo epidemiologico aggiornato conferma gli eccessi per alcune sedi anatomiche che erano stati osservati nelle precedenti valutazioni.^{1,6} L'eccesso delle cardiopatie congenite si rileva anche nell'approfondimento effettuato sul sottogruppo delle anomalie cardiache severe. Leziologia multifattoriale delle AC e gli indicatori di tipo descrittivo calcolati non consentono di stabilire un'associazione causale con l'esposizione alle fonti industriali presenti nell'area, ma suggeriscono un approfondimento epidemiologico e il proseguimento dell'attività di sorveglianza.

Va comunque segnalato che, tramite l'attività di sorveglianza epidemiologica condotta dal Registro toscano dei difetti congeniti, negli ultimi anni si è osservato nell'area un decremento nel rapporto osservati/attesi rispetto alla regione, risultato che necessita di essere monitorato.^{7,8}

Anche se la metodologia dello studio non permette considerazioni conclusive sulle cause degli eccessi osservati, è comunque in grado sia di indicare lo stato di salute delle popolazioni residenti nei territori in studio sia di generare ipotesi di associazioni di rischio da approfondire con studi analitici.

I dati aggiornati confermano un profilo di salute del sito generalmente peggiore rispetto a quello regionale (in particolare per la mortalità e per le AC), che si ipotizza in parte ascrivibile a pressioni ambientali esistenti nel sito.

Nell'ambito dell'Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela e il controllo della salute

della popolazione e dell'ambiente nei Comuni delle aree SIN della Toscana, sottoscritto in data 20.01.2020,⁹ sono state definite le attività relative alla conduzione di uno studio epidemiologico microgeografico con l'obiettivo di comprendere con maggiore precisione la distribuzione delle criticità di salute nella popolazione e sul territorio, e la vulnerabilità della popolazione rispetto ai fattori di rischio (Allegato 1 – Delibera n. 1520 del 09.12.2019). Al fine di raggiungere gli obiettivi dello studio, sarà necessaria un'analisi epidemiologica di coorte residenziale retrospettiva con utilizzo di dati individuali di tipo anagrafico e sanitario raccolti in modo routinario.

Settimo et al. hanno studiato, nello stesso periodo temporale di questo Rapporto SENTIERI, la mortalità e i ricoveri ospedalieri in questo sito, in relazione alla presenza di inquinanti specifici.¹⁰

Bibliografia

1. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:93-95.
2. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I et al. SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;5-6 Suppl. 3:1-96.
3. Dominski FH, Lorenzetti Branco JH, Buonanno G, Stabile L, da Silva MG, Andrade A. Effects of air pollution on health: A mapping review of systematic reviews and meta-analyses. *Environ Res* 2021;201:111487.
4. Liu C, Chen R, Sera F et al. Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *N Engl J Med* 2019;381(8):705-15.
5. Sanyal S, Rochereau T, Maesano CN, Com-Ruelle L, Annesi-Maesano I. Long-term effect of outdoor air pollution on mortality and morbidity: a 12-year follow-up study for metropolitan France. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(11):2487.
6. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
7. Agenzia Regionale di Sanità Toscana. Nati vivi e IVG con almeno una malformazione congenita. Disponibile all'indirizzo: https://www.ars.toscana.it/banche-dati/dettaglio_indicatore-263-nati-vivi-ivg-almeno-malformazione-congenita?provenienza=consultati&par_top_geografia=090&dettaglio=ric_anno_ausl
8. Pierini A, Coi A, Marrucci S et al. Registro Toscano Difetti Congeniti. Rilevazione dei difetti congeniti nel periodo prenatale, alla nascita, nel primo anno di vita. Rapporto 2020: Dati 2018. Disponibile all'indirizzo: <http://www.rtdc.it/publicazioni.htm>
9. Regione Toscana. Schema di Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela ed il controllo della salute della popolazione e dell'ambiente nei comuni delle aree SIN della Toscana. Approvazione. Delibera n. 1520 del 09.12.2019. Disponibile all'indirizzo: <http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/DettaglioAttiG.xml?codprat=2019DG00000001785>
10. Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

LIV LIVORNO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 5.008 | 106 (104-109) | 5.667 | 107 (104-109) |
| Tutti i tumori maligni | 1.630 | 108 (104-113) | 1.295 | 106 (101-111) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.613 | 105 (101-109) | 2.173 | 107 (103-111) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 337 | 82 (75-90) | 343 | 90 (82-99) |
| Malattie dell'apparato digerente | 200 | 121 (108-136) | 229 | 119 (106-132) |
| Malattie dell'apparato urinario | 93 | 107 (90-127) | 103 | 102 (87-120) |

Tabella LIV_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LIV_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.630 | 108 (104-113) | 1.295 | 106 (101-111) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 424 | 110 (102-120) | 174 | 105 (92-119) |
| Mesotelioma della pleura | 45 | 411 (322-525) | 14 | 580 (375-897) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 6 | 78 (40-151) | 4 | 54 (24-121) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 220 | 123 (110-138) |
| Leucemie | 58 | 105 (84-130) | 48 | 103 (81-130) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 337 | 82 (75-90) | 343 | 90 (82-99) |
| Malattie respiratorie acute | 61 | 61 (49-75) | 83 | 70 (59-84) |
| Asma | <3 | | 4 | 64 (29-142) |

Tabella LIV_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LIV_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|--------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 24.340 | 100 (99-101) | 24.681 | 98 (97-99) |
| Tutti i tumori maligni | 3.257 | 102 (99-105) | 3.065 | 99 (96-102) |
| Malattie del sistema circolatorio | 6.339 | 96 (94-98) | 5.324 | 98 (95-100) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 3.415 | 84 (82-86) | 3.068 | 83 (81-86) |
| Malattie dell'apparato digerente | 5.219 | 95 (93-97) | 3.970 | 98 (96-101) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.344 | 90 (86-94) | 1.083 | 96 (91-100) |

Tabella LIV_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LIV_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 103 | 88 (75-103) | 148 | 100 (88-115) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 407 | 105 (97-114) | 200 | 100 (89-113) |
| Tumori maligni della pleura | 50 | 306 (242-386) | 14 | 206 (133-318) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 21 | 73 (51-105) | 16 | 69 (46-104) |
| Tumori maligni della mammella | 7 | 74 (40-136) | 958 | 103 (98-109) |
| Leucemie | 103 | 144 (123-170) | 64 | 109 (89-134) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 3415 | 84 (82-86) | 3068 | 83 (81-86) |
| Malattie respiratorie acute | 898 | 75 (71-79) | 899 | 80 (76-85) |
| Asma | 19 | 77 (53-112) | 26 | 85 (61-117) |

Tabella LIV_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LIV_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

LIV LIVORNO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 14 | 110 (71-170) | 25 | 119 (86-165) | 32 | 114 (85-153) | 20 | 96 (66-138) | 52 | 106 (85-133) |
| Tutti i tumori | <3 | | 3 | 96 (38-239) | 3 | 70 (28-174) | 4 | 133 (60-296) | 7 | 96 (52-177) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 8 | 98 (55-174) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 3 | 129 (51-322) | | | | | | | | |

Tabella LIV_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LIV_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 969 | 110 (105-116) | 4.185 | 103 (100-106) | 5.094 | 100 (98-103) | 2.034 | 96 (92-99) | 7.066 | 99 (97-101) |
| Malattie infettive e parassitarie | 104 | 149 (127-175) | 342 | 134 (123-147) | 372 | 126 (116-137) | 93 | 107 (90-127) | 461 | 121 (112-131) |
| Tutti i tumori maligni | 4 | 188 (84-418) | 26 | 99 (72-137) | 39 | 103 (79-134) | 60 | 134 (108-165) | 98 | 120 (102-142) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 3 | 80 (32-200) | 6 | 117 (61-227) | <3 | | 8 | 104 (59-185) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 12 | 108 (67-172) | 15 | 98 (64-150) | 13 | 121 (77-190) | 28 | 109 (80-149) |
| Linfomi | | | 3 | 55 (22-138) | 6 | 72 (37-139) | 10 | 117 (70-195) | 16 | 96 (64-145) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 3 | 129 (52-323) | 4 | 117 (53-261) | 7 | 124 (67-229) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | 3 | 47 (19-118) | 8 | 141 (80-251) | 11 | 92 (56-151) |
| Leucemie | | | 10 | 173 (104-290) | 10 | 142 (85-238) | 4 | 166 (75-371) | 14 | 151 (98-233) |
| Leucemia linfoide | | | 8 | 163 (92-289) | 8 | 140 (79-248) | <3 | | 9 | 130 (76-224) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 3 | 240 (96-600) | 5 | 181 (88-371) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 82 | 84 (70-101) | 142 | 78 (68-90) | 151 | 92 (81-106) | 293 | 85 (77-94) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 159 | 53 (46-60) | 170 | 54 (48-62) | 25 | 103 (74-143) | 194 | 58 (51-65) |
| Asma | | | 13 | 54 (34-85) | 14 | 52 (34-81) | <3 | | 15 | 52 (34-79) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 436 | 92 (85-99) | 572 | 88 (82-94) | 357 | 90 (83-99) | 927 | 89 (84-94) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 132 | 87 (75-100) | 152 | 85 (74-97) | 42 | 74 (57-95) | 193 | 83 (73-93) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 303 | 110 (100-121) | | | | | | | | |

Tabella LIV_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LIV_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

LIV LIVORNO

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 348 | 268,6 | 125 | (114-137) |
| Sistema nervoso | 26 | 20,1 | 136 | (94-191) |
| Cuore | 169 | 130,4 | 172 | (150-197) |
| Cuore severo | 33 | 25,5 | 141 | (102-190) |
| Palato-labbro | 8 | 6,2 | 74 | (37-136) |
| Apparato digerente | 17 | 13,1 | 103 | (65-156) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 41 | 31,6 | 122 | (91-159) |
| Genitali | 33 | 25,5 | 146 | (106-198) |
| Arti | 39 | 30,1 | 160 | (119-212) |
| Cromosomiche | 29 | 22,4 | 50 | (36-69) |

Tabella LIV_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2010-2019.

Table LIV_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2010-2019.



TOSCANA

ORB

ORBETELLO (GR)



1
COMUNE

14 640
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

• Orbetello

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto di produzione di fertilizzanti chimici (C).

Il comune di Orbetello ha un livello medio di deprivazione. Il 38,4% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 29/100.000 casi (-11%) nei maschi e un aumento di 5,8/100.000 casi (+3,6%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale nel sito risulta in linea con quella attesa su base regionale in entrambi i generi (**Tabella ORB_1**). Anche per le principali cause di morte, non si osservano scostamenti rispetto alla mortalità regionale, eccetto per le malattie dell'apparato urinario in entrambi i generi, seppur di minore entità nelle femmine. In particolare, si osservano eccessi per il sottogruppo delle malattie glomerulari, tubulo-interstiziali, insufficienza renale, seppur con stima imprecisa nei maschi (● maschi: 8 casi, SMR 140; IC90% 79-248 ● femmine: 11 casi, SMR 169; IC90% 103-276).

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata (**Tabella ORB_2**), si osserva un solo eccesso di mortalità per tumore dello stomaco nelle femmine.

■ **Ospedalizzazione.** In entrambi i generi, si osservano eccessi per tutte le cause naturali, per i tumori maligni, per le malattie dell'apparato digerente e per quelle urinarie

(**Tabella ORB_3**). In particolare, si osservano eccessi per le nefriti, nefrosi comprese le insufficienze renali (● maschi: 95 casi, SHR 168; IC90% 142-198 ● femmine: 70 casi, SHR 156; IC90% 128-189).

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata (**Tabella ORB_4**), si osserva un eccesso per il tumore dello stomaco e del colon retto nelle femmine.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Sono stati osservati 6 decessi nel periodo in studio sul complesso delle età 0-29 anni, dei quali 5 in età giovanile (20-29 anni), che risultano in eccesso rispetto all'atteso regionale (**Tabella ORB_5**), in particolare osservati tra i maschi (5 casi, SHR 402; IC90% 196-827).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali è in deficit rispetto al riferimento regionale in tutte le classi di età, tranne che tra i giovani (20-29 anni), ove si rileva un eccesso del 20% (**Tabella ORB_6**). In età pediatrica, si riscontra un eccesso di ricoverati per tutti i tumori maligni, in particolare per linfomi di Hodgkin, e un eccesso di ricoverati per malattie dell'apparato urinario, in particolare tra le femmine (13 casi, SHR 275; IC90% 175-432). In età giovanile e sull'insieme delle età (0-29), si osserva un eccesso di ricoverati per malattie circolatorie.

Sezione anomalie congenite

Nel periodo 2010-2019, sono stati sorvegliati complessivamente 942 nati residenti nel Comune di Orbetello; nello stesso periodo, sono stati registrati 7 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza di 74,3 per 10.000 nati, inferiore alla prevalenza media regionale (O/A 35; IC90% 16-65). Il numero di casi relativi a tutti i gruppi di AC è inferiore a 3, pertanto non sono state riportate le stime di rischio (**Tabella ORB_7**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Dal confronto dei risultati con quelli del periodo precedente (2006-2013), si osserva un riallineamento degli eccessi sia per la mortalità generale in entrambi i generi sia per le malattie dell'apparato digerente negli uomini.¹

Si conferma, inoltre, l'eccesso, già osservato nel periodo precedente, della mortalità generale anche tra i giovani (20-29 anni), in particolare tra i maschi (● periodo 2006-2013: 8 casi, SHR 277; IC90% 156-492 ● periodo 2013-2017: 5 casi, SHR 402; IC90% 196-827).

L'aggiornamento dei risultati sulla popolazione generale conferma l'eccesso per le malattie dell'apparato urinario, anche se nei maschi tale eccesso è di minore entità rispetto al periodo precedente.¹

ORB ORBETELLO

Dalle analisi dei ricoverati sulla popolazione generale per le principali cause emerge un quadro più critico rispetto a quello di mortalità, in quanto si confermano per entrambi i generi gli eccessi osservati nel periodo precedente (tutte le cause, tutti i tumori maligni, digerente e urinario), eccetto per le malattie dell'apparato respiratorio.¹ Per le malattie urinarie, si conferma l'eccesso di mortalità osservato in entrambi i generi.

L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali è in eccesso, in linea con quanto osservato nel periodo precedente, solo nei giovani (20-29 anni), ove si rileva un eccesso del 20%. In età pediatrica, si mette in evidenza un eccesso di ricoverati per tutti i tumori maligni, in particolare per linfomi di Hodgkin, non rilevati nel precedente Rapporto.¹

Gli eccessi nei ricoverati per malattie respiratorie acute e per asma osservati in tutti i sottogruppi di età nel precedente periodo non trovano conferma nel presente aggiornamento.

Per le malattie urinarie, nonostante le evidenze di associazione con esposizione a impianti chimici siano inadeguate, i risultati in eccesso in entrambi i generi forniscono indicazioni di un ruolo delle esposizioni ambientali da approfondire, considerando anche altri fattori di rischio individuali riconosciuti dalla letteratura, come la dieta, gli stili di vita, il diabete e l'ipertensione, che possono agire in modo sinergico come moltiplicatori di effetto.²

D'altra parte, andrebbero approfonditi, proseguendone la sorveglianza, anche gli eccessi di ricovero tra i ragazzi (0-14 anni) per tutte le cause naturali, per i tumori e per i linfomi non Hodgkin e l'eccesso di ricoverati per malattie dell'apparato urinario tra le femmine (13 casi, SHR 275; IC90% 175-432).

Dalle analisi di mortalità aggiornate delle cause selezionate *a priori*, si osserva un eccesso per il tumore dello stomaco nelle femmine, non presente nel periodo precedente.¹ Questo eccesso è confermato anche dall'ospedalizzazione. Tra le cause che possono aver portato a tale eccesso, oltre a stili di vita e dieta non corrette, sono da indicare gli effetti riconducibili a esposizioni a impianti chimici che possono interagire con i fattori di rischio individuali.³

Il tasso del totale delle AC appare notevolmente inferiore al valore atteso (**Tabella ORB_7**), come osservato in precedenti studi, e suggerisce la presenza di una possibile sotto notifica dei casi nell'area che richiede una verifica della completezza di segnalazione nei centri ricadenti nel territorio.^{1,4}

Anche se la metodologia dello studio non permette di stimare associazioni di rischio, è comunque in grado sia di indicare lo stato di salute delle popolazioni residenti nei territori in studio sia di generare ipotesi di associazioni di

rischio da approfondire con studi analitici. A questo proposito, per quanto riguarda il rischio neoplastico, alcune indicazioni vengono certamente fornite dai dati di ospedalizzazione, ma la miglior metodologia di indagine richiederebbe l'analisi diretta dei dati di incidenza, che non sono purtroppo disponibili per l'area in esame.

Nonostante lo stato di salute sembri migliorato rispetto al periodo precedente, permangono alcuni eccessi, in particolare nelle femmine per le patologie urinarie e per il tumore allo stomaco, sulle quali è possibile ipotizzare ed esplorare associazioni con esposizioni ambientali presenti nel sito attraverso studi di tipo analitico.

Nell'ambito dell'Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela ed il controllo della salute della popolazione e dell'ambiente nei Comuni delle aree SIN della Toscana, sottoscritto in data 20.01.2020,⁵ sono state definite le attività relative alla conduzione di uno studio epidemiologico microgeografico con l'obiettivo di comprendere con maggior precisione la distribuzione delle criticità di salute nella popolazione e sul territorio, e la vulnerabilità della popolazione rispetto ai fattori di rischio (Allegato 1 della Delibera n. 1520 del 09.12.2019). Al fine di raggiungere gli obiettivi dello studio, sarà necessaria un'analisi epidemiologica di coorte residenziale retrospettiva con utilizzo di dati individuali di tipo anagrafico e sanitario raccolti in modo routinario, tra cui i dati dei registri delle malformazioni congenite e dei tumori.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:96-97.
2. Dirks J, Remuzzi G, Horton S et al. Diseases of the Kidney and the Urinary System. In: Jamison DT, Breman JG, Measham AR et al. (eds). *Disease Control Priorities in Developing Countries*, 2nd edition. Chapter 36. Washington (DC), The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2006. Co-published by Oxford University Press, New York.
3. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I et al. SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. *Epidemiol Prev* 2010;5-6 Suppl. 3:1-96.
4. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
5. Regione Toscana. Schema di Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela ed il controllo della salute della popolazione e dell'ambiente nei comuni delle aree SIN della Toscana. Approvazione. Delibera n. 1520 del 09.12.2019. Disponibile all'indirizzo: <http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/DetailAttig.xml?codprat=2019DG0000001785>

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

ORB ORBETELLO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 393 | 96 (88-104) | 449 | 98 (91-106) |
| Tutti i tumori maligni | 121 | 90 (78-105) | 118 | 110 (95-128) |
| Malattie del sistema circolatorio | 122 | 92 (80-107) | 166 | 96 (84-109) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 32 | 91 (68-121) | 28 | 86 (63-117) |
| Malattie dell'apparato digerente | 19 | 131 (90-191) | 11 | 66 (40-108) |
| Malattie dell'apparato urinario | 12 | 161 (101-258) | 13 | 151 (96-237) |

Tabella ORB_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ORB_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|-------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 6 | 65 (34-126) | 11 | 170 (104-277) |
| Tumori maligni del colon retto | 11 | 83 (51-136) | 8 | 67 (38-120) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 327 | 94 (86-103) | 307 | 98 (89-107) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella ORB_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ORB_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 2.188 | 104 (101-108) | 2.272 | 105 (101-108) |
| Tutti i tumori maligni | 339 | 118 (108-129) | 303 | 111 (101-122) |
| Malattie del sistema circolatorio | 539 | 92 (86-99) | 481 | 100 (93-108) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 327 | 94 (86-103) | 307 | 98 (89-107) |
| Malattie dell'apparato digerente | 557 | 116 (108-124) | 403 | 114 (105-124) |
| Malattie dell'apparato urinario | 176 | 134 (119-152) | 126 | 129 (111-149) |

Tabella ORB_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ORB_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|-------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 7 | 59 (32-108) | 13 | 171 (108-268) |
| Tumori maligni del colon retto | 32 | 95 (71-127) | 36 | 124 (94-162) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 327 | 94 (86-103) | 307 | 98 (89-107) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella ORB_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ORB_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

ORB ORBETELLO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|---------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | <3 | | <3 | | <3 | | 5 | 275 (134-565) | 6 | 152 (79-295) |

Tabella ORB_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ORB_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|----------------|------|----------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 48 | 74 (58-94) | 249 | 83 (75-93) | 339 | 89 (81-97) | 221 | 120 (108-134) | 548 | 98 (92-105) |
| Malattie infettive e parassitarie | <3 | | 8 | 43 (24-76) | 10 | 46 (27-76) | 11 | 147 (90-240) | 21 | 72 (50-103) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 5 | 258 (126-530) | 5 | 173 (84-356) | 3 | 78 (31-194) | 8 | 120 (68-213) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 3 | 366 (146-915) | 3 | 260 (104-650) | <3 | | 4 | 196 (88-436) |
| Linfomi | | | 3 | 741 (296-1855) | 3 | 468 (187-1170) | <3 | | 4 | 295 (133-658) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 3 | 897 (358-2244) | 3 | 618 (247-1546) | <3 | | 4 | 415 (186-924) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 7 | 95 (52-175) | 12 | 85 (53-135) | 27 | 190 (138-260) | 39 | 138 (106-179) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 16 | 73 (48-110) | 19 | 83 (57-121) | <3 | | 20 | 80 (56-115) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 33 | 94 (71-126) | 57 | 116 (93-144) | 32 | 94 (70-125) | 86 | 104 (87-124) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 21 | 187 (131-268) | 22 | 164 (116-233) | 3 | 61 (24-153) | 25 | 138 (100-192) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 14 | 69 (44-106) | | | | | | | | |

Tabella ORB_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ORB_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|---------|
| Totale casi con anomalie congenite | 7 | 74,3 | 35 | (16-65) |
| Sistema nervoso | <3 | | | |
| Cuore | <3 | | | |
| Cuore severo | <3 | | | |
| Palato-labbro | <3 | | | |
| Apparato digerente | <3 | | | |
| Parete addominale | <3 | | | |
| Apparato urinario | <3 | | | |
| Genitali | <3 | | | |
| Arti | <3 | | | |
| Cromosomiche | <3 | | | |

Tabella ORB_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2010-2019.

Table ORB_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2010-2019.



TOSCANA

MSC



MASSA CARRARA



2

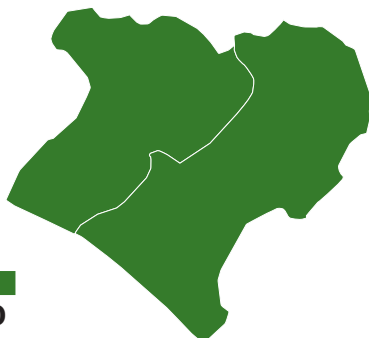
COMUNI



128 893

ABITANTI

Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Carrara
- Massa

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di amianto (A), di un'area portuale (AP), di industrie chimiche (C), di una discarica autorizzata (D), di un ex inceneritore (I), di un'industria petrolchimica (P&R) e di un impianto siderurgico (S).

I due Comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 61,1% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 27,1/100.000 casi (+10,2%) nei maschi e di 28,5/100.000 casi (+17,7%) nelle femmine. I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale nel sito di Massa Carrara risulta più alta di quella attesa su base regionale in entrambi i generi (**Tabella MSC_1**). I decessi per tutti i tumori maligni, per le malattie del sistema circolatorio e per quelle dell'apparato digerente sono in eccesso in entrambi i generi. Per le malattie dell'apparato respiratorio, si osserva un eccesso di mortalità nei soli maschi.

Per le malattie dell'apparato urinario, si riporta un difetto di mortalità in entrambi i generi, ma più marcato nelle femmine.

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata (**Tabella MSC_2**), si osservano in entrambi i generi eccessi di mortalità per tumore del colon retto, del fegato e dei dotti biliari intraepatici, per il mesotelioma della pleura, per i tumori del sistema linfematopoietico (dovuto principalmente dagli eccessi di leucemie) e dalle malattie polmonari croniche. Nei maschi, si osservano eccessi

per il tumore dello stomaco, per quello della vescica e di asbestosi.

Da notare la presenza di difetti di mortalità per malattie glomerulari, malattie renali tubulo-interstiziali, insufficienza renale e per Insufficienza renale cronica, anche se questo difetto è più marcato nelle femmine.

■ **Ospedalizzazione.** Nei maschi, si riscontrano eccessi di ricoverati per tutte le cause naturali e per le malattie dell'apparato respiratorio. Nelle femmine, si osserva un eccesso per tutti i tumori maligni. Difetti di ricoverati in entrambi i generi sono messi in evidenza per le malattie dell'apparato digerente e per quelle dell'apparato urinario (**Tabella MSC_3**).

Tra le cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali definite da SENTIERI come Sufficiente o Limitata (**Tabella MSC_4**), si osservano eccessi di ricoverati per il tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici in entrambi i generi. Nei maschi, si osservano eccessi per tumore maligno della pleura, per quello della mammella, per il tumore del testicolo, per leucemie e asbestosi. I difetti di ricoverati si osservano in entrambi i generi per le infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza, per le malattie polmonari croniche, per la nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, e per l'insufficienza renale cronica.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale appare in difetto rispetto al riferimento regionale nelle diverse classi di età analizzate, con stime caratterizzate da incertezza statistica (**Tabella MSC_5**). A questo quadro, fa eccezione l'eccesso di mortalità per tutti i tumori tra i giovani adulti (20-29 anni) associato al solo genere maschile (6 casi, SMR 501; IC90% 259-969), e dovuto in particolare alle leucemie (3 casi nei maschi, SMR 2497; IC90% 998-6248).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali e per malattie infettive risulta sistematicamente in eccesso in tutte le età considerate, tranne che nei giovani adulti, ove le malattie infettive sono in difetto rispetto all'atteso (**Tabella MSC_6**). Nel primo anno di vita, si osserva un difetto di ricoverati anche per le condizioni morbose di origine perinatale.

Si mette in luce, inoltre, un eccesso di ricoverati per tumori del tessuto linfematopoietico, in particolare per leucemie linfoidi in età pediatrica sui due generi (**Tabella MSC_6**), associato al genere maschile (● linfematopoietico: 9 casi maschi su 13, SHR 205; IC90% 119-352 ● leucemie linfoidi: 6 casi nei maschi su 8, SHR 361; IC90% 187-698). La leucemia linfoide è in eccesso anche tra i giovani adulti (20-29 anni); nella classe 0-29 anni, si registrano per questa neoplasia complessivamente 11 casi, dei quali 8 tra i maschi (SHR 313; IC90% 177-556).

MSC MASSA CARRARA

Tra i giovani adulti, sono in eccesso anche tutti i tumori e i tumori dell'encefalo. Questi ultimi risultano in eccesso con 11 ricoverati complessivamente in età 0-29 anni (Tabella MSC_6).

L'ospedalizzazione per asma è in difetto rispetto all'atteso in età pediatrica e, con stime più incerte, anche in età 0-19 e 0-29 anni, mentre le infezioni respiratorie acute presentano stime incerte che non si discostano dall'atteso. Si segnala un difetto per malattie dell'apparato digerente in tutte le classi di età e un eccesso per le malattie del sistema circolatorio in età giovanile (20-29 anni).

Sezione anomalie congenite

Nel periodo 2010-2019 sono stati sorvegliati complessivamente 8.798 nati residenti nei comuni dell'area del sito di Massa e Carrara; nello stesso periodo, sono stati registrati 167 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 189,8 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta inferiore alla prevalenza attesa calcolata su base regionale (O/A 88; IC90% 77-101). Non è stato osservato alcun eccesso per i gruppi di AC considerati (Tabella MSC_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Dal confronto con il periodo precedente (SENTIERI 2019),¹ si confermano gli eccessi per la mortalità generale, per tutti i tumori maligni, per le malattie del sistema circolatorio, per quelle dell'apparato respiratorio e per le malattie dell'apparato digerente nei maschi; si rafforzano gli eccessi nelle donne per la mortalità generale, per tutti i tumori, per le malattie del sistema circolatorio e per quelle del digerente.¹ Nelle analisi per classi di età, rispetto al periodo precedente (SENTIERI 2019),¹ si confermano gli eccessi per tutti i tumori e per leucemie in età giovanile (20-29 anni), ma non le leucemie in età pediatrica.

La presenza di eccessi in entrambi i sessi porta a ipotizzare un ruolo non trascurabile delle esposizioni ambientali, anche se va tenuto conto che questi gruppi di cause hanno un'etiologia multifattoriale con un peso importante dato dagli stili di vita e dai fattori occupazionali. Inoltre, non è da escludere un effetto sinergico tra i molteplici fattori citati.

In particolare, per gli eccessi per tutti i tumori si può ipotizzare un effetto associabile sia alle esposizioni ambientali a un ex inceneritore di prima generazione, a un'industria petrolchimica e a un impianto siderurgico sia a stili di vita non corretti e a uno stato socioeconomico deprivato.

Gli eccessi per malattie del sistema circolatorio e dell'apparato respiratorio sono in parte riconducibili a esposizioni a inquinamento atmosferico,² in parte associabili all'abitudine al fumo, al consumo eccessivo di alcol, a fattori occupazionali e alla deprivazione socioeconomica.²⁻⁵

Per questo ultimo fattore, si ricorda che i tre indicatori di deprivazione sopraccitati sono coerenti nel mostrare una fragilità socioeconomica della popolazione del sito che può aver contribuito agli eccessi per tutti i tumori e per le malattie sia del sistema circolatorio sia dell'apparato respiratorio.

Le analisi aggiornate confermano il difetto di mortalità per malattie dell'apparato urinario nelle femmine.

Si segnala che la mortalità per cause mal definite risulta in eccesso in entrambi i generi rispetto al riferimento regionale (● maschi: 83 morti, SMR 160; IC90% 134-192 ● femmine: 168 morti, SMR 125; IC90% 110-141). Questo indicatore indica una carente qualità di certificazione che potrebbe aver influito sul valore delle stime calcolate.

Dalle analisi dei ricoverati per le principali cause non si confermano gli eccessi osservati mediante le analisi di mortalità. L'aggiornamento dei risultati sui ricoveri mostra un generale miglioramento degli indicatori, facendo osservare un'ospedalizzazione generalmente in linea con il dato regionale e mettendo in risalto difetti di ricoverati per le malattie del digerente e per quelle dell'apparato urinario, precedentemente non osservati.

Le cause maggiormente associate a insorgenza di malattie dell'apparato digerente sono il fumo attivo, l'abitudine all'alcol e un'alimentazione non corretta.⁵

Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali nelle sottoclassi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili risulta sistematicamente in eccesso, coerentemente con quanto osservato nel precedente periodo. Si segnala anche un eccesso di ricoveri per le malattie circolatorie tra i giovani (20-29 anni), non indagato nel precedente aggiornamento. Anche dalle analisi delle cause selezionate *a priori*, si osserva un maggiore bilanciamento degli eccessi tra i generi rispetto al periodo 2006-2013; inoltre, l'aggiornamento mette in risalto un sostanziale aumento degli indicatori di mortalità in eccesso.

Il tumore allo stomaco, essendo rilevato in eccesso solo nei maschi, oltre alle esposizioni presenti nel sito (I e C), può essere ricondotto a stili di vita (tra cui l'abitudine al fumo e alcol) e dieta non corrette.⁵

Per il tumore del colon retto, in eccesso in entrambi i generi, è maggiormente persuasivo il ruolo delle esposizioni a industrie chimiche presenti in passato nel sito, anche se non è trascurabile l'effetto degli stili di vita e della dieta.⁵

Per il tumore del fegato, in eccesso in entrambi i generi, oltre agli effetti riconducibili alle esposizioni a ex inceneritore e discarica presenti nel sito, va ricordato che la cirrosi e le infezioni virali derivanti da virus epatici sono riconosciuti come fattori di rischio per l'insorgenza del tumore del fegato.⁶ Questa ipotesi è avvalorata dalla presenza di eccessi di mortalità sia per cirrosi (● maschi: 43 casi, SMR 152; IC90% 118-195 ● femmine: 34 casi, SMR 154; IC90% 116-204) sia per epatite virale in entrambi i generi

MSC MASSA CARRARA

(● maschi: 18 casi, SMR 143; IC90% 98-211 ● femmine: 34 casi, SMR 211; IC90% 159-279).

Gli eccessi per mesotelioma maligno in entrambi i generi (in eccesso principalmente per quello pleurico) sono da ricondurre soprattutto a esposizioni ad amianto di tipo sia occupazionale sia ambientale.

Gli eccessi di asbestosi, invece, sono principalmente associabili a esposizioni lavorative avvenute nel passato, essendo presenti nei soli maschi. Da ricordare che la presenza di eccessi di mortalità può essere in parte dovuta a servizi sanitari e cure non adeguate.

Gli eccessi per il tumore della vescica, essendo osservati nei soli maschi, sono principalmente attribuibili a fattori occupazionali e all'abitudine al fumo.⁵

L'eccesso osservato in entrambi i generi per i tumori del sistema linfoematopoietico è principalmente dovuto all'eccesso per le leucemie, queste ultime in particolare tra i maschi.

Lo stesso quadro si ritrova anche in età pediatrica, con un eccesso di ricoverati per tumori del tessuto linfoematopoietico, in particolare per leucemie linfoidi nel genere maschile. La leucemia linfoide è in eccesso anche tra i giovani adulti (20-29 anni), come già segnalato nel periodo precedente, che però non mostrava eccessi in età pediatrica. Nel sito sono presenti un ex inceneritore, un'ex industria petrolchimica e un ex impianto siderurgico, cioè fattori ambientali per cui è definita un'evidenza di associazione di rischio limitata con le leucemie.

Per quanto riguarda le malattie polmonari croniche, gli eccessi osservati in entrambi i generi possono essere attribuibili all'esposizione ambientale a impianto siderurgico presente nel sito, alla forte deprivazione socioeconomica osservata nei due comuni, all'abitudine al fumo e all'esposizione occupazionale. L'ospedalizzazione per asma è in difetto sia per tutte le età sia in età pediatrica, mentre nel precedente Rapporto era in eccesso nelle sottoclassi di età.

Dalle analisi dei ricoverati per le patologie selezionate a priori, si confermano pochi eccessi osservati mediante le analisi di mortalità. Tra questi eccessi confermati, si mettono in evidenza quello per il tumore del fegato in entrambi i generi, per le leucemie e per l'asbestosi nei maschi.

Anche per i ricoveri si confermano gli eccessi per cirrosi in entrambi i generi (● maschi: 124 casi, SHR 114; IC90% 99-133 ● femmine: 100 casi, SHR 129; IC90% 109-152), risultato che rafforza l'ipotesi di un'associazione tra malattie epatiche, cirrosi e tumore al fegato.

Rispetto alla precedente valutazione epidemiologica condotta sul periodo 2002-2015,¹ si osserva un decremento del totale delle AC rispetto alla prevalenza regionale di ri-

ferimento e non sono confermati gli eccessi precedentemente emersi a carico dell'apparato digerente e dell'apparato urinario.¹ Per quest'ultimo, si osserva una prevalenza inferiore alla media regionale.

Anche se la metodologia dello studio non permette considerazioni conclusive, è comunque in grado sia di indicare lo stato di salute delle popolazioni residenti nei territori in studio sia di generare ipotesi di associazioni di rischio da approfondire con studi analitici.

I dati aggiornati confermano un profilo di salute del sito peggiore rispetto a quello regionale (in particolare per il profilo di mortalità) che si ipotizza in parte ascrivibile a pressioni ambientali esistenti nel sito. I risultati del presente aggiornamento consigliano, dunque, di proseguire una periodica attività di sorveglianza epidemiologica e approfondimenti analitici, con riferimento anche agli eccessi di rischio riscontrati nelle classi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili.

Nell'ambito dell'Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela ed il controllo della salute della popolazione e dell'ambiente nei Comuni delle aree SIN della Toscana, sottoscritto in data 20.01.2020,⁷ sono state definite le attività relative alla conduzione di uno studio epidemiologico microgeografico con l'obiettivo di comprendere con maggiore precisione la distribuzione delle criticità di salute nella popolazione e sul territorio, e la vulnerabilità della popolazione rispetto ai fattori di rischio (Allegato 1 – Delibera n. 1520 del 09.12.2019). Al fine di raggiungere gli obiettivi dello studio, sarà necessaria un'analisi epidemiologica di coorte residenziale retrospettiva con utilizzo di dati individuali di tipo anagrafico e sanitario raccolti in modo routinario.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:98-100.
2. Dominski FH, Lorenzetti Branco JH, Buonanno G, Stabile L, da Silva MG, Andrade A. Effects of air pollution on health: A mapping review of systematic reviews and meta-analyses. *Environ Res* 2021;201:111487.
3. Liu C, Chen R, Sera F et al. Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *N Engl J Med* 2019;381(8):705-15.
4. Sanyal S, Rochereau T, Maesano CN, Com-Ruelle L, Annesi-Maesano I. Long-term effect of outdoor air pollution on mortality and morbidity: a 12-year follow-up study for metropolitan France. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(11):2487.
5. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I et al. SENTIERI. Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;5-6 Suppl. 3:1-96.
6. Sayiner M, Golabi P, Younossi ZM. Disease Burden of Hepatocellular Carcinoma: A Global Perspective. *Dig Dis Sci* 2019;64(4):910-17.
7. Regione Toscana. Schema di Accordo per il coordinamento delle azioni per il miglioramento della tutela ed il controllo della salute della popolazione e dell'ambiente nei comuni delle aree SIN della Toscana. Approvazione. Delibera n. 1520 del 09.12.2019. Disponibile all'indirizzo: <http://www301.regione.toscana.it/bancadati/atti/DettaglioAttiG.xml?codprat=2019DGG0000001785>

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

MSC MASSA CARRARA

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 3.708 | 115 (111-118) | 4.407 | 112 (109-115) |
| Tutti i tumori maligni | 1.257 | 117 (112-123) | 1.005 | 109 (104-115) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.160 | 113 (107-118) | 1.810 | 121 (117-126) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 338 | 124 (114-136) | 285 | 101 (92-112) |
| Malattie dell'apparato digerente | 130 | 113 (98-130) | 170 | 118 (104-134) |
| Malattie dell'apparato urinario | 46 | 80 (63-102) | 46 | 62 (48-78) |

Tabella MSC_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MSC_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|----------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.257 | 117 (112-123) | 1.005 | 109 (104-115) |
| Tumori maligni dello stomaco | 92 | 125 (105-148) | 59 | 106 (85-131) |
| Tumori maligni del colon retto | 122 | 116 (100-135) | 117 | 115 (99-134) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 101 | 169 (144-200) | 47 | 135 (106-171) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 293 | 106 (96-116) | 103 | 82 (70-97) |
| Mesoteliomi | 20 | 189 (131-273) | 10 | 358 (214-598) |
| Mesotelioma della pleura | 18 | 225 (153-331) | 7 | 386 (209-712) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | 4 | 72 (32-161) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 127 | 95 (82-110) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 46 | 102 (80-130) |
| Tumori maligni della prostata | 83 | 104 (86-124) | | |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni del rene | 32 | 103 (77-138) | 20 | 110 (76-158) |
| Tumori maligni della vescica | 75 | 137 (114-166) | 14 | 82 (53-128) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiatico | 110 | 118 (100-137) | 102 | 117 (100-138) |
| Linfomi non Hodgkin | 37 | 126 (96-165) | 33 | 117 (88-155) |
| Leucemie | 50 | 126 (100-160) | 45 | 128 (100-163) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 338 | 124 (114-136) | 285 | 101 (92-112) |
| Malattie respiratorie acute | 55 | 85 (68-106) | 56 | 65 (52-80) |
| Malattie polmonari croniche | 189 | 140 (124-158) | 133 | 121 (105-139) |
| Asma | <3 | | 3 | 65 (26-162) |
| Asbestosi | 7 | 699 (379-1289) | <3 | |
| Malattie glomerulari, malattie renali tubulo-interstiziali, insufficienza renale | 34 | 77 (58-102) | 37 | 66 (50-86) |
| Insufficienza renale cronica | 19 | 88 (61-128) | 12 | 52 (33-84) |

Tabella MSC_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MSC_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

MSC MASSA CARRARA

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 18.433 | 102 (101-103) | 18.868 | 100 (99-101) |
| Tutti i tumori maligni | 2.403 | 102 (98-105) | 2.407 | 104 (100-107) |
| Malattie del sistema circolatorio | 4.909 | 101 (99-104) | 4.120 | 100 (98-103) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 3.008 | 103 (100-106) | 2.710 | 99 (96-102) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3.677 | 89 (87-92) | 2.730 | 89 (87-92) |
| Malattie dell'apparato urinario | 958 | 88 (84-93) | 642 | 76 (71-81) |

Tabella MSC_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MSC_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.403 | 102 (98-105) | 2.407 | 104 (100-107) |
| Tumori maligni dello stomaco | 103 | 107 (91-126) | 80 | 123 (103-148) |
| Tumori maligni del colon retto | 277 | 101 (92-112) | 248 | 100 (91-112) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 160 | 173 (152-197) | 78 | 175 (145-211) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 296 | 104 (94-114) | 150 | 100 (87-114) |
| Tumori maligni della pleura | 30 | 251 (186-338) | 7 | 138 (75-254) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 21 | 99 (69-142) | 19 | 109 (75-159) |
| Tumori maligni della mammella | 12 | 171 (107-273) | 701 | 100 (94-107) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 68 | 91 (75-111) |
| Tumori maligni della prostata | 158 | 59 (52-67) | | |
| Tumori maligni del testicolo | 35 | 133 (101-175) | | |
| Tumori maligni maligno del rene | 119 | 100 (86-116) | 57 | 87 (70-108) |
| Tumori maligni della vescica | 399 | 98 (91-107) | 95 | 85 (72-101) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiatico | 178 | 110 (97-124) | 145 | 108 (94-124) |
| Linfomi non Hodgkin | 77 | 100 (83-120) | 64 | 102 (83-126) |
| Leucemie | 67 | 128 (105-156) | 48 | 109 (86-138) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 3.008 | 103 (100-106) | 2.710 | 99 (96-102) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | 572 | 68 (63-72) | 516 | 62 (58-67) |
| Malattie polmonari cronico-ostruttive | 48 | 45 (36-57) | 45 | 46 (36-59) |
| Asma | 11 | 61 (37-100) | 21 | 92 (64-132) |
| Asbestosi | 5 | 317 (154-651) | <3 | |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 348 | 76 (70-83) | 282 | 73 (66-80) |
| Insufficienza renale cronica | 134 | 61 (53-70) | 81 | 54 (45-64) |

Tabella MSC_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MSC_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

MSC MASSA CARRARA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|-------------|------|-------------|-------|----------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 9 | 105 (61-180) | 14 | 96 (62-149) | 19 | 96 (66-139) | 14 | 85 (55-132) | 33 | 91 (68-121) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | <3 | | 6 | 255 (132-492) | 7 | 128 (69-235) |
| Tumori del sistema linfematopoietico totale | | | <3 | | <3 | | 4 | 636 (286-1418) | 4 | 292 (131-650) |
| Leucemie | | | <3 | | <3 | | 3 | 955 (382-2390) | 3 | 319 (127-798) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 109 (44-273) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 7 | 127 (69-235) | | | | | | | | |

Tabella MSC_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MSC_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 669 | 114 (107-122) | 3.262 | 114 (111-118) | 4043 | 112 (109-115) | 1.691 | 103 (99-107) | 5.686 | 109 (107-112) |
| Malattie infettive e parassitarie | 83 | 178 (149-214) | 283 | 160 (145-177) | 305 | 147 (134-162) | 52 | 77 (61-97) | 355 | 130 (119-142) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 18 | 97 (66-142) | 27 | 98 (72-135) | 45 | 130 (101-165) | 71 | 116 (95-141) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 4 | 150 (67-335) | 6 | 162 (84-314) | 5 | 248 (121-509) | 11 | 194 (119-317) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 13 | 165 (105-259) | 16 | 145 (96-218) | 10 | 120 (72-201) | 25 | 131 (95-182) |
| Linfomi | | | 4 | 103 (46-230) | 6 | 99 (51-191) | 7 | 106 (57-195) | 13 | 104 (66-164) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 4 | 151 (68-337) | 6 | 140 (72-271) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 4 | 125 (56-278) | 5 | 108 (53-222) | 3 | 68 (27-171) | 8 | 90 (51-159) |
| Leucemie | | | 9 | 221 (129-381) | 10 | 199 (119-333) | 3 | 161 (64-403) | 12 | 177 (111-284) |
| Leucemia linfoide | | | 8 | 231 (130-410) | 9 | 221 (129-380) | 3 | 297 (119-744) | 11 | 220 (135-359) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 60 | 87 (70-107) | 118 | 89 (77-104) | 146 | 116 (101-132) | 264 | 102 (93-113) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 209 | 102 (91-114) | 215 | 100 (90-112) | 12 | 64 (40-102) | 227 | 97 (87-109) |
| Asma | | | 10 | 58 (35-98) | 13 | 68 (43-107) | <3 | | 14 | 68 (44-104) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 314 | 93 (85-102) | 430 | 91 (84-99) | 230 | 75 (67-84) | 656 | 85 (79-90) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 120 | 113 (98-132) | 136 | 108 (93-124) | 36 | 82 (62-107) | 171 | 102 (90-115) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 139 | 76 (66-87) | | | | | | | | |

Tabella MSC_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MSC_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

MSC MASSA CARRARA

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 167 | 189,8 | 88 | (77-101) |
| Sistema nervoso | 12 | 13,6 | 92 | (53-151) |
| Cuore | 54 | 61,4 | 81 | (64-102) |
| Cuore severo | 16 | 18,2 | 100 | (63-154) |
| Palato-labbro | < 3 | | | |
| Apparato digerente | 12 | 13,6 | 107 | (61-175) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 14 | 15,9 | 61 | (37-96) |
| Genitali | 10 | 11,4 | 65 | (35-112) |
| Arti | 14 | 15,9 | 85 | (51-134) |
| Cromosomiche | 44 | 50,0 | 112 | (86-145) |

Tabella MSC_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2010-2019.

Table MSC_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2010-2019.

TER

TERNI PAPIGNO (TR)



 **1**
COMUNE

 **110 003**
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

• Terni

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto siderurgico (S) e di una discarica di 2° categoria tipo B rifiuti speciali (D).

Il Comune di Terni ha un basso livello di deprivazione. Il 46,3% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 25,2/100.000 casi (+9,7%) nei maschi e di 20,8/100.000 casi (+13,8%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per i principali gruppi di cause è in eccesso per tutti i tumori maligni e, nelle femmine, per le malattie circolatorie e dell'apparato digerente. Le malattie respiratorie sono in difetto, con stima incerta, in entrambi i generi. Un eccesso per le malattie dell'apparato digerente nella popolazione maschile e uno per le malattie urinarie nelle femmine sono basati su stime incerte e imprecise (**Tabella TER_1**).

Tra le patologie con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con le esposizioni ambientali presenti nel sito, si riscontrano eccessi in entrambi i generi per tutti i tumori maligni, per il tumore del polmone, per il tumore della vescica e, nelle femmine, per il tumore maligno della mammella, per il gruppo malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali. Le malattie respiratorie nel complesso sono in difetto in entrambi i generi, con stime incerte. Anche le malattie polmonari croniche sono in difetto in entrambi i generi (nelle femmine con stima incerta). Nei maschi, è presente un difetto per l'insufficienza renale cronica (**Tabella TER_2**). I dati di mortalità vanno comunque interpretati con cautela, tenendo conto gli eccessi in entrambi i generi per la causa «Sintomi, segni e stati morbosi mal defini-

ti», considerati un segnale indicativo della bassa qualità della codifica delle cause di morte (● maschi: SMR 124; IC90% 101-153 ● femmine: SMR 108; IC90% 93-126), dato assente nel precedente Rapporto.¹

■ **Ospedalizzazione.** Per quanto riguarda l'ospedalizzazione per tutte le cause naturali, si osservano, in entrambi i generi, eccessi per tutte le cause naturali, per le malattie respiratorie, dell'apparato digerente e dell'apparato urinario. Le malattie circolatorie sono in eccesso nei maschi (**Tabella TER_3**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* con fonti di esposizioni ambientali nel sito, sono in eccesso, in entrambi i generi, il tumore polmonare, le malattie respiratorie in toto, acute e croniche, l'insufficienza renale cronica e il gruppo delle malattie glomerulari, tubulo-interstiziali, insufficienze renali, nelle femmine con stima incerta. L'asma è in eccesso nella popolazione femminile e in difetto nei maschi, con stima incerta e imprecisa. Nei maschi, sono in difetto i linfomi non Hodgkin, nelle femmine il difetto è basato su una stima incerta e imprecisa; nella popolazione femminile sono in difetto i tumori del tessuto connettivo, in eccesso nei maschi con una stima incerta e imprecisa. Stime incerte documentano un difetto nei maschi per i tumori della prostata e della vescica, questi ultimi in eccesso nelle femmine con stima incerta e imprecisa (**Tabella TER_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Si segnala un eccesso per la mortalità generale sia nel primo anno di vita sia in età pediatrica (**Tabella TER_5**); questi eccessi, basati su stime incerte sui due generi, sono entrambi riferibili alle femmine (● 0-1 anno: 9 casi su 12, SMR 206; IC90% 120-354 ● 0-14 anni: 10 casi su 15, SMR 172; IC90% 103-288).

Anche l'eccesso di mortalità per condizioni morbose di origine perinatale osservato sui due generi (**Tabella TER_5**) è associato in particolare a 7 casi osservati tra le femmine nel primo anno di vita (SMR 294; IC90% 159-542). Un difetto della mortalità generale è rilevato tra i giovani (20-29 anni) e nell'insieme delle età (0-29 anni), ma l'interpretazione delle stime è limitata dalla loro incertezza.

■ **Ospedalizzazione.** I ricoverati per tutte le cause naturali sono in eccesso rispetto all'atteso in età pediatrica, particolarmente tra le femmine (1.310 casi, SHR 106; IC90% 101-111), pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), giovanile (20-29 anni) e nel complesso delle età 0-29 anni (**Tabella TER_6**).

Eccessi in tutte le classi di età sono osservati per le malattie infettive, per le infezioni respiratorie acute, per le patologie degli apparati digerente e urinario e per i tumori maligni dell'encefalo, questi ultimi tranne in età giovanile. I ricoverati per malattie del sistema circolatorio risultano

TER TERNI PAPIGNO

in eccesso, particolarmente in età pediatrico-adolescenziale e nella classe complessiva 0-29 anni. L'ospedalizzazione per asma appare in eccesso, ma sempre con stime incerte. Nel primo anno di vita, si rileva un deficit di ricoveri per le condizioni morbose di origine perinatale.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Relativamente ai dati della mortalità, si richiama la documentata bassa qualità della codifica delle cause di morte, dato assente nel Quinto Rapporto SENTIERI.¹

Nella popolazione generale si confermano gli eccessi già documentati nel precedente aggiornamento relativamente alla mortalità generale, a tutti i tumori maligni e all'apparato digerente in entrambi i generi; solo per le femmine, per le malattie circolatorie e degli apparati digerente e urinario. Come indicato nel commento alla **Tabella TER_1**, a differenza del Rapporto precedente,¹ diverse stime presentano incertezza e/o imprecisione.

Si rilevano, in linea con il precedente aggiornamento, alcuni eccessi per la mortalità generale, per le condizioni morbose di origine perinatale e per tutti i tumori, ma basati su stime ancor più incerte e imprecise che nel periodo 2006-2013.

L'aggiornamento delle evidenze dei nessi eziologici tra fonti di esposizione ambientale specifiche del sito e patologie di interesse ha quadruplicato le cause di interesse *a priori*. Le cause già presenti (malattie polmonari, acute, croniche e asma) presentavano valori che non si discostavano dall'atteso, mentre in questo studio si osservano difetti delle malattie respiratorie *in toto* in entrambi i generi (stime incerte) e delle malattie polmonari croniche, nelle femmine con una stima incerta.

Il quadro dei ricoveri per grandi cause conferma gli ec-

cessi osservati nel Quinto Rapporto SENTIERI,¹ a eccezione dei tumori maligni e delle malattie circolatorie, in eccesso nei soli maschi.

Nelle classi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili, i ricoveri per tutte le cause naturali e per infezioni respiratorie acute sono in eccesso, in linea con il Quinto Rapporto. L'ospedalizzazione per asma appare in eccesso nelle diverse sottoclassi di età, ma sempre con stime incerte e imprecise. Inoltre, risultano in eccesso le patologie circolatorie particolarmente nella classe di età pediatrico-adolescenziale.

La complessità interpretativa dei ricoveri per cause di interesse *a priori* è analoga a quanto osservato per la mortalità. Benedetti et al., studiando l'incidenza per genere del tumore della tiroide in alcuni siti nel periodo 2006-2013, hanno osservato in quest'area nella classe di età 15-39 un eccesso nei maschi e un difetto nelle femmine, e un eccesso in entrambi i generi nella classe 40+, basati su stime imprecise.² Nel presente studio, i dati dei ricoverati per questa patologia mostrano un eccesso in entrambi i generi, basati nei maschi su una stima incerta e imprecisa, nelle femmine su una stima imprecisa, con, rispettivamente, 37 (SHR 116; IC90% 89-152) e 120 casi osservati (SHR= 38; IC90% 119-161).

Bibliografia

- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:101-103.
- Benedetti M, Zona A, Contiero P, D'Armiento E, Iavarone I, Airtum Working Group. Incidence of Thyroid Cancer in Italian Contaminated Sites. *Int J Environ Res Public Health* 2020;18(1):191.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 3.132 | 104 (101-107) | 3.658 | 107 (104-109) |
| Tutti i tumori maligni | 963 | 108 (103-114) | 842 | 113 (107-120) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.040 | 99 (94-104) | 1.501 | 106 (102-111) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 263 | 97 (88-108) | 220 | 90 (80-100) |
| Malattie dell'apparato digerente | 112 | 109 (93-128) | 131 | 119 (103-138) |
| Malattie dell'apparato urinario | 56 | 99 (79-123) | 78 | 116 (97-140) |

Tabella TER_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TER_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

TER TERNI PAPIGNO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 963 | 108 (103-114) | 842 | 113 (107-120) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 49 | 95 (75-120) | 29 | 107 (79-144) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 245 | 115 (103-127) | 118 | 144 (124-168) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 8 | 168 (94-297) | 5 | 138 (67-283) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 153 | 148 (129-169) |
| Tumori maligni della prostata | 83 | 110 (92-132) | | |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni del rene | 26 | 108 (78-149) | 8 | 63 (36-113) |
| Tumori maligni della vescica | 55 | 143 (115-178) | 21 | 146 (102-209) |
| Linfomi non Hodgkin | 22 | 94 (66-133) | 23 | 97 (69-136) |
| Leucemie | 37 | 92 (71-121) | 30 | 89 (66-120) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 263 | 97 (88-108) | 220 | 90 (80-100) |
| Malattie respiratorie acute | 69 | 114 (93-139) | 64 | 89 (72-109) |
| Malattie polmonari croniche | 115 | 83 (71-97) | 88 | 86 (72-102) |
| Asma | 3 | 367 (147-919) | <3 | |
| Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali | 44 | 97 (75-124) | 68 | 136 (112-166) |
| Insufficienza renale cronica | 14 | 59 (38-91) | 28 | 126 (92-172) |

Tabella TER_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TER_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 18.006 | 106 (105-108) | 19.429 | 106 (105-108) |
| Tutti i tumori maligni | 2.241 | 99 (95-102) | 2.214 | 99 (96-103) |
| Malattie del sistema circolatorio | 4.640 | 105 (102-107) | 3.809 | 99 (96-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.861 | 108 (105-112) | 2.563 | 113 (110-117) |
| Malattie dell'apparato digerente | 4.201 | 116 (113-119) | 3.429 | 121 (117-124) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.452 | 143 (137-149) | 1.104 | 135 (129-142) |

Tabella TER_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TER_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.241 | 99 (95-102) | 2.214 | 99 (96-103) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 62 | 84 (68-103) | 38 | 118 (91-154) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 260 | 111 (100-123) | 150 | 127 (111-146) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 20 | 109 (75-157) | 10 | 59 (35-99) |
| Tumori maligni della mammella | 4 | 77 (35-172) | 690 | 101 (94-107) |
| Tumori maligni della prostata | 300 | 92 (84-101) | | |
| Tumori maligni del testicolo | 24 | 109 (78-152) | | |
| Tumori maligni del rene | 96 | 102 (86-121) | 51 | 105 (83-132) |
| Tumori maligni della vescica | 315 | 97 (88-106) | 83 | 107 (89-128) |
| Linfomi non Hodgkin | 62 | 76 (61-93) | 60 | 86 (70-107) |
| Leucemie | 41 | 80 (62-103) | 33 | 87 (66-116) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.861 | 108 (105-112) | 2.563 | 113 (110-117) |
| Malattie respiratorie acute | 1.089 | 112 (106-118) | 1.034 | 117 (111-123) |
| Malattie polmonari croniche | 310 | 167 (152-183) | 298 | 178 (162-195) |
| Asma | 24 | 81 (58-113) | 44 | 135 (105-172) |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 351 | 115 (105-125) | 271 | 111 (100-122) |
| Insufficienza renale cronica | 159 | 121 (106-137) | 103 | 128 (109-150) |

Tabella TER_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TER_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

TER TERNI PAPIGNO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 12 | 134 (84-214) | 15 | 106 (69-161) | 20 | 113 (78-162) | 10 | 61 (36-102) | 30 | 88 (65-118) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 131 (52-328) | 5 | 128 (62-262) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 9 | 171 (99-293) | | | | | | | | |

Tabella TER_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TER_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 845 | 99 (93-104) | 3.144 | 101 (98-104) | 3.970 | 103 (101-106) | 1.930 | 113 (109-117) | 5.833 | 106 (104-108) |
| Malattie infettive e parassitarie | 55 | 131 (105-163) | 321 | 166 (152-182) | 378 | 168 (155-183) | 128 | 224 (194-259) | 503 | 179 (167-193) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 17 | 102 (69-152) | 30 | 120 (89-162) | 37 | 106 (81-139) | 67 | 113 (92-138) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 6 | 280 (145-541) | 8 | 268 (151-475) | <3 | | 10 | 184 (110-308) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 4 | 73 (33-163) | 10 | 123 (73-206) | 8 | 100 (56-177) | 18 | 113 (77-167) |
| Linfomi | | | <3 | | 3 | 92 (37-229) | 8 | 120 (68-213) | 11 | 112 (69-183) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 3 | 100 (40-251) | 4 | 94 (42-209) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 7 | 161 (87-297) | 9 | 141 (82-243) |
| Leucemie | | | 3 | 75 (30-187) | 7 | 140 (76-259) | <3 | | 7 | 113 (61-208) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | 5 | 133 (65-273) | <3 | | 5 | 133 (65-273) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 87 | 110 (93-132) | 147 | 123 (108-141) | 127 | 112 (97-130) | 273 | 118 (107-131) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 444 | 145 (134-157) | 462 | 143 (133-155) | 42 | 138 (107-178) | 504 | 143 (133-154) |
| Asma | | | 26 | 106 (77-146) | 29 | 113 (83-153) | <3 | | 30 | 107 (79-145) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 390 | 123 (113-134) | 552 | 126 (117-135) | 344 | 114 (104-124) | 891 | 121 (114-128) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 107 | 116 (99-136) | 134 | 124 (107-142) | 67 | 150 (123-183) | 199 | 131 (116-147) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 440 | 84 (77-91) | | | | | | | | |

Tabella TER_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TER_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

FAL

FALCONARA MARITTIMA (AN)



Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C), raffineria (P&R), centrale termoelettrica (E).

Il comune di Falconara ha un basso livello di deprivazione. Il 35,7% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 40/100.000 casi (-15,7%) nei maschi e un aumento di 17,7/100.000 casi (+11,5%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella FAL_1**) mette in evidenza eccessi di rischio nel solo genere femminile per l'insieme dei tumori maligni. Difetti di rischio in entrambi i generi si osservano per la mortalità generale, le malattie del sistema circolatorio e quelle del sistema respiratorio. Un difetto in entrambi i generi è presente anche per le malattie dell'apparato urinario, nei maschi con stime incerte. Il profilo di salute specifico per la mortalità rappresentato dalle cause d'interesse *a priori* associabili alle fonti di esposizioni ambientali mostra un eccesso di rischio (**Tabella FAL_2**), nel genere femminile, per l'insieme dei tumori e, nei maschi, con stima incerta, per i tumori del polmone. Un difetto di rischio in entrambi i generi si osserva per l'insieme delle malattie respiratorie e per le leucemie con stima incerta e imprecisa (basato su pochi casi). Difetti di rischio si osservano in entrambi i generi per le malattie respiratorie acute, nei maschi con stima incerta, e nei soli maschi per i tumori del colon retto.

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella FAL_3**) mette in evidenza un eccesso di rischio in entrambi i generi per tutte le cause naturali, l'insieme dei tumori e le malattie dell'apparato digerente. Un eccesso di rischio si osserva anche nei soli maschi per le malattie dell'apparato urinario.

Il profilo di salute specifico per i ricoverati rappresentato dalle cause di interesse *a priori* associabili alle fonti di esposizioni ambientali (**Tabella FAL_4**) mostra, in entrambi i generi, eccessi di rischio per l'insieme dei tumori maligni e per i tumori maligni del tessuto connettivo e degli altri tessuti molli, nei maschi con stima incerta. Nel solo genere maschile si osservano eccessi per le malattie respiratorie acute, mentre nelle sole femmine si osservano eccessi di rischio per i tumori della mammella, l'asma e i tumori maligni dello stomaco e del polmone; per queste ultime due sedi, con stima incerta. Nei maschi si osserva un difetto di rischio per i tumori del colon retto.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Sono stati osservati 5 decessi complessivamente nel periodo in studio, nella classe di età 20-29 anni, delineando un eccesso caratterizzato da incertezza (SMR 139; IC90% 68-286).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta inferiore all'atteso nelle diverse sottoclassi di età analizzate, tranne tra i giovani, per i quali sono in eccesso (**Tabella FAL_5**). Nell'analisi per sottogruppi di diagnosi e di età, si segnala un difetto di ricoverati per condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita; un eccesso di ricoverati per leucemia linfocitica (3 casi) e per malattie dell'apparato urinario e un deficit di infezioni acute delle vie respiratorie in età pediatrica (0-14 anni); un eccesso di ricoverati per malattie dell'apparato digerente, per asma (3 casi) e per tumori del tessuto linfoemopoietico tra i maschi (3 casi, SHR 299; IC90% 120-749) in età giovanile (20-29 anni).

Sul complesso delle età esaminate (0-29 anni) si rileva un eccesso di leucemie basato su 5 casi, dei quali 4 tra i maschi (SHR 344; IC90% 154-766) (dato non in Tabella).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il profilo di salute generale rappresentato tramite la mortalità e i ricoverati mette in evidenza quanto già osservato nel precedente Rapporto SENTIERI¹ e nel Rapporto SENTIERI 2011² relativo al solo esito della mortalità. Per la mortalità, si osserva un generale difetto nelle stime di rischio, con l'eccezione dell'insieme dei tumori nel genere femminile, che sono, invece, in eccesso; mentre le stime per i ricoverati sono in eccesso in entrambi i generi per l'insieme

FAL FALCONARA MARITTIMA

delle cause analizzate, per tutti i tumori e per le malattie dell'apparato digerente.

Il profilo di salute specifico rappresentato tramite le cause d'interesse *a priori* associabili alle fonti di esposizioni ambientali presenta, al di là dei singoli risultati, i seguenti elementi maggiormente caratterizzanti gli eccessi di rischio. Sono in eccesso l'insieme dei tumori maligni in entrambi i generi nei ricoverati e nel solo genere femminile per la mortalità. Sono, inoltre, in eccesso in entrambi i generi i ricoveri per tumore del tessuto connettivo e degli altri tessuti molli, nei maschi con stime incerte.

Rispetto alle patologie di particolare interesse nei precedenti Rapporti SENTIERI e negli studi ivi citati,^{1,2} ossia il tumore del polmone e le leucemie, i risultati del presente Rapporto mostrano un unico eccesso con stima incerta per il tumore del polmone tra i ricoverati nel genere femminile, mentre per le leucemie si osserva un difetto in entrambi i generi, con stima incerta per l'esito della mortalità, e un eccesso, sempre con stima incerta, per i ricoverati. Le analisi per sottogruppi di età mostrano un eccesso di ospedalizzazione per leucemie nella classe di età 0-29 anni basato su 5 casi (SHR 264; IC90% 129-543), dei quali 3 si riferiscono a leucemia linfoide in età pediatrica (SHR 287; IC90% 115-718).

Va sottolineato che la mortalità per i mesoteliomi è in aumento nel genere maschile sulla base di 7 casi osservati (SMR 336; IC90% 182-620). Come già riportato nel precedente Rapporto SENTIERI, lo studio SENTIERI-ReNaM ha messo in evidenza un eccesso di rischio negli uomini.³ Tuttavia, il settore professionale che ha comportato il maggior rischio di esposizione ad amianto nei residenti è risultato quello della cantieristica navale, settore presente al di fuori del sito, nella vicina città di Ancona.

L'Agenzia regionale per la protezione ambientale delle Marche (ARPAM), in collaborazione con l'amministrazione di Falconara Marittima, ha implementato un piano per il monitoraggio delle sostanze presenti in aria ambiente nell'area comunale in concomitanza di eventi odorigeni, con il fine di valutare l'associazione di determinate sostanze, in particolare i composti organici volatili (VOC), con i processi produttivi insistenti nell'area di studio e quindi determinare le cause delle molestie olfattive avvertite dalla popolazione.^{4,5} I dati sono ottenuti dalle misure provenienti dai dispositivi di campionamento e con il coinvolgimento attivo dei cittadini. I risultati della campagna di monitoraggio sono comunicati tramite newsletter e report periodici. Nel periodo dal 22 giugno 2019 al 31 dicembre 2020, i giorni in cui sono pervenute almeno 3 segnalazioni sono stati 296, di cui 73 con più di 10 segnalazioni. Nel 65% dei casi, il disturbo odorigeno percepito e segnalato è stato riferito a idro-

carburi. L'intensità è stata percepita come forte nel 52% dei casi, fortissima nel 33% e debole nel restante 15%. In quasi metà dei casi, sono stati segnalati disturbi correlati al fenomeno odorigeno, che hanno riguardato nella maggior parte (45%) le prime vie respiratorie.⁶

Sarebbe auspicabile l'implementazione dello studio di coorte occupazionale dei lavoratori della raffineria di Falconara da sviluppare considerando la possibile componente residenziale del rischio, in modo analogo a quanto fatto per i lavoratori del petrolchimico di Gela (si vedano, al riguardo, la scheda relativa al sito di Gela, pp. 254-259, e le pubblicazioni ivi citate).

Infine, rispetto a quanto indicato nel precedente Rapporto SENTIERI in merito al piano di sorveglianza epidemiologica e sanitaria dell'area denominata "AERCA", comprendente anche il comune di Falconara, e avente l'obiettivo di monitorare l'andamento spaziale e temporale dello stato di salute delle popolazioni residenti e dei loro gruppi vulnerabili e suscettibili in relazione anche all'inquinamento ambientale, il gruppo degli enti coinvolti sta procedendo nelle attività di cui è prevista l'uscita di un rapporto documentale nel prossimo futuro.⁷

Settimo et al. hanno studiato, nello stesso periodo temporale di questo Rapporto SENTIERI, la mortalità e i ricoveri ospedalieri in questo sito in relazione alla presenza di inquinanti specifici.⁸

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:104-5.
2. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:77-79.
3. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:53-54.
4. ARPA Marche. ODOR.NET. Disponibile all'indirizzo: <https://www.arpa.marche.it/progetti-aria#odornet>
5. Sileno M. Un monitoraggio innovativo con la app odornet. *Ecoscienza* 2020; 6:46-47. Disponibile all'indirizzo: <https://www.arpa.e.it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2020/numero-6-anno-2020>
6. ARPA Marche. ODER.NET. Newsletter N. 6 Elaborazione dati del periodo giugno 2019-dicembre 2020. Disponibile all'indirizzo: https://infogram.com/odornet_feb_2021-1hxj48pmdgddq2v?live
7. ARPAM, ARS Marche, ASUR Marche area vasta 2. Piano di sorveglianza epidemiologica e sanitaria sulla popolazione residente nella zona "AERCA" della provincia di Ancona. 2016. Disponibile all'indirizzo: https://www.arpa.marche.it/images/epidemiologia/2016_esp/2016_AERCA/AERCA_piano_sorv.pdf
8. Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M, et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

FAL FALCONARA MARITTIMA

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|-------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 703 | 90 (84-95) | 743 | 90 (85-96) |
| Tutti i tumori maligni | 226 | 96 (86-107) | 210 | 117 (104-131) |
| Malattie del sistema circolatorio | 235 | 88 (79-98) | 272 | 81 (73-89) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 50 | 74 (59-93) | 37 | 67 (51-88) |
| Malattie dell'apparato digerente | 28 | 95 (69-129) | 26 | 90 (65-124) |
| Malattie dell'apparato urinario | 9 | 62 (36-107) | 4 | 26 (11-57) |

Tabella FAL_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table FAL_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 226 | 96 (86-107) | 210 | 117 (104-131) |
| Tumori maligni dello stomaco | 19 | 99 (68-143) | 10 | 74 (44-124) |
| Tumori maligni del colon retto | 20 | 69 (48-100) | 25 | 113 (81-156) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 60 | 112 (90-138) | 23 | 110 (78-155) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 29 | 106 (78-144) |
| Leucemie | 5 | 61 (29-124) | 3 | 44 (18-110) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 50 | 74 (59-93) | 37 | 67 (51-88) |
| Malattie respiratorie acute | 10 | 57 (34-95) | 12 | 69 (43-111) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella FAL_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table FAL_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 4.342 | 106 (103-109) | 4.412 | 107 (104-110) |
| Tutti i tumori maligni | 656 | 115 (108-123) | 594 | 116 (109-125) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.041 | 96 (92-101) | 871 | 102 (97-108) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 601 | 97 (90-103) | 520 | 100 (93-108) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.014 | 119 (113-125) | 746 | 122 (115-130) |
| Malattie dell'apparato urinario | 294 | 111 (101-122) | 168 | 92 (81-105) |

Tabella FAL_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table FAL_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 656 | 115 (108-123) | 594 | 116 (109-125) |
| Tumori maligni dello stomaco | 21 | 80 (56-115) | 24 | 134 (96-187) |
| Tumori maligni del colon retto | 54 | 76 (61-95) | 52 | 90 (72-113) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 64 | 106 (87-131) | 35 | 128 (97-169) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 11 | 140 (86-229) | 12 | 213 (133-341) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 183 | 125 (111-142) |
| Leucemie | 17 | 106 (72-158) | 14 | 118 (76-182) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 601 | 97 (90-103) | 520 | 100 (93-108) |
| Malattie respiratorie acute | 221 | 114 (102-127) | 164 | 97 (86-111) |
| Asma | 4 | 61 (27-136) | 17 | 211 (115-130) |

Tabella FAL_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table FAL_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

FAL FALCONARA MARITTIMA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

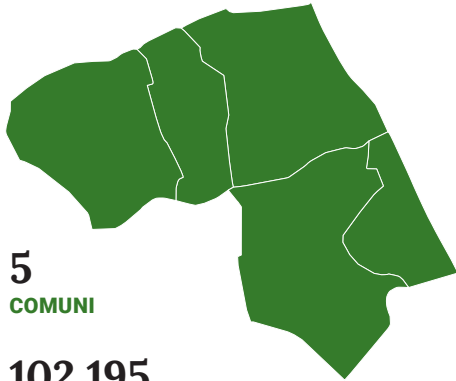
| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|----------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 135 | 80 (69-92) | 625 | 91 (85-97) | 819 | 93 (88-99) | 491 | 112 (104-121) | 1296 | 100 (95-104) |
| Malattie infettive e parassitarie | 16 | 130 (86-196) | 50 | 102 (81-128) | 57 | 103 (83-128) | 12 | 91 (57-146) | 69 | 101 (83-123) |
| Tutti i tumori maligni | | | 4 | 85 (38-189) | 5 | 71 (35-147) | 7 | 77 (42-142) | 12 | 75 (47-120) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiético | | | 3 | 143 (57-357) | 3 | 95 (38-238) | 3 | 152 (61-380) | 6 | 118 (61-229) |
| Leucemie | | | 3 | 222 (89-555) | 3 | 182 (73-455) | | | 5 | 264 (129-543) |
| Leucemia linfoide | | | 3 | 287 (115-718) | 3 | 244 (97-610) | | | 3 | 220 (88-551) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 19 | 111 (76-161) | 30 | 94 (70-127) | 31 | 95 (71-128) | 61 | 95 (77-117) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 30 | 55 (41-75) | 33 | 58 (43-77) | 7 | 126 (68-232) | 40 | 64 (49-83) |
| Asma | | | 7 | 102 (55-188) | 9 | 124 (72-212) | 3 | 679 (271-1699) | 12 | 155 (97-249) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 68 | 91 (75-111) | 121 | 109 (94-127) | 106 | 130 (110-152) | 225 | 118 (106-132) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 34 | 136 (103-180) | 38 | 130 (100-170) | 7 | 58 (32-108) | 45 | 110 (86-140) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 45 | 63 (49-80) | | | | | | | | |

Tabella FAL_5. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table FAL_5. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

BBC

BASSO BACINO FIUME CHIEN TI



 **5**
COMUNI

 **102 195**
ABITANTI

Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Civitanova Marche
- Montecosaro
- Morrovalle
- Porto Sant'Elpidio
- Sant'Elpidio a Mare

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto calzaturiero (C).

Quattro dei 5 comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 62,4% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 4,4/100.000 casi (+1,7%) nei maschi e 3,2/100.000 casi (+2,1%) nelle femmine. I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Nel periodo 2013-2017, si osservano un eccesso per la mortalità generale in entrambi i generi e per tutti i tumori maligni nella popolazione femminile (**Tabella BBC_1**). Eccessi, basati su stime incerte, sono presenti nei maschi per tutti i tumori maligni e, in entrambi i generi, per le malattie dell'apparato circolatorio. È presente un difetto per le malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione femminile.

Nello stesso periodo, la mortalità per le cause con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con le *esposizione ambientali* presenti nel sito mostra un eccesso per il tumore maligno del colon retto nelle femmine, mentre difetti per il tumore maligno dello stomaco nei maschi e per le malattie respiratorie nelle femmine (**Tabella BBC_2**).

■ **Ospedalizzazione.** Nel periodo 2014-2018, nei maschi si osservano un difetto per tutte le cause naturali e un eccesso per tutti i tumori maligni (**Tabella BBC_3**). Sono presenti difetti per le malattie respiratorie nelle femmine e, in entrambi i generi, per le malattie dell'apparato digerente. Stime affette da incertezza mostrano un eccesso per le malattie dell'apparato urinario in entrambi i generi. Nello stesso periodo, per le cause con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con le *esposizione ambientali* presenti nel sito, mostra un difetto nei ricoveri, con stime incerte, in entrambi i generi per il tumore dello stomaco, mentre, per il tumore maligno del colon retto, un eccesso nei maschi e un difetto nelle femmine. Nelle femmine è presente un difetto per le malattie dell'apparato respiratorio, in entrambi i generi un difetto per l'asma (nelle femmine la stima è incerta e imprecisa) (**Tabella BBC_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel primo anno di vita, si registra un eccesso della mortalità generale dovuto a eccessi sia per condizioni morbose di origine perinatale sia per malformazioni congenite (**Tabella BBC_5**). Si segnalano eccessi per la mortalità generale anche nelle altre sottoclassi di età, sebbene in questo caso associati a incertezza. Inoltre, si mette in evidenza un eccesso di decessi per tutti i tumori in età giovanile (20-29 anni).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in eccesso nel primo anno di vita, in età pediatrica e, complessivamente, in età 0-19 anni, mentre è in difetto tra i giovani adulti (**Tabella BBC_6**). Nel primo anno di vita, si rileva un eccesso di rischio anche per condizioni morbose di origine perinatale. In tutte le sottoclassi di età, l'ospedalizzazione per malattie infettive, per infezioni respiratorie acute e per asma è in difetto rispetto all'atteso. I ricoveri per patologie del sistema circolatorio risultano in difetto in età pe-

BBC BASSO BACINO FIUME CHIEN TI

diatrici-adolescenziale (0-19 anni) e per l'insieme delle età 0-29 anni.

Tra i giovani (20-29 anni) si osserva un eccesso di ricoverati per tutti i tumori, con stima incerta, al quale è associato un eccesso per i tumori del tessuto emolinfopoietico e per le leucemie mieloidi sui due generi. Gli eccessi che riguardano particolarmente il genere femminile sono quello per tutti i tumori (26 casi: SHR 139; IC90% 101-192) e per il linfoma di Hodgkin (5 casi: SHR 347; IC90% 169-713).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

I tre indicatori di deprivazione riportati nella descrizione del sito sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione residente.

I risultati relativi alla mortalità e ai ricoverati per tutte le età presentati in questo studio non sono completamente sovrapponibili a quanto osservato nel Quinto Rapporto SENTIERI.¹

Si confermano gli eccessi per la mortalità generale e per le malattie circolatorie in entrambi i generi, per i ricoveri per tutti i tumori maligni nei maschi e per le patologie urinarie in entrambi i generi

In linea con il precedente periodo, si rileva un difetto di ricoveri per asma in tutte le sottoclassi di età e un eccesso di ricoveri per leucemia mieloide in età giovanile (20-29 anni). Sempre tra i giovani, d'altra parte, è in eccesso anche il linfoma di Hodgkin che nel periodo 2006-2013 era in difetto, con stime incerte, rispetto all'atteso.

Possono essere ipotizzate variazioni di fenomeni, che la metodologia di SENTIERI non consente di mettere in luce e quantificare. Inoltre, va tenuto conto del fatto che, nel periodo studiato in questo Rapporto, gli anni di osservazione sono cinque, tre in meno rispetto al Quinto Rapporto, e oscillazioni, soprattutto per esiti di patologie rare, sono attese sui brevi periodi di osservazione.

Nel periodo studiato in questo Rapporto si osservano differenze tra i dati di mortalità e di ospedalizzazione. Si tratta di un aspetto spesso presente, attribuibile alle diversità intrinseche in termini di letalità delle patologie prese in considerazione.

Si ritiene opportuno raccomandare una sensibilizzazione per un'adesione maggiore, ove questa fosse attualmente bassa, allo screening per il tumore maligno del colon retto.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:107-8.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BBC BASSO BACINO FIUME CHIEN TI

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 2.532 | 104 (101-107) | 2.626 | 104 (101-107) |
| Tutti i tumori maligni | 775 | 103 (97-110) | 626 | 109 (102-116) |
| Malattie del sistema circolatorio | 854 | 106 (100-112) | 1.040 | 103 (98-109) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 200 | 98 (88-111) | 140 | 84 (73-97) |
| Malattie dell'apparato digerente | 79 | 85 (70-102) | 87 | 97 (82-116) |
| Malattie dell'apparato urinario | 49 | 114 (90-144) | 56 | 119 (96-148) |

Tabella BBC.1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BBC.1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 47 | 77 (60-98) | 46 | 108 (85-138) |
| Tumori maligni del colon retto | 100 | 109 (93-129) | 95 | 136 (115-161) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 200 | 98 (88-111) | 140 | 84 (73-97) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella BBC.2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BBC.2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 14.604 | 97 (96-99) | 14.785 | 99 (97-100) |
| Tutti i tumori maligni | 1.981 | 105 (101-109) | 1.757 | 102 (98-106) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.579 | 98 (96-101) | 2.765 | 99 (96-103) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.176 | 98 (94-101) | 1.707 | 93 (90-97) |
| Malattie dell'apparato digerente | 2.749 | 89 (86-92) | 2.017 | 91 (88-95) |
| Malattie dell'apparato urinario | 947 | 103 (98-109) | 666 | 105 (99-112) |

Tabella BBC.3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BBC.3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--------------------------------|--------|--------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 72 | 85 (70-103) | 52 | 90 (71-113) |
| Tumori maligni del colon retto | 252 | 108 (97-119) | 177 | 94 (83-107) |
| Malattie apparato respiratorio | 2.176 | 98 (94-101) | 1.707 | 93 (90-97) |
| Asma | 15 | 53 (34-80) | 23 | 71 (51-100) |

Tabella BBC.4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BBC.4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BBC BASSO BACINO FIUME CHIANTI

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|---------------|------|--------------|------|--------------|-------|---------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 15 | 202 (133-308) | 18 | 126 (86-185) | 22 | 114 (80-161) | 20 | 136 (94-196) | 42 | 123 (96-159) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | <3 | | 8 | 270 (152-480) | 8 | 138 (78-245) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | 3 | 221 (88-553) | <3 | | 4 | 160 (72-357) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 7 | 193 (105-356) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 6 | 298 (154-576) | | | | | | | | |

Tabella BBC_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BBC_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.079 | 125 (119-132) | 3.575 | 111 (108-114) | 4.292 | 108 (105-111) | 1.660 | 93 (89-97) | 5.904 | 104 (102-106) |
| Malattie infettive e parassitarie | 41 | 65 (51-85) | 162 | 69 (61-79) | 173 | 67 (59-76) | 48 | 89 (70-113) | 221 | 71 (64-79) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 18 | 84 (57-123) | 25 | 82 (59-113) | 46 | 122 (96-155) | 71 | 104 (86-127) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | <3 | | 3 | 63 (25-159) | <3 | | 5 | 68 (33-139) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 8 | 84 (47-149) | 11 | 80 (49-131) | 14 | 174 (112-269) | 25 | 116 (84-161) |
| Linfomi | | | 3 | 87 (35-218) | 5 | 77 (37-157) | 11 | 160 (98-262) | 16 | 120 (80-181) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 6 | 177 (92-343) | 6 | 104 (54-202) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 3 | 108 (43-271) | 5 | 104 (50-213) | 8 | 165 (93-293) | 13 | 135 (86-211) |
| Leucemie | | | 5 | 81 (40-167) | 6 | 82 (42-159) | 3 | 271 (108-678) | 9 | 109 (63-187) |
| Leucemia linfoide | | | 5 | 105 (51-215) | 5 | 91 (44-187) | <3 | | 5 | 83 (40-171) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 3 | 571 (228-1430) | 4 | 177 (79-393) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 67 | 87 (71-106) | 102 | 75 (64-88) | 117 | 89 (76-103) | 219 | 82 (74-92) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 187 | 71 (63-80) | 190 | 69 (61-78) | 17 | 75 (50-111) | 207 | 70 (62-78) |
| Asma | | | 20 | 62 (43-89) | 21 | 62 (43-88) | <3 | | 21 | 59 (41-84) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 313 | 93 (85-102) | 490 | 102 (95-110) | 347 | 104 (95-114) | 824 | 102 (96-108) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 103 | 88 (74-103) | 110 | 82 (70-96) | 37 | 75 (58-99) | 147 | 81 (70-92) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 491 | 135 (125-145) | | | | | | | | |

Tabella BBC_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table BBC_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



LAZIO

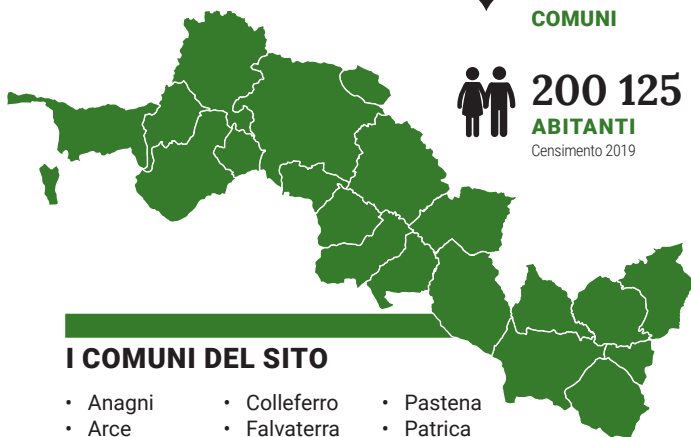
BFS

BACINO DEL FIUME SACCO (FR-RM)



19
COMUNI

200 125
ABITANTI
Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Anagni
- Arce
- Artena
- Castro
- Dei Volsci
- Ceccano
- Ceprano
- Colferro
- Falvaterra
- Ferentino
- Frosinone
- Gagnano
- Morolo
- Paliano
- Pastena
- Patrica
- Pofi
- Segni
- Sgurgola
- Supino

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C) e discariche di rifiuti pericolosi e urbani (D).

Nove su 19 comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 39% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 23,2/100.000 casi (+7,6%) nei maschi e una diminuzione di 3,9/100.000 casi (-2,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

Mortalità. Per quanto riguarda la mortalità nel periodo 2013-2017, si osservano in entrambi i generi eccessi per la mortalità generale e per le malattie del sistema circolatorio. Nella popolazione femminile, sono presenti difetti per tutti i tumori maligni e per le malattie dell'apparato respiratorio; per quest'ultima causa, si osserva un eccesso nei maschi, basato su una stima incerta. Difetti basati su stime incerte si presentano in entrambi i generi per le malattie dell'apparato digerente e, nei maschi, per le malattie dell'apparato urinario (**Tabella BFS_1**).

L'analisi delle cause di morte con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* mostra nei maschi un eccesso per il tumore maligno dello stomaco, per il tumore del testicolo (basato su cinque casi) e per le malattie dell'apparato respiratorio (stima incerta), in difetto nelle femmine. Sono presenti difetti per il tumore vescicale maschile, nelle femmine per il tumore del colon retto (sti-

ma incerta), per il tumore maligno della mammella e per i linfomi non Hodgkin (**Tabella BFS_2**).

Gli eccessi in entrambi i generi della causa "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti" indicano una bassa qualità della codifica delle cause di morte (maschi: SMR 146; IC90% 121-177; femmine: SMR 161; IC90% 139-186).

Ospedalizzazione. L'analisi dei ricoveri per le principali patologie mostra difetti in entrambi i generi per tutte le cause prese in considerazione (**Tabella BFS_3**).

L'analisi dei ricoveri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* mostra eccessi per il tumore maligno dello stomaco e del colon retto nei maschi; sempre per il colon retto, nelle femmine l'eccesso è indicato da una stima incerta. Il tumore maligno della mammella maschile mostra un eccesso (stima incerta e imprecisa), neoplasia in difetto nelle femmine, tra le quali vi è un difetto anche per il tumore maligno del fegato. Sono in eccesso i ricoveri maschili per il tumore maligno del testicolo. Il tumore maligno della vescica è in difetto in entrambi i generi, ma per le femmine la stima è incerta. I linfomi non Hodgkin sono in eccesso nei maschi, a fronte di un difetto nelle femmine: in entrambi i casi, le stime sono incerte. Le patologie dell'apparato respiratorio sono in difetto in entrambi i generi. In entrambi i generi, è presente un eccesso per l'asma, con stime incerte (**Tabella BFS_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

Mortalità. Il quadro della mortalità generale appare in difetto nel primo anno di vita, in linea con l'atteso nelle classi pediatrico-adolescenziali e in eccesso in età giovanile, sebbene con stime incerte che ne limitano l'interpretazione (**Tabella BFS_5**).

Eccessi di mortalità per tutti i tumori si osservano nella classe di età 0-29 anni e, con maggiore incertezza, anche in età pediatrico-adolescenziale e giovanile. Questi eccessi sono associati alle leucemie, in particolare alla leucemia mieloide nei maschi in età giovanile (3 casi: SMR 830; IC90% 332-2.076) e alla leucemia linfocitica nelle femmine in età 0-29 anni (3 casi: SMR 567; IC90% 227-1.419). Un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio si osserva in età 0-29 anni tra i maschi (3 casi: SMR 318; IC90% 127-797).

Ospedalizzazione. Nel primo anno di vita, si osserva un eccesso di ricoverati per tutte le cause naturali (**Tabella BFS_6**), in particolare per le condizioni morbose di origine perinatale; si rileva anche un eccesso perinatale per tutti i tumori tra le femmine (3 casi: SHR 273; IC90% 109-684).

I ricoveri per l'insieme di tutte le cause naturali sono in eccesso solo tra le femmine in età pediatrica (3.442 casi: SHR 105; IC90% 102-108), in età pediatrico-adolescenziale (4.156 casi: SHR 104; IC90% 102-107) e nel complesso delle età 0-29 anni (5.943 casi: SHR 104; IC90% 101-106).

BFS BACINO DEL FIUME SACCO

I ricoverati per malattie respiratorie acute e per asma sono in eccesso in entrambi i generi in tutte le classi di età, tranne che nei giovani adulti (20-29 anni), tra i quali le infezioni respiratorie acute si presentano con stima incerta e l'asma è in difetto rispetto all'atteso.

I ricoveri per malattie del sistema circolatorio appaiono difetto rispetto all'atteso in tutte le sottoclassi di età analizzate.

In età giovanile (20-29 anni) e nel complesso delle età (0-29 anni), si rileva un eccesso di ospedalizzazioni per tutti i tumori, in associazione a eccessi per i tumori dell'encefalo e per i tumori del sistema linfematopoietico, tra cui i linfomi, in particolare i linfomi non Hodgkin. Questi ultimi sono in eccesso anche in età pediatrico-adolescenziale.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Negli anni, questo sito è stato molto studiato, in particolare per la contaminazione da β -esaclorocicloesano (β -HCH),¹ un prodotto della reazione di sintesi dell'insetticida lindano, in produzione presso industrie chimiche presenti nel comune di Colleferro (RM).² Si rimanda al Quinto Rapporto SENTIERI³ e alle pubblicazioni ivi citate per avere un quadro esaustivo degli studi e delle attività scientifiche condotte nell'area, anche sui residenti.⁴ Dal 2006, la Regione Lazio ha avviato il Progetto "Salute della popolazione nell'area della Valle del Sacco"⁵

I risultati relativi alla mortalità e ai ricoverati per tutte le età presentati in questo studio per il sito del Bacino del Fiume Sacco divergono parzialmente da quanto osservato nel Quinto Rapporto SENTIERI.³

I dati del presente aggiornamento relativi alla mortalità vanno letti tenendo conto della citata bassa qualità della certificazione delle cause di morte.

Per la mortalità per grandi gruppi di cause, si conferma quanto osservato nel precedente Rapporto relativamente all'eccesso per tutte le cause relativamente ai maschi, per l'apparato circolatorio in entrambi i generi, nella popolazione femminile riguardo ai difetti per tutti i tumori, malattie respiratorie e dell'apparato digerente. Il difetto nei maschi per le patologie urinarie non era presente nel Quinto Rapporto. Si segnala un eccesso di mortalità per tutti i tumori nella classe di età 0-29 anni associato a un eccesso per leucemia linfocitica nelle femmine in età 0-29 anni e per leucemia mieloide nei maschi in età giovanile (20-29 anni). Nel precedente Rapporto, un eccesso di mortalità per leucemie linfocitiche era segnalato in età pediatrica (0-14 anni).

Per le cause con evidenza di associazione Sufficiente o Limitata con le esposizioni ambientali presenti nel sito,

vi è un aumento del numero delle patologie di interesse *a priori*, conseguente all'aggiornamento delle evidenze scientifiche presentato in questo Rapporto.

Per le patologie di interesse *a priori* prese in considerazione in entrambi i Rapporti (tumori maligni dello stomaco, del colon retto, patologie respiratorie benigne ed asma), nel Quinto Rapporto non si osservavano eccessi, mentre in questo compaiono tra i maschi un eccesso per il tumore dello stomaco e per le malattie respiratorie (stima incerta). Tra le cause di interesse *a priori* introdotte con l'aggiornamento delle evidenze scientifiche, è da segnalare l'eccesso dei tumori del testicolo (stima imprecisa, basata su cinque casi).

Un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio è presente tra i maschi in età 0-29 anni.

L'ospedalizzazione per le grandi cause manifesta difetti in entrambi i generi per tutti i gruppi considerati. Per le patologie di interesse *a priori* già prese in considerazione nel precedente Rapporto, si osservano eccessi per il tumore maligno dello stomaco e del colon retto nei maschi, neoplasie in eccesso nelle femmine, basato su una stima incerta, e eccesso in entrambi i generi per l'asma, in difetto in precedenza per le femmine.

I ricoverati per asma sono in eccesso in entrambi i generi in età pediatrica, pediatrico-adolescenziale e sull'insieme 0-29 anni, mentre nei giovani (20-29 anni) l'asma è in difetto rispetto all'atteso (risultava in difetto in tutte le sottoclassi di età nel precedente Rapporto). Nelle classi di età 0-19 e 20-29 anni e nel complesso delle età 0-29 anni, si segnalano eccessi di ospedalizzazione per i linfomi non Hodgkin, non segnalati nel periodo 2006-2013.

È complesso attribuire queste variazioni, in patologie multifattoriali, a variazioni dello stato di contaminazione ambientale. Va sempre tenuto in mente, inoltre, che SENTIERI non consente confronti statistici tra i risultati dei diversi Rapporti pubblicati. In ogni caso, si ritiene opportuno proseguire la sorveglianza epidemiologica in questo sito anche in riferimento agli eccessi osservati nelle sottoclassi di età.

Bibliografia

1. Rubini E, Paglia G, Cannella D et al. β -Hexachlorocyclohexane: A Small Molecule with a Big Impact on Human Cellular Biochemistry. *Biomedicines* 2020;8(11):505.
2. Mancini FR, Busani L, Tait S, La Rocca C. The relevance of the food production chain with regard to the population exposure to chemical substances and its role in contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2016;52(4):505-10.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:107-8.
4. Battisti S, Boselli C, Ubaldi A, et al. Measurements of β and α hexachlorocyclohexane in Juglans regia and Prunus spinosa trees in a contaminated area, central Italy. *Environ Sci Pollut Res Int* 2017;24(26):20876-82.
5. Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale - Regione Lazio. Salute della popolazione della Valle del Sacco. Disponibile all'indirizzo: <https://www.deplazio.net/it/salute-della-popolazione-della-valle-del-sacco>

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BFS BACINO DEL FIUME SACCO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 5.327 | 106 (103-108) | 5.473 | 104 (101-106) |
| Tutti i tumori maligni | 1.678 | 102 (98-106) | 1.150 | 88 (84-93) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.903 | 113 (109-117) | 2.438 | 118 (114-122) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 428 | 108 (100-117) | 309 | 81 (73-88) |
| Malattie dell'apparato digerente | 162 | 88 (78-101) | 176 | 91 (80-103) |
| Malattie dell'apparato urinario | 85 | 86 (72-103) | 122 | 113 (97-131) |

Tabella BFS_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BFS_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 109 | 118 (101-139) | 60 | 90 (73-111) |
| Tumori maligni del colon retto | 187 | 100 (89-113) | 145 | 95 (82-108) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 78 | 87 (73-105) | 45 | 102 (80-130) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 167 | 84 (74-95) |
| Tumori maligni del testicolo | 5 | 347 (169-713) | | |
| Tumori maligni della vescica | 66 | 77 (63-95) | 17 | 78 (52-116) |
| Linfomi non Hodgkin | 47 | 106 (83-134) | 19 | 52 (36-76) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 428 | 108 (100-117) | 309 | 81 (73-88) |
| Asma | <3 | | 5 | 145 (71-298) |

Tabella BFS_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BFS_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|-------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 29.580 | 94 (94-95) | 29.895 | 93 (92-94) |
| Tutti i tumori maligni | 3.673 | 95 (92-97) | 3.300 | 92 (89-95) |
| Malattie del sistema circolatorio | 7.252 | 92 (90-94) | 5.394 | 91 (89-93) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 4.229 | 91 (89-94) | 3.304 | 86 (83-88) |
| Malattie dell'apparato digerente | 5.776 | 92 (90-94) | 4.327 | 92 (90-95) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.638 | 85 (81-88) | 1.118 | 89 (84-93) |

Tabella BFS_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BFS_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 148 | 130 (114-149) | 90 | 107 (90-128) |
| Tumori maligni del colon retto | 557 | 125 (116-134) | 407 | 116 (107-126) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 128 | 100 (86-115) | 33 | 63 (48-84) |
| Tumori maligni della mammella | 10 | 104 (62-174) | 802 | 83 (78-88) |
| Tumori maligni del testicolo | 52 | 111 (88-139) | | |
| Tumori maligni della vescica | 489 | 91 (85-98) | 112 | 86 (73-100) |
| Linfomi non Hodgkin | 170 | 113 (100-128) | 102 | 86 (73-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 4.229 | 91 (89-94) | 3.304 | 86 (83-88) |
| Asma | 228 | 110 (99-123) | 172 | 113 (100-128) |

Tabella BFS_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BFS_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BFS BACINO DEL FIUME SACCO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|----------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 18 | 78 (53-115) | 31 | 93 (69-125) | 41 | 96 (74-124) | 40 | 109 (84-141) | 81 | 102 (85-122) |
| Tutti i tumori | <3 | | 4 | 118 (53-264) | 8 | 172 (97-306) | 11 | 147 (90-241) | 19 | 157 (108-228) |
| Tumori del sistema linfematopoietico totale | | | <3 | | 3 | 227 (91-568) | 4 | 181 (81-404) | 7 | 198 (108-366) |
| Leucemie | | | <3 | | <3 | | 4 | 285 (128-635) | 6 | 236 (122-456) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 209 (83-523) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 3 | 498 (199-1247) | 3 | 301 (120-754) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 74 (33-164) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 195 (87-434) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 11 | 74 (45-121) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 5 | 118 (58-243) | | | | | | | | |

Tabella BFS_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BFS_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 2.214 | 105 (101-109) | 7.731 | 101 (99-103) | 9.294 | 101 (99-103) | 3.684 | 101 (98-104) | 12.844 | 101 (100-103) |
| Malattie infettive e parassitarie | 125 | 85 (74-99) | 600 | 123 (115-131) | 685 | 127 (119-135) | 97 | 73 (62-87) | 782 | 117 (110-124) |
| Tutti i tumori maligni | 3 | 110 (44-274) | 28 | 68 (50-93) | 57 | 90 (72-111) | 130 | 143 (124-165) | 183 | 120 (107-136) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 9 | 132 (77-227) | 13 | 146 (93-230) | 10 | 226 (135-377) | 23 | 177 (126-249) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 14 | 75 (48-115) | 28 | 102 (75-140) | 35 | 183 (139-241) | 61 | 135 (109-166) |
| Linfomi | | | 5 | 87 (42-178) | 18 | 154 (105-227) | 30 | 217 (161-292) | 47 | 190 (149-241) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 6 | 127 (66-246) | 10 | 145 (87-243) | 15 | 132 (87-201) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 5 | 106 (51-217) | 16 | 199 (132-299) | 21 | 255 (179-365) | 37 | 234 (178-306) |
| Leucemie | | | 9 | 69 (40-118) | 11 | 69 (42-113) | 5 | 94 (46-194) | 15 | 73 (48-111) |
| Leucemia linfoide | | | 8 | 74 (42-131) | 10 | 79 (47-132) | 3 | 112 (45-280) | 12 | 80 (50-128) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 49 (19-122) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 192 | 84 (75-95) | 348 | 92 (84-100) | 265 | 88 (80-98) | 607 | 90 (84-96) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 1.126 | 140 (133-147) | 1.161 | 140 (133-147) | 50 | 98 (77-123) | 1.211 | 137 (131-144) |
| Asma | | | 363 | 124 (114-135) | 374 | 121 (111-132) | 3 | 36 (14-90) | 377 | 119 (109-129) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 781 | 99 (93-105) | 982 | 97 (92-102) | 556 | 94 (88-101) | 1.529 | 96 (92-100) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 236 | 92 (83-102) | 278 | 95 (87-105) | 82 | 84 (70-100) | 357 | 93 (85-101) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 979 | 110 (104-116) | | | | | | | | |

Tabella BFS_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

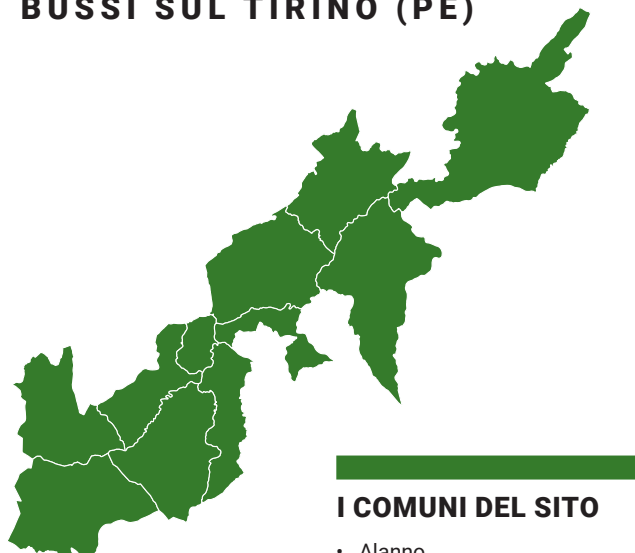
Table BFS_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



Sud e Isole

BUS

BUSSI SUL TIRINO (PE)



 **11**
COMUNI

 **82 765**
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Alanno
- Bolognano
- Bussi sul Tirino
- Castiglione a Casauria
- Chieti
- Manoppello
- Popoli
- Rosciano
- Scafa
- Tocco da Casauria
- Torre de' Passeri

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un polo chimico (C), una discarica (D) e una centrale elettrica (E).

Due degli 11 Comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 43,3% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 8,2/100.000 casi (-2,8%) nei maschi e un aumento di 8,7/100.000 casi (+5,5%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per le grandi classi di patologie non si discosta dalla media regionale in entrambi i generi, tranne la mortalità per tutti i tumori nella popolazione femminile (**Tabella BUS_1**).

Tra le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito, sono in eccesso, come causa di decesso in entrambi i generi, i tumori maligni della vescica (sulla base di stime incerte tra i maschi) e i linfomi non Hodgkin, questi ultimi basati su stime incerte: entrambe queste patologie sono associabili alla presenza di discariche con un'evidenza *a priori* definita limitata. Nella popolazione maschile, tutte le altre patologie *a priori* sono in difetto, rispetto alla popolazione di riferimento, tranne le malattie dell'apparato respiratorio nel loro insieme, in eccesso sulla base di stime incerte. Tra la popolazione femminile, sono in eccesso, oltre alle patologie sopra menzionate, tutti i tumori maligni nel loro complesso (evidenza limitata con centrale elettrica), il tumore dello stomaco (evidenza limitata di associazione con impianti chimici) e il tumore della mammella (con evidenza limitata di associazione con la presenza di discariche). Il numero di decessi per tumore della mammella tra i maschi, per asma in entrambi i generi e per tumore del testicolo sono risultati in numero inferiore a tre (**Tabella BUS_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause nel loro insieme è in eccesso tra i maschi e in linea con l'atteso tra le femmine. Il numero dei ricoverati di entrambi i generi per tutti i tumori maligni non si discosta da quanto osservato nella popolazione regionale. L'ospedalizzazione per gli altri gruppi di patologie (malattie del sistema circolatorio e degli apparati respiratorio, digerente e urinario) è in eccesso tra i maschi. Questi eccessi si registrano anche tra le femmine, anche se per le malattie dell'apparato respiratorio e digerente sono basati su stime incerte (**Tabella BUS_3**).

Tra le ospedalizzazioni per patologie con evidenza *a priori* di associazione con fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito, si sono osservati gli eccessi esposti qui di seguito. In entrambi i generi, per tumori del colon retto e del polmone, sulla base di stime affette da incertezza, e per malattie dell'apparato respiratorio. Tra le sole donne, sono in eccesso, sulla base di stime incerte, il tumore della mammella (tra i maschi sono stati osservati meno di tre casi) e i tumori della vescica. Tra i maschi, l'ospedalizzazione per i tumori della vescica è in difetto, rispetto al riferimento. L'ospedalizzazione per tutti i tumori maligni nel loro insieme e per le altre malattie con evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito non si discosta dalla popolazione di riferimento (**Tabella BUS_4**).

BUS BUSSI SUL TIRINO

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Per quanto riguarda il quadro di mortalità, non si registrano scostamenti rilevanti rispetto all'atteso nelle sottoclassi di età studiate, anche perché la numerosità particolarmente ridotta impedisce un'adeguata interpretazione del dato (**Tabella BUS_5**). Si segnala un eccesso di malattie del sistema circolatorio basato su 3 decessi in età giovanile (20-29 anni).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in eccesso rispetto all'atteso nel primo anno di vita, sottogruppo nel quale si osserva un eccesso anche per le condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella BUS_6**). In età pediatrica, si registra un eccesso di ricoverati per malattie infettive e parassitarie che si conferma in età 0-19 anni, classe nella quale si rileva anche un eccesso per tutti i tumori maligni.

Sempre in età pediatrica, si rileva tra i soli maschi un eccesso di tumori dell'encefalo e di linfomi, entrambi basati su 3 casi e con analoghe stime di rischio (SHR 251; IC90% 100-628).

In età pediatrico-adolescenziale, i due eccessi osservati per tutti i tumori maligni e per i tumori dell'encefalo sui due generi sono entrambi riconducibili ai soli maschi: 19 su 28 ricoverati per tumori maligni (SHR 174; IC90% 120-254); 5 ricoverati su 6 per tumori dell'encefalo (SHR 289; IC90% 141-593) (dati non in tabella).

In età giovanile (20-29 anni), si mette in evidenza, sui due generi, un eccesso di malattie dell'apparato circolatorio e di tumori del sistema linfomopoietico. Questi ultimi sono associati, in particolare, ai linfomi non Hodgkin tra le femmine (4 casi: SHR 301; IC90% 135-671) e alle leucemie tra i maschi (4 casi: SHR 498; IC90% 224-1109), di cui 3 linfoidi (SHR 747; IC90% 299-1.869). Si osserva un difetto di ricoverati per le malattie respiratorie acute in tutte le sottoclassi di età analizzate.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito di Bussi sul Tirino è stato inserito tra le aree di interesse nazionale per le bonifiche nel 2008, in seguito alla dichiarazione di stato di emergenza nel 2005, a causa del ritrovamento di ingenti discariche abusive e non controllate di rifiuti pericolosi nella valle del fiume Pescara. In questi siti, sono stati sversati rifiuti provenienti dalle attività industriali dell'area per più di un ventennio a partire dagli anni Sessanta. Attualmente, le attività illecite di smaltimento di rifiuti sono cessate per l'intervento delle autorità giudiziarie e per le quali nel 2017 sono state emesse alcune condanne da parte della Corte d'Appello dell'Aquila. Nell'area del sito, sono presenti anche una centrale elettrica e un polo chimico, che attualmente produce sostanze clorurate, fungicidi, anti-

detonanti per motori a scoppio e prodotti della chimica di base.¹

La contaminazione di comparti ambientali, in particolare delle acque di falda, alcune delle quali alimentavano pozzi di captazione per l'acqua potabile, è stata riportata in diversi documenti (si veda Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).² Nel 2021, sono stati pubblicati i risultati di una campagna di monitoraggio svolta nell'area negli anni 2017 e 2018. Sono state analizzate diverse sostanze (solventi clorurati, diossine e furani, alcuni metalli pesanti) in campioni di aria, acque di falda, uova di galline, latte di pecora e capra prelevati in aziende agricole situate nel raggio di 5 km dal sito e in 28 campioni di urine della popolazione residente nel comune di Pescara. Complessivamente, non è stata riscontrata nei campioni contaminazione delle sostanze analizzate³ e l'assunzione settimanale di diossine e furani, stimata sulla base delle concentrazioni misurate nelle uova di galline, è risultata al di sotto dei valori tollerabili stabiliti dall'Agenzia europea per la sicurezza alimentare.¹

Nella presente analisi, la mortalità generale e per i principali gruppi di patologie nel periodo 2013-2017 tra i residenti nel sito è in difetto in entrambi i generi rispetto alla popolazione di riferimento. Questo dato è concorde con quanto osservato nel Rapporto SENTIERI precedente per gli anni 2006-2013.² L'ospedalizzazione ha fatto registrare eccessi per i grandi gruppi di patologie. Tra questi, si segnala l'eccesso per malattie dell'apparato respiratorio osservato in entrambi i generi, visto il possibile ruolo eziologico dell'esposizione a inquinanti atmosferici. Eccessi di malattie a carico dell'apparato respiratorio nella popolazione del sito erano state riportate anche precedentemente.¹ Le malattie polmonari acute e l'asma sono in difetto sia nella mortalità sia nell'ospedalizzazione; le malattie polmonari croniche sono in eccesso tra i maschi come causa di decesso (123 casi: SMR 108; IC90% 93-126) e di ospedalizzazione (132 casi: SHR 109; IC90% 95-126), anche se sulla base di stime incerte. Per la possibile associazione con contaminanti volatili, si segnalano gli eccessi di ospedalizzazione per tumore polmonare rilevati in entrambi i generi, anche se basati su stime incerte, la cui mortalità risulta in linea con l'atteso. Altri fattori di rischio, come l'abitudine al fumo ed esposizioni occupazionali, possono aver avuto un ruolo nel determinare tali eccessi.

Dall'analisi della mortalità, sono risultati in eccesso anche il tumore della vescica e i linfomi non Hodgkin in entrambi i generi, malattie per le quali in letteratura è riportata un'evidenza *a priori* di associazione con siti di smaltimento abusivo di rifiuti. A tal riguardo, si riporta l'eccesso di ricoverati per linfomi non Hodgkin tra i giovani adulti (20-29 anni), segnalato anche nel precedente Rapporto SENTIERI, riferito in particolare al genere femminile.²

BUS BUSSI SUL TIRINO

Vista la presenza di metalli pesanti e solventi nelle acque di falda e nel suolo del sito e l'eccesso in entrambi i generi dell'ospedalizzazione per malattie dell'apparato urinario, si mettono in luce eccessi di ospedalizzazione per nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (maschi: 372 casi, SHR 124; IC90% 114-135; femmine: 303 casi, SHR 115; IC90%:104-126) e per insufficienza renale cronica (maschi: 195 casi, SHR 119; IC90% 106-134; femmine: 126 casi, SHR 105; IC90% 90-121). Tali patologie erano risultate in eccesso nel sito di Bussi anche nel precedente Rapporto SENTIERI² e recentemente sono state riscontrate in aree caratterizzate dalla presenza di metalli pesanti e solventi, dei quali si ipotizza un ruolo eziologico.⁴ Infine, si segnala l'eccesso della mortalità e dell'ospedalizzazione per tumore maligno della mammella nella popolazione femminile (tra i maschi si osservano meno di tre decessi e di tre ricoverati), per cui si raccomanda l'implementazione degli screening oncologici. Tale malattia è associata con evidenza a priori limitata con le discariche, in particolare per la presenza di policlorobifenili (PCB)⁵ e altre sostanze che possono avere effetti sul sistema endocrino.

Per gli eccessi di malattie tumorali qui riportati, si raccomandano adeguati approfondimenti, in particolare attraverso l'analisi dei dati dei registri tumori, che rappresentano la fonte informativa più idonea per la stima del rischio per queste malattie.

Per la maggior parte delle malattie analizzate si riconoscono diversi possibili fattori di rischio e l'esposizione a contaminanti emessi o rilasciati dalle *fonti di esposizioni ambientali* presenti nel sito può aver giocato un ruolo causale e/o concausale nel determinarle. Dato il periodo di latenza per molte di queste patologie e l'emivita di molte sostanze chimiche, gli eccessi osservati potrebbero essere stati

determinati da esposizioni avvenute nel passato. Lo studio del 2021 ha sottolineato l'assenza di contaminazione nei campioni prelevati nel 2017-2018, anche se sulla base di un numero esiguo di campioni. Al fine di individuare l'eventuale persistenza di esposizioni a sostanze pericolose e sottogruppi di popolazione che possono ancora esperire specifici rischi di malattia, si raccomanda di implementare una sorveglianza epidemiologica dei residenti nel sito e attività di monitoraggio ambientale e di biomonitoraggio, che siano rivolte in particolare alle aree servite dall'acquedotto Giardino, già identificato come principale fonte di rischio (si veda SENTIERI 2019 e studi ivi citati).² Inoltre, uno studio epidemiologico sulla coorte degli utilizzatori delle acque dell'acquedotto potrà fornire utili indicazioni per la valutazione del rischio.

Bibliografia

1. Vitali M, Castellani M, Fragassi G et al. Environmental status of an Italian site highly polluted by illegal dumping of industrial wastes: the situation 15 years after the judicial intervention. *Science of the total environment* 2021;762:144100.
2. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:110-12.
3. Castellani F, Manzoli L, Acuti Martellucci C et al. Levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/furans and polychlorinated biphenyls in free-range hen eggs in Central Italy and estimated human dietary exposure. *J Food Prot* 2021;84(8):1455-62.
4. Benedetti M, Minichilli F, Soggiu ME, Manno V, Fazzo L. Ecological meta-analytic study of kidney disease in Italian contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(4):314-23.
5. International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans. IARC Monographs Volumes 1-132^a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022).

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BUS BUSSI SUL TIRINO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 2.311 | 98 (95-101) | 2.552 | 99 (96-103) |
| Tutti i tumori maligni | 625 | 96 (90-102) | 526 | 107 (100-115) |
| Malattie del sistema circolatorio | 827 | 95 (90-101) | 1.107 | 97 (92-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 207 | 103 (92-116) | 130 | 89 (77-103) |
| Malattie dell'apparato digerente | 100 | 97 (82-114) | 98 | 97 (82-115) |
| Malattie dell'apparato urinario | 38 | 102 (78-133) | 42 | 98 (76-126) |

Tabella BUS_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BUS_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori i tumori maligni | 625 | 96 (90-102) | 526 | 107 (100-115) |
| Tumori maligni dello stomaco | 42 | 98 (76-126) | 35 | 106 (81-140) |
| Tumori maligni del colon retto | 76 | 95 (79-115) | 56 | 88 (71-110) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 37 | 87 (66-114) | 17 | 91 (62-136) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 149 | 94 (82-107) | 42 | 90 (70-117) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 93 | 120 (101-142) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 39 | 116 (89-150) | 18 | 222 (151-326) |
| Linfomi non Hodgkin | 20 | 118 (82-170) | 13 | 102 (65-161) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 207 | 103 (92-116) | 130 | 89 (77-103) |
| Malattie respiratorie acute | 18 | 56 (38-83) | 30 | 75 (55-101) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella BUS_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BUS_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 13.832 | 102 (101-104) | 14.074 | 100 (99-101) |
| Tutti i tumori maligni | 1.506 | 96 (92-100) | 1.400 | 96 (92-101) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.730 | 105 (102-108) | 3.287 | 110 (107-113) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.084 | 109 (105-113) | 1.632 | 104 (99-108) |
| Malattie dell'apparato digerente | 3.111 | 103 (100-106) | 2.270 | 101 (97-104) |
| Malattie dell'apparato urinario | 903 | 111 (105-117) | 674 | 110 (103-117) |

Tabella BUS_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BUS_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori i tumori maligni | 1.506 | 96 (92-100) | 1.400 | 96 (92-101) |
| Tumori maligni dello stomaco | 62 | 93 (76-115) | 41 | 88 (68-113) |
| Tumori maligni del colon retto | 226 | 107 (96-120) | 171 | 102 (90-116) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 60 | 94 (76-116) | 19 | 80 (55-117) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 184 | 106 (94-120) | 69 | 109 (89-132) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 415 | 103 (95-111) |
| Tumori maligni del testicolo | 22 | 100 (71-142) | | |
| Tumori maligni della vescica | 225 | 94 (85-105) | 61 | 109 (88-134) |
| Linfomi non Hodgkin | 50 | 101 (80-128) | 38 | 95 (73-125) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 2.084 | 109 (105-113) | 1.632 | 104 (99-108) |
| Malattie respiratorie acute | 577 | 88 (82-94) | 436 | 78 (72-84) |
| Asma | 20 | 90 (63-130) | 17 | 79 (53-117) |

Tabella BUS_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BUS_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BUS BUSSI SUL TIRINO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|-------------|------|--------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 9 | 119 (69-204) | 11 | 93 (57-151) | 17 | 110 (74-163) | 15 | 114 (75-174) | 32 | 112 (84-149) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 3 | 121 (48-302) | <3 | | 4 | 82 (37-182) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | 3 | 334 (134-837) | 4 | 222 (100-494) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 8 | 157 (89-279) | | | | | | | | |

Tabella BUS_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC 90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BUS_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC 90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|----------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 864 | 110 (104-117) | 2964 | 99 (96-102) | 3663 | 100 (98-103) | 1458 | 98 (94-102) | 5076 | 100 (98-102) |
| Malattie infettive e parassitarie | 33 | 100 (75-133) | 207 | 120 (107-134) | 235 | 113 (102-126) | 48 | 80 (63-101) | 283 | 106 (96-117) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 16 | 124 (82-186) | 28 | 140 (103-191) | 34 | 98 (74-130) | 60 | 111 (90-138) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 4 | 170 (76-378) | 6 | 186 (96-359) | <3 | | 6 | 111 (57-214) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 5 | 96 (47-197) | 7 | 91 (49-168) | 11 | 164 (100-268) | 17 | 121 (81-180) |
| Linfomi | | | 3 | 188 (75-470) | 4 | 136 (61-303) | 7 | 130 (70-239) | 11 | 132 (81-215) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 87 (35-218) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | 3 | 139 (56-348) | 6 | 169 (87-326) | 9 | 158 (92-271) |
| Leucemie | | | <3 | | 3 | 63 (25-158) | 4 | 279 (125-620) | 6 | 103 (53-198) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | 3 | 79 (32-199) | 3 | 487 (195-1219) | 5 | 119 (58-245) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 48 | 88 (70-112) | 95 | 97 (82-115) | 124 | 123 (106-143) | 217 | 110 (99-123) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 317 | 85 (77-93) | 326 | 84 (76-92) | 16 | 61 (41-92) | 342 | 82 (75-90) |
| Asma | | | 27 | 115 (84-157) | 27 | 109 (80-149) | <3 | | 28 | 106 (78-145) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 329 | 100 (91-110) | 457 | 101 (94-109) | 256 | 92 (83-102) | 708 | 98 (92-104) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 65 | 87 (71-107) | 83 | 94 (78-112) | 50 | 116 (92-146) | 131 | 100 (87-116) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 561 | 140 (130-150) | | | | | | | | |

Tabella BUS_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table BUS_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

CAMPANIA

LDF

LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSAO (CE-NA)

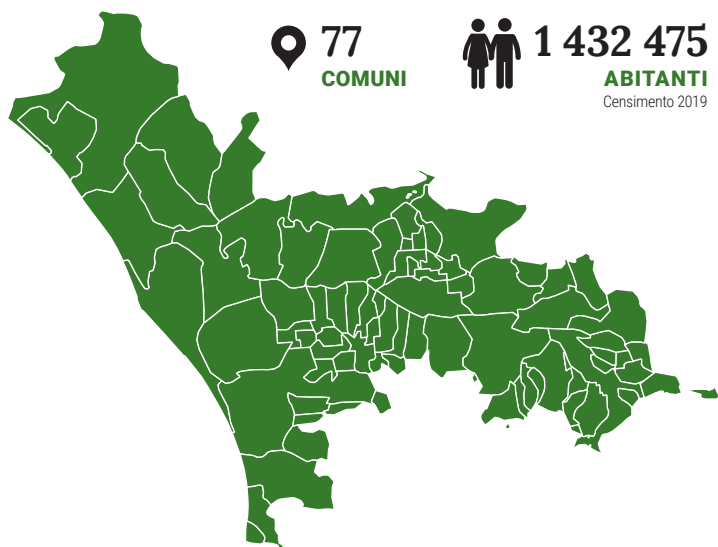
77

COMUNI



1 432 475

ABITANTI
Censimento 2019



Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di discariche (D).

Quarantasette dei 77 comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 49,9% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 22,6/100.000 casi (+6%) nei maschi e di 11,4/100.000 casi (+5,3%) nelle femmine.

I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

Mortalità. La mortalità generale, per tutti i tumori maligni e per i principali gruppi di cause è in eccesso in entrambi i generi. L'eccesso è basato su stime affette da incertezza per le malattie degli apparati urinario e digerente tra i maschi e per le malattie dell'apparato respiratorio tra le femmine (**Tabella LDF_1**).

Si riscontra un eccesso della mortalità per «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti» in entrambi i generi, anche se nella popolazione maschile la stima è affetta da incertezza (● maschi: 783 casi, SMR 104; IC90% 98-110 ● femmine: 586 casi, SMR 110; IC90% 103-118), indicatore di una carenza qualità della certificazione.

Tra le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con discariche di rifiuti pericolosi e siti di smaltimento abusivo di rifiuti, *fonti di esposizioni ambientali* presenti nel sito, sono in eccesso come causa di decesso, in entrambi i generi, i tumori del fegato, della mammella e della vescica e le malattie dell'apparato respiratorio; gli eccessi osservati nella popolazione femminile per il tumore della vescica e le malattie respiratorie sono basati su stime affette da incertezza. La mortalità per linfomi non Hodgkin e per asma è in eccesso tra la sola popolazione femminile (stime incerte); tra i maschi, la mortalità per i linfomi non Hodgkin è in linea con l'atteso e la mortalità per asma e tumore del testicolo è in difetto, rispetto alla popolazione di riferimento (**Tabella LDF_2**).

Ospedalizzazione. L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali e per i grandi gruppi di patologie è in difetto rispetto all'atteso in entrambi i generi. Nella popolazione femminile, il difetto osservato per tutti i tumori è basato su stime incerte, mentre l'ospedalizzazione per malattie dell'apparato digerente è in linea con con la popolazione di riferimento. È in eccesso l'ospedalizzazione per tutti i tumori maligni tra i maschi (**Tabella LDF_3**).

Tra le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con siti di smaltimento non controllato di rifiuti, sono in eccesso come diagnosi principale di ricovero in entrambi i generi il tumore del fegato e della vescica (nelle femmine le stime sono affette da incertezza). Tra la popolazione femminile, è in eccesso, sulla base di stime incerte, l'ospedalizzazione per tumore della mammella, patologia in difetto tra i maschi. Il numero di ricoverati per tumore del testi-

I COMUNI DEL SITO

- Acerra
- Arienzo
- Aversa
- Bacoli
- Brusciano
- Caivano
- Camposano
- Cancellò ed Arnone
- Capodrise
- Capua
- Carinaro
- Carinola
- Casagiove
- Casal di Principe
- Casaluze
- Casamarciano
- Casapesenna
- Casapulla
- Caserta
- Castel Volturno
- Castello di Cisterna
- Cellolle
- Cervino
- Cesa
- Cicciano
- Cimitile
- Comiziano
- Curti
- Falciano del Massico
- Francolise
- Frignano
- Giugliano in Campania
- Grazzanise
- Gricignano di Aversa
- Lusciano
- Macerata Campania
- Maddaloni
- Marcianise
- Mariglianella
- Marigliano
- Melito di Napoli
- Mondragone
- Monte di Procida
- Nola
- Orta di Atella
- Parete
- Pomigliano d'Arco
- Portico di Caserta
- Pozzuoli
- Qualiano
- Quarto
- Recale
- Roccarainola
- San Cipriano
- d'Aversa
- San Felice a Cancellò
- San Marcellino
- San Marco Evangelista
- San Nicola La Strada
- San Paolo Belsito
- San Prisco
- San Tammaro
- San Vitaliano
- Santa Maria a Vico
- Santa Maria Capua Vetere
- Santa Maria La Fossa
- Sant'Arpino
- Saviano
- Scisciano
- Sessa Aurunca
- Succivo
- Teverola
- Trentola-Ducenta
- Tufino
- Villa di Briano
- Villa Literno
- Villaricca
- Visciano

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSANO

colo è in eccesso, sulla base di stime incerte. L'ospedalizzazione per malattie dell'apparato respiratorio nel loro insieme e per asma è in difetto rispetto all'atteso sia tra i maschi sia tra le femmine (**Tabella LDF_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per molteplici cause appare in eccesso rispetto all'atteso, ma in molti casi con stime incerte (**Tabella LDF_5**). A questo quadro di incertezza, fanno eccezione i casi di seguito descritti (le stime di rischio relative al singolo genere sono riportati nel testo, ma non in tabella):

- primo anno di vita: eccesso per la mortalità generale associato all'eccesso di bambini deceduti per malformazioni congenite;
- età pediatrica (0-14 anni): eccesso tra le sole bambine di decessi per tumori del tessuto emolinfopoietico (4 casi, SMR 238; IC90% 107-531); eccesso tra i soli maschi di decessi per malattie del sistema circolatorio (11 casi, SMR 202; IC90% 124-330); eccesso per malattie dell'apparato respiratorio riconducibile solo ai maschi (7 casi su 8 casi, SMR 207; IC90% 112-382); eccesso per malattie respiratorie acute nell'insieme dei due generi (3 casi);
- età 0-19 anni: eccesso per tumori del tessuto linfomatopoiético e in particolare per i linfomi; eccesso di mortalità solo tra i maschi per malattie circolatorie (16 casi, SMR 215; IC90% 143-324) e per malattie dell'apparato respiratorio (9 casi, SMR 216; IC90% 125-370); eccesso per infezioni respiratorie acute, in particolare tra i maschi (4 dei 5 casi, SMR 485; IC90% 218-1081);
- età giovanile (20-29 anni): eccesso di decessi per tutti i tumori, associato a eccessi tra i soli maschi di tumori del sistema nervoso centrale (8 casi, SMR 214; IC90% 121-380) e di leucemie (SMR 178; IC90% 100-316); eccesso tra le sole femmine per malattia di Hodgkin (3 casi, SMR 256; IC90% 102-640); eccesso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio nell'insieme dei due generi;
- insieme delle età 0-29 anni: eccesso di mortalità per i tumori del tessuto linfomatopoiético associato in particolare alla malattia di Hodgkin in entrambi i generi e ai linfomi non Hodgkin tra i soli maschi (4 casi, SMR 341; IC90% 153-760); eccesso di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio sui due generi; eccesso di mortalità per malattie respiratorie acute particolarmente tra i maschi (6 degli 8 casi, SMR 259; IC90% 134-501).

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di ospedalizzazione nelle diverse classi di età analizzate appare in difetto rispetto all'atteso regionale per tutte le cause naturali, le malattie infettive e parassitarie, le malattie del sistema circolatorio, le leucemie, le infezioni respiratorie acute e le malattie degli apparati digerente ed urinario (**Tabella LDF_6**). A questo quadro fanno eccezione i casi di se-

guito descritti (le stime di rischio relative al singolo genere sono riportati nel testo ma non in tabella):

- primo anno di vita: un eccesso di bambini ricoverati per condizioni morbose di origine perinatale;
- età pediatrica (0-14 anni) e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni): eccessi di ricoveri per tumori maligni dell'encefalo e per linfomi, questi ultimi associati a un eccesso per malattia di Hodgkin tra le femmine sia in età 0-14 anni (13 casi, SHR 195; IC90% 124-306) sia in età 0-19 anni (37 casi, SHR 155; IC90% 118-203); eccesso di ricoveri per asma nell'insieme dei due generi;
- età giovanile (20-29 anni): i ricoverati per tutti i tumori sono in eccesso tra i maschi (399 casi, SHR 112; IC90% 103-121) e in difetto tra le femmine (370 casi, SHR 85; IC90% 78-92); eccesso sull'insieme dei due generi per le leucemie mieloidi e per le malattie dell'apparato digerente;
- insieme delle età 0-29 anni: i ricoverati per tutti i tumori sono in eccesso tra i maschi (108 casi, SHR 108; IC90% 112-159) e in difetto tra le femmine (622 casi, SHR 92; IC90% 86-98); eccesso di tumori dell'encefalo nei due generi e in particolare tra i maschi (86 casi, SHR 133; IC90% 112-159); eccesso di malattia di Hodgkin nell'insieme dei due generi; eccesso di asma tra i maschi (994 casi, SHR 106; IC90% 101-112)

Sezione anomalie congenite

I nati residenti nel sito nel periodo in studio 2008-2017 sono stati complessivamente 151.278; nello stesso periodo, sono stati osservati 5.802 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 383,5 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta superiore a quella rilevata a livello regionale (O/A: 107; IC90% 104-110). Si registra un eccesso di casi rispetto all'atteso di cardiopatie congenite, comprese quelle severe, e un difetto di casi di AC cromosomiche e del sistema nervoso (**Tabella LDF_7**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano è molto vasto e include 77 Comuni, per un totale di circa un milione e mezzo di abitanti. L'intera area è stata definita di interesse per le bonifiche per la contaminazione ambientale determinata da siti di smaltimento di rifiuti non controllato e abusivo. In alcune aree del sito, sono state documentate pratiche di smaltimento abusivo fin dagli anni Ottanta, anche da parte della criminalità organizzata, e il verificarsi di combustioni illegali di rifiuti dai primi anni del 2000 ha portato alla definizione di "Terra dei fuochi" per un territorio che include alcuni Comuni del sito.

I risultati di analisi epidemiologiche svolte per un territorio così vasto nel suo insieme richiedono cautela nell'inter-

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSAANO

pretazione, includendo aree territoriali e gruppi di popolazione molto diverse tra loro per caratteristiche sociali e demografiche, nonché ambientali e di salute. Studi epidemiologici a livello comunale e di microaree sono necessari per indagare la distribuzione geografica delle malattie ed evidenziare le popolazioni a maggior rischio e i fattori di rischio puntuali che possono agire su di esse.

I 77 Comuni che costituiscono il sito, inclusi quelli della cosiddetta “Terra dei fuochi”, e quelli interessati particolarmente dallo smaltimento abusivo di rifiuti sono stati oggetto di indagini e rapporti sullo stato di salute delle popolazioni che vi risiedono, fin dai primi anni 2000 (si veda Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹

Nel 2020, è stato pubblicato uno studio svolto a livello comunale sull'impatto dei siti di smaltimento di rifiuti in 38 Comuni del sito che sono inclusi nell'area di competenza della Procura della Repubblica di Napoli Nord. Sulla base delle caratteristiche dei siti di smaltimento dei rifiuti, della tipologia e della quantità dei rifiuti, della contaminazione ambientale e della popolazione residente in prossimità di uno o più di questi siti, è stato costruito un indicatore comunale da rischio rifiuti. Lo studio, pur mettendo in evidenza una diffusa presenza di siti di rifiuti (censiti circa 3.000 siti di smaltimento di rifiuti, dei quali più del 90% abusivi, su un'area di 426 km²), ha suddiviso i comuni in classi di rischio ambientale da rifiuti, facendo osservare una diversità all'interno dell'area.²

Nello stesso anno, è stato pubblicato il primo *Atlante di mortalità della Regione Campania*, nel quale sono illustrati i dati della mortalità per causa specifica nei Comuni della Regione per il periodo 2006-2014. Nel Rapporto viene messo in risalto la grande eterogeneità dei singoli Comuni e una concentrazione della gran parte degli eccessi di rischio di mortalità in quelli afferenti alle aree a maggiore urbanizzazione della Città Metropolitana di Napoli e in parte del territorio della provincia di Caserta. Vengono sottolineate la grande urbanizzazione e l'elevata densità abitativa di questi Comuni, che possono causare un'elevata esposizione a diversi fattori di rischio ambientali e sociali. Per l'insieme dei Comuni inseriti dalla normativa nella cosiddetta “Terra dei fuochi”, non vengono riscontrate specifiche anomalie rispetto al resto della Regione.³

Nel 2021, è stato completato lo studio epidemiologico sull'impatto sanitario dei siti di smaltimento di rifiuti nei 38 Comuni del Circondario della Procura di Napoli Nord, pubblicato sul sito web della Procura.⁴ L'indagine ha analizzato lo stato di salute delle popolazioni a livello comunale, considerando diversi esiti sanitari, rispetto alla popolazione di riferimento regionale per tutti gli esiti, e rispetto all'insieme dei Registri tumori dell'Italia meridionale per l'incidenza oncologica nella popolazione di tutte le età; inoltre, è stata svolta un'analisi di correlazione tra l'indicatore comunale di rischio ambientale da rifiuti (IRC)

pubblicato nel 2020 e malattie specifiche. Nella popolazione generale di tutte le età dell'intera area, complessivamente si sono osservati eccessi in entrambi i generi della mortalità e dell'incidenza per tutti i tumori nel loro insieme, per i tumori polmonari, epatici e della vescica; il tumore della mammella è risultato in eccesso come causa di decesso tra la sola popolazione femminile e nell'analisi di incidenza tra i maschi; tra le sole femmine, è in eccesso l'incidenza dei linfomi non Hodgkin. Nell'analisi per singoli Comuni, i cui risultati vengono riportati nel Rapporto, sono emersi eccessi di singole patologie associabili a esposizioni a contaminanti emessi dai siti di rifiuti. Dall'analisi interna di correlazione, è risultato che la mortalità e l'incidenza del tumore della mammella e l'ospedalizzazione per asma sono significativamente maggiori nei Comuni inclusi nella terza e quarta classe di IRC (livello di rischio da rifiuti maggiore) rispetto ai Comuni della prima classe.⁴ Per quanto riguarda l'incidenza di malattie oncologiche nella fascia di età pediatrico-adolescenziale, nell'intera area, complessivamente non si sono registrati eccessi per nessuna delle sedi neoplastiche indagate, rispetto alla media regionale. Si è osservato, invece, un deficit significativo di incidenza per tutti i tumori in età 0-19 anni. Anche le analisi di mortalità e ricoveri ospedalieri in questa fascia di età nell'area complessiva non hanno fatto registrare eccessi significativi, tranne che per la mortalità per i tumori del tessuto linfoematopoietico nella fascia di età 0-14 anni. Singoli Comuni presentano eccessi di patologie, che meritano specifiche attenzioni e approfondimenti, come segnalato nel Rapporto. Le analisi dell'andamento del rischio in funzione delle classi dell'IRC hanno mostrato che l'incidenza di leucemie in età 0-19 anni (nel periodo 2008-2014) aumenta passando dai Comuni della prima classe a quelle successive di IRC, con l'incidenza maggiore nei Comuni della classe 4 (il più alto valore di indicatore di rischio da rifiuti). Stesso andamento si osserva nei ricoveri per asma in età pediatrico-adolescenziale. La prevalenza dei nati pretermine è stata rilevata significativamente più elevata nei Comuni della seconda, terza e quarta classe dell'IRC, rispetto alla prima. La prevalenza di AC nel loro complesso e dell'apparato urinario è significativamente più elevata nei Comuni della classe 4 (maggiormente impattati da rifiuti).⁴ Viene di seguito descritto quanto emerso dalle analisi effettuate nell'intera area del sito, nell'ambito del presente aggiornamento di SENTIERI, ribadendo la necessaria cautela nell'interpretazione dei risultati.

Nel periodo 2013-2017, si sono osservati eccessi di mortalità per tutti i grandi gruppi di cause, rispetto alla popolazione regionale, con un'ospedalizzazione in difetto per la maggior parte di queste.

Tra le patologie *a priori*, si è osservato un eccesso di mortalità e ospedalizzazione per i tumori del fegato e della vescica, in entrambi i generi. La Regione Campania presenta

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSAANO

una mortalità per tumore epatico e della vescica più alta rispetto alla media nazionale.³ Un importante fattore di rischio per il tumore epatico è l'epatite virale di tipo B e C, oltre al fumo e al consumo di alcol. L'intera Regione è affetta da un'alta mortalità per epatite virale, rispetto alla media nazionale, con tassi più elevati in alcune aree della provincia di Napoli.³ Nella presente analisi, la mortalità per epatite virale è in eccesso, rispetto al resto della Regione, sia tra i maschi sia tra le femmine residenti nel sito (● maschi: 178 casi, SMR 108; IC90% 96-112 ● femmine: 232 casi, SMR 130; IC90% 117-145), mentre l'ospedalizzazione è in difetto in entrambi i generi (● maschi: 850 casi, SHR 75; IC90% 71-79 ● femmine: 524 casi, SHR 73; IC90% 67-78). L'epatite virale, pur rappresentando di per sé un fattore di rischio per il tumore epatico, può agire in maniera sinergica con l'esposizione a sostanze chimiche nell'insorgenza di malattie epatiche (si veda Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹

In linea con quanto riportato nel Rapporto SENTIERI precedente,¹ si sono osservati eccessi di mortalità per il tumore della mammella in entrambi i generi, a fronte di un'ospedalizzazione in difetto. Il tumore della mammella ha un'evidenza *a priori* di associazione con le discariche, in particolare per la presenza di contaminanti quali le diossine e i policlorobifenili (PCB).⁵ Come già segnalato precedentemente, l'eccesso di mortalità per tumore della mammella richiede particolare attenzione, in particolare se riscontrato nella popolazione maschile, per la rarità dell'evento e per la necessità di implementare screening oncologici idonei. Tra i tumori che possono avere una relazione con l'esposizione a sostanze che agiscono sul sistema endocrino (come diossine, PCB e alcuni metalli pesanti),⁶ la mortalità per il tumore del testicolo è in difetto, mentre è in eccesso l'ospedalizzazione; il tumore della prostata è in eccesso come causa di decesso e in difetto nell'ospedalizzazione (mortalità: 680 casi, SMR 116; IC90% 109-124 – ospedalizzazione: 1.910 casi, SHR 82; IC90% 79-85); in entrambi i generi l'ospedalizzazione per il tumore della tiroide è in linea con l'atteso (● maschi: 325 casi, SHR 98; IC90% 89-107 ● femmine: 982 casi, SHR 93; IC90% 88-98). I tumori del sistema linfoematopoietico non hanno fatto registrare eccessi come diagnosi di ricovero; è in eccesso la mortalità per linfomi non Hodgkin tra le femmine e per leucemie totali tra i maschi (303 casi, SMR 111; IC90% 101-122).

Le analisi per le classi di età tra 0 e 29 anni mostrano un eccesso di mortalità per linfomi sull'insieme dei due generi in età 0-19 anni, associato a un eccesso per malattia di Hodgkin (Tabella LDF_5). I decessi per linfomi non Hodgkin appaiono in eccesso tra le femmine sia in età 20-29 anni (3 casi, SMR 256; IC90% 102-640) sia nel complesso delle età 0-29 anni (4 casi, SMR 341; IC90% 153-760). Per quanto riguarda l'ospedalizzazione, è stato osservato un eccesso di ricoverati per linfomi sui due generi sia in età pediatrica (0-14

anni) sia in età pediatrico-adolescenziale (Tabella LDF_6). Questi eccessi sono associati a un eccesso per malattia di Hodgkin tra le sole femmine in età 0-14 anni (13 casi, SHR 195; IC90% 124-306) e a un eccesso per malattia di Hodgkin sui due generi in età 0-19 anni (particolarmente tra le femmine: 37 casi, SHR 155; IC90% 118-203).

Si fa presente che un'adeguata stima del rischio per malattie tumorali richiede l'analisi di dati di incidenza dei Registri tumori, che rappresentano la fonte dei dati più appropriata, non resa possibile nel presente Rapporto.

Tra le malattie non oncologiche, si segnalano gli eccessi della mortalità per le malattie respiratorie nel loro complesso osservati in entrambi i generi, in difetto come diagnosi di ricovero. Tra le malattie respiratorie, sono in eccesso come causa di decesso le malattie polmonari croniche (● maschi: 1385 casi, SMR 116; IC90% 111-121 ● femmine: 879 casi, SMR 112; IC90% 106-119) e, tra le sole femmine, l'asma.

L'analisi per le classi di età pediatrico-giovanili mostra eccessi di mortalità per malattie dell'apparato respiratorio solo tra i maschi in età pediatrica (7 degli 8 casi, SMR 207; IC90% 112-382) e in età 0-19 anni (9 degli 11 casi, SMR 216; IC90% 125-370) e nei due generi in età giovanile e in età complessiva 0-29 anni (Tabella LDF_5). Si osservano, inoltre, eccessi di mortalità per infezioni respiratorie acute in età pediatrica (Tabella LDF_5) in età pediatrico-adolescenziale, in particolare tra i maschi (4 dei 5 casi, SMR 485; IC90% 218-1.081), sul complesso di età 0-29 anni (particolarmente tra i maschi, 6 degli 8 casi, SMR 259; IC90% 134-501). Per quanto riguarda i ricoveri, si segnalano eccessi di asma sull'insieme dei due generi in età 0-14 e 0-19 anni e tra i soli maschi in età 0-29 anni (994 casi, SHR 106; IC90% 101-112).

Le malattie respiratorie hanno un'evidenza *a priori* di associazione con le discariche (in particolare, per le sostanze volatili che da queste vengono emesse) e riconoscono l'esposizione a inquinamento atmosferico tra i possibili fattori di rischio, insieme al fumo di sigaretta; la presenza, oltre alle discariche, di impianti industriali e di fonti di emissione proprie di contesti altamente urbanizzati (come il traffico veicolare e il riscaldamento domestico) può concorrere a determinare un'elevata esposizione inalatoria a composti volatili.

L'eccesso delle AC considerate complessivamente non era stato osservato in un precedente studio condotto sul periodo 2004-2010.⁷ Nell'area si osserva una più bassa registrazione rispetto alla media regionale dei casi di AC con interruzione volontaria di gravidanza a seguito di diagnosi prenatale, che potrebbe aver influenzato la prevalenza più bassa osservata per AC del sistema nervoso e le AC cromosomiche, gruppi per i quali la proporzione di casi con interruzione volontaria di gravidanza è alta.⁸ È riportata in letteratura un'evidenza di associazione, valutata come li-

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSAANO

mitata, tra l'esposizione a siti di rifiuti pericolosi e alcuni gruppi di AC (genitourinarie, difetti del sistema muscolo-scheletrico e tessuto connettivo, difetti del tubo neurale),⁹ per i quali non si osservano eccessi di occorrenza in questo studio. L'ampia dimensione geografica e demografica di questa area e il disegno di studio di tipo ecologico richiedono molta cautela nell'interpretazione dei risultati presentati. Le informazioni prodotte suggeriscono la prosecuzione dell'attività di sorveglianza epidemiologica delle AC nell'area attraverso il potenziamento del Registro regionale.

Le analisi descrittive qui illustrate, compreso lo stato di fragilità sociale riscontrato nella popolazione residente nel sito, nonostante i limiti dovuti al disegno dello studio e alla vastità del territorio, suggeriscono l'implementazione di una sorveglianza epidemiologica a livello comunale e per aree geografiche subcomunali.

L'Atlante regionale della mortalità recentemente pubblicato³ va in questa direzione. Si raccomanda di implementare il piano di sorveglianza per gli anni più recenti, includendo anche altri flussi informativi sanitari disponibili a livello regionale, come le schede dei ricoveri ospedalieri e i dati dei Registri di patologia, quali i Registri tumori e il Registro delle anomalie congenite. Inoltre, nelle aree maggiormente interessate da possibili sorgenti di esposizioni ambientali, si suggeriscono studi integrati "ambiente e salute", che potranno fornire utili indicazioni riguardo all'impatto sanitario di esposizioni ambientali e il ruolo dei diversi fattori di rischio (occupazionali, ambientali, sociali, economici, stili di vita) sui quali agire prioritariamente. Queste indagini richiedono la partecipazione di esperti di diverse discipline e l'integrazione di dati ambientali e sanitari con approcci accreditati. Al fine di un coinvolgimento delle popolazioni, elemento imprescindibile delle azioni di sanità pubblica, si raccomanda che tali iniziative siano oggetto, fin dalla loro ideazione, di comunicazione tra le istituzioni, le popolazioni e i diversi portatori di interesse presenti sul territorio. I medici di medicina generale e i pediatri

di libera scelta potranno fornire un importante supporto in tal senso.

Vale la pena di sottolineare, infine, che, seppure alcuni siti di smaltimento di rifiuti siano stati bonificati o messi in sicurezza e in molti Comuni venga svolta un'elevata percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani, persiste nel sito in studio la necessità di implementare le opere di bonifica e di svolgere un'azione incisiva contro le pratiche illegali di smaltimento dei rifiuti: attualmente, in alcuni momenti hanno ancora luogo pratiche illecite di combustioni di rifiuti, che spesso interessano gruppi di popolazione particolarmente fragili anche dal punto di vista sociale.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:116-19.
2. Fazzo L, De Santis M, Beccaloni E et al. A geographic information system-based indicator of waste risk to investigate the health impact of landfills and uncontrolled dumping sites. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(16):5789.
3. Fusco M, Guida A, Bidoli E et al. Atlante di mortalità della Regione Campania. Mortalità generale e specifica per causa, con dettaglio comunale, periodo 2006-2014. *Epidemiol Prev* 2020; 44 (1) Suppl 1:1-144.
4. Procura della Repubblica presso il Tribunale di Napoli Nord. Accordo di collaborazione scientifica tra Istituto superiore di sanità e Procura di Napoli Nord – Rapporto finale. 11.02.2021. Disponibile all'indirizzo: <https://www.procura.napolinord.giustizia.it/news.aspx?id=35776> (ultimo accesso: 04.02.2022).
5. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022).
6. Benedetti M, Zona A, Beccaloni E, Carere M, Comba P. Incidence of breast, prostate, testicular, and thyroid cancer in Italian Contaminated Sites with presence of substances with endocrine disrupting properties. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(4):355.
7. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
8. EUROCAT - European network for the surveillance of Congenital Anomalies. Prevalence charts and tables. Disponibile all'indirizzo: https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/eurocat/eurocat-data/prevalence_en (ultimo accesso: 21.03.2021).
9. Fazzo L, Minichilli F, Santoro M et al. Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environ Health* 2017;16(1):107.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSAANO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 28.027 | 108 (107-109) | 27.868 | 110 (109-111) |
| Tutti i tumori maligni | 9.518 | 112 (110-114) | 6.541 | 109 (107-111) |
| Malattie del sistema circolatorio | 9.549 | 106 (105-108) | 11.785 | 108 (106-110) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.971 | 105 (101-109) | 1.458 | 103 (99-108) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.058 | 103 (98-109) | 1.027 | 114 (108-120) |
| Malattie dell'apparato urinario | 474 | 102 (94-110) | 612 | 114 (107-122) |

Tabella LDF_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LDF_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 774 | 114 (108-121) | 419 | 131 (121-142) |
| Tumori maligni della mammella | 18 | 166 (113-244) | 1.095 | 106 (100-111) |
| Tumori maligni del testicolo | 6 | 36 (19-70) | | |
| Tumori maligni della vescica | 577 | 114 (106-122) | 127 | 108 (94-125) |
| Linfomi non Hodgkin | 208 | 96 (86-107) | 169 | 107 (94-121) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.971 | 105 (101-109) | 1.458 | 103 (99-108) |
| Asma | 7 | 72 (39-133) | 24 | 130 (93-182) |

Tabella LDF_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LDF_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|---------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 211.208 | 96 (95-96) | 214.130 | 95 (94-95) |
| Tutti i tumori maligni | 21.558 | 103 (102-104) | 18.568 | 99 (98-101) |
| Malattie del sistema circolatorio | 51.563 | 95 (94-95) | 36.170 | 90 (89-91) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 27.599 | 92 (91-93) | 20.998 | 89 (88-90) |
| Malattie dell'apparato digerente | 45.008 | 98 (97-99) | 35.576 | 100 (99-101) |
| Malattie dell'apparato urinario | 11.661 | 93 (92-95) | 8.443 | 87 (85-89) |

Tabella LDF_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LDF_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 1.127 | 112 (106-117) | 481 | 105 (98-113) |
| Tumori maligni della mammella | 43 | 87 (68-112) | 4.991 | 101 (99-103) |
| Tumori maligni del testicolo | 354 | 103 (94-112) | | |
| Tumori maligni della vescica | 3.596 | 113 (110-116) | 754 | 105 (99-111) |
| Linfomi non Hodgkin | 924 | 92 (87-97) | 795 | 101 (95-107) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 27.599 | 92 (91-93) | 20.998 | 89 (88-90) |
| Asma | 1.164 | 89 (85-94) | 935 | 72 (68-76) |

Tabella LDF_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LDF_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSANO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|---------------|------|----------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 241 | 112 (101-124) | 347 | 108 (99-118) | 435 | 104 (96-112) | 302 | 102 (93-113) | 737 | 103 (97-110) |
| Malattie infettive e parassitarie | 4 | 118 (53-262) | 7 | 87 (47-161) | 7 | 76 (41-140) | <3 | | 8 | 67 (38-119) |
| Tutti i tumori | 3 | 118 (47-294) | 32 | 89 (67-119) | 53 | 103 (82-129) | 67 | 124 (101-151) | 120 | 114 (98-132) |
| Tumori del sistema nervoso centrale | | | 11 | 109 (67-178) | 12 | 91 (57-145) | 8 | 131 (74-233) | 20 | 103 (72-149) |
| Tumori del sistema linfoematopoietico totale | | | 7 | 105 (57-194) | 19 | 156 (107-227) | 21 | 117 (82-167) | 40 | 132 (102-172) |
| Linfomi | | | <3 | | 7 | 249 (135-458) | 10 | 145 (87-242) | 17 | 175 (118-260) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 3 | 378 (151-946) | 4 | 209 (94-466) | 7 | 259 (140-478) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | 4 | 198 (89-441) | 6 | 120 (62-232) | 10 | 142 (85-238) |
| Leucemie | | | 6 | 103 (53-199) | 11 | 117 (72-191) | 11 | 103 (63-168) | 22 | 109 (77-155) |
| Leucemia linfoide | | | 4 | 120 (54-268) | 6 | 113 (58-219) | 6 | 112 (58-216) | 12 | 112 (70-180) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 4 | 117 (52-260) | 5 | 85 (41-175) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 14 | 108 (70-166) | 21 | 116 (81-165) | 23 | 89 (63-125) | 44 | 100 (78-128) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | | | 8 | 190 (107-337) | 11 | 157 (96-257) | 11 | 180 (110-294) | 22 | 168 (118-238) |
| Malattie respiratorie acute | | | 3 | 706 (282-1766) | 5 | 310 (151-636) | 3 | 158 (63-395) | 8 | 227 (128-404) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | <3 | | 4 | 96 (43-213) | 7 | 141 (77-261) | 11 | 121 (74-197) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 133 | 105 (91-122) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 62 | 138 (112-170) | | | | | | | | |

Tabella LDF_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table LDF_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

LDF LITORALE DOMIZIO FLEGREO E AGRO AVERSAANO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 13.083 | 101 (99-102) | 55.740 | 95 (94-96) | 70.752 | 96 (95-96) | 36.209 | 96 (96-97) | 105.706 | 96 (95-96) |
| Malattie infettive e parassitarie | 1.170 | 95 (91-100) | 5.280 | 98 (96-100) | 5.629 | 96 (94-99) | 839 | 84 (79-88) | 6.467 | 95 (93-97) |
| Tutti i tumori maligni | 28 | 120 (88-163) | 366 | 103 (95-112) | 585 | 104 (97-111) | 769 | 97 (91-103) | 1.335 | 100 (95-104) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 84 | 139 (116-166) | 102 | 133 (113-157) | 34 | 95 (72-126) | 135 | 121 (105-139) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 165 | 94 (83-107) | 256 | 99 (89-110) | 197 | 101 (90-114) | 442 | 100 (92-108) |
| Linfomi | | | 70 | 125 (103-152) | 138 | 125 (108-143) | 145 | 96 (84-110) | 276 | 108 (98-119) |
| Linfoma di Hodgkin | | | 29 | 134 (99-181) | 78 | 137 (114-166) | 92 | 100 (84-119) | 166 | 115 (101-130) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 47 | 119 (94-152) | 80 | 112 (93-134) | 69 | 79 (65-96) | 147 | 94 (82-108) |
| Leucemie | | | 98 | 82 (69-97) | 122 | 82 (71-95) | 52 | 114 (91-143) | 170 | 90 (79-102) |
| Leucemia linfoide | | | 82 | 82 (69-99) | 97 | 83 (70-98) | 21 | 89 (62-127) | 116 | 85 (73-98) |
| Leucemia mieloide | | | 18 | 77 (52-113) | 28 | 81 (59-110) | 33 | 134 (101-178) | 59 | 100 (81-124) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 592 | 91 (85-98) | 1.235 | 95 (92-101) | 1.585 | 94 (91-98) | 2.806 | 95 (92-98) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 6.459 | 98 (96-100) | 6.603 | 97 (95-99) | 328 | 68 (62-74) | 6.921 | 95 (93-97) |
| Asma | | | 1.480 | 108 (104-113) | 1.535 | 106 (102-111) | 81 | 53 (44-64) | 1.615 | 101 (97-106) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 7.185 | 93 (92-95) | 10.085 | 98 (96-99) | 6.803 | 106 (104-108) | 16.795 | 101 (100-102) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 2.420 | 93 (90-96) | 2.747 | 92 (89-95) | 940 | 92 (87-97) | 3.645 | 92 (89-94) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 4.010 | 122 (119-125) | | | | | | | | |

Tabella LDF_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table LDF_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-------|-----------------------|-------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 5.802 | 383,5 | 107 | (104-110) |
| Sistema nervoso | 406 | 26,8 | 90 | (82-99) |
| Cuore | 3.074 | 203,2 | 119 | (115-124) |
| Cuore severo | 868 | 57,4 | 158 | (147-171) |
| Palato-labbro | 180 | 11,9 | 93 | (80-108) |
| Apparato digerente | 315 | 20,8 | 101 | (90-113) |
| Parete addominale | 32 | 2,1 | 121 | (82-176) |
| Apparato urinario | 532 | 35,2 | 97 | (89-106) |
| Genitali | 596 | 39,4 | 100 | (92-109) |
| Arti | 471 | 31,1 | 108 | (98-119) |
| Cromosomiche | 391 | 25,8 | 85 | (77-94) |

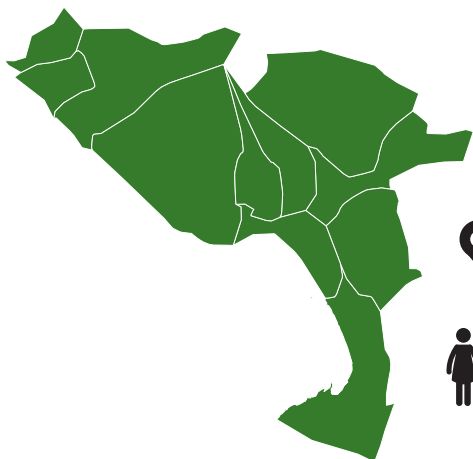
Tabella LDF_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2008-2017.

Table LDF_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2008-2017.

CAMPANIA

ALV

AREA LITORALE VESUVIANO



11
COMUNI

426 777
ABITANTI
Censimento 2011

I COMUNI DEL SITO

- Boscoreale
- Boscotrecase
- Castellammare di Stabia
- Ercolano
- Pompei
- Portici
- San Giorgio a Cremano
- Terzigno
- Torre Annunziata
- Torre del Greco
- Trecase

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di amianto (A) e discariche (D).

Nove degli 11 Comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 57,3% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 12,1/100.000 casi (+3,2%) nei maschi e 7,3/100.000 casi (+3,4%) nelle femmine.

I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per i principali gruppi di cause è in eccesso in entrambi i generi, anche se l'eccesso per le malattie dell'apparato respiratorio tra le femmine è basato su stime incerte (**Tabella ALV_1**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata con le fonti di esposizioni ambientali nel sito, sono risultate in eccesso le patologie correlate ad amianto: il tumore del polmone in entrambi i generi (sulla base di una stima incerta tra le femmine), il tumore dell'ovaio e i mesoteliomi totali (pleurici e asbestosi) tra i soli maschi. Nella popolazione femminile, la mortalità per mesoteliomi, sia totali sia pleurici, è risultata in difetto rispetto alla popolazione di riferimento e il numero di decessi per asbestosi è minore di 3 (**Tabella ALV_2**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* di associazione con discariche, sono in eccesso come causa di decesso in entrambi i generi il tumore del fegato, della vescica (sulla base di stime incerte) e i linfomi non Hodgkin (sulla base di stime incerte tra i maschi). Il tumore della mammella è in eccesso nella sola popolazione femminile, il tumore del testicolo è in eccesso sulla base di un numero esiguo di casi: la stima è affetta da incertezza. La mortalità per l'insieme delle malattie respiratorie è in eccesso sia tra i maschi sia tra le femmine, per queste ultime sulla base di una stima incerta. Tra le patologie respiratorie, l'asma è risultata in eccesso in entrambi i generi (**Tabella ALV_2**).

L'eccesso della mortalità per "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti", riscontrato sia nella popolazione maschile (297 casi: SMR 116; IC90% 106-128) sia in quella femminile (222 casi: SMR 106; IC90% 95-118), è indicatore di una carente qualità della certificazione.

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali, il sistema circolatorio e gli apparati respiratorio e urinario è in difetto in entrambi i generi. Il numero dei ricoverati per malattie dell'apparato digerente è in linea con l'atteso tra i maschi e in difetto nella popolazione femminile. L'ospedalizzazione per tutti i tumori maligni è in eccesso sia tra i maschi sia tra le femmine (**Tabella ALV_3**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* con fonti di esposizioni ambientali nel sito, sono in eccesso in entrambi i generi come diagnosi principale di ricovero i tumori maligni della pleura, patologie con un'evidenza di associazione con l'esposizione ad amianto. Tra le altre patologie correlate ad amianto, il tumore del polmone e l'asbestosi sono in eccesso nella sola popolazione maschile, con stime affette da incertezza; tra le femmine, non si registrano eccessi per altre malattie correlate ad amianto (**Tabella ALV_4**).

Tra le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con le discariche, sono risultate in eccesso nell'ospedalizzazione di entrambi i generi il tumore epatico, il tumore

ALV AREA LITORALE VESUVIANO

della mammella e il tumore della vescica, quest'ultimo sulla base di stime incerte tra le femmine. L'ospedalizzazione per i linfomi non Hodgkin è in eccesso nelle sole femmine, sulla base di stime incerte; tra i maschi, risulta in linea con la popolazione di riferimento. Il numero di ricoverati per il tumore del testicolo è in eccesso, sulla base di stime affette da incertezza.

L'ospedalizzazione per l'insieme delle malattie respiratorie e per l'asma è in difetto rispetto alla popolazione di riferimento in entrambi i generi.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale risulta in difetto rispetto all'atteso in tutte le sottoclassi di età analizzate, particolarmente in età giovanile (**Tabella ALV_5**). Eccessi di mortalità appaiono evidenti in età giovanile per i tumori del sistema linfematopoietico (10 casi) e per le leucemie (7 casi), in particolare per la leucemia linfoide (5 casi), e, seppure con alta incertezza, anche per i linfomi (3 casi). Si rileva un eccesso con stima incerta per i tumori del sistema nervoso centrale (SNC) in età pediatrica, attribuibile ai soli maschi, con 4 dei 5 decessi osservati (dato non in tabella: SMR 238; IC90% 107-529). La mortalità per malattie respiratorie tra i giovani adulti risulta in eccesso, sebbene anche in questo caso la stima, basata su 3 soli casi, possa essere associata a fluttuazioni casuali.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in difetto nelle classi pediatrico-adolescenziali e giovanili, tranne che nel primo anno di vita. In età 0-1 anni si osserva, altresì, un eccesso del 7% nel numero di ricoverati per condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella ALV_6**). Un eccesso di ospedalizzazione per le malattie del sistema circolatorio è rilevato tra i giovani (20-29 anni).

I ricoveri per le infezioni respiratorie acute, per l'asma e per malattie degli apparati digerente e urinario risultano in difetto in tutte le età analizzate.

Si segnala che gli eccessi a stima incerta sull'insieme dei due generi a carico dei tumori maligni del sistema linfematopoietico nelle diverse sottoclassi di età analizzate sono riconducibili a eccessi di rischio nella sola sottopopolazione femminile (dati non in tabella). In particolare, si osservano eccessi di ospedalizzazione per i tumori del tessuto ematopoietico (29 casi: SHR 155; IC90% 113-208), per i linfomi non Hodgkin (9 casi: SHR 220; IC90% 128-378) e per la malattia di Hodgkin (5 casi: SHR 256; IC90% 125-527) tra le bambine in età pediatrica; eccessi per i linfomi non Hodgkin (14 casi: SHR 175; IC90% 113-271) nelle femmine in età 0-19 anni; eccessi per tutti i tumori del sistema linfematopoietico (35 casi: SHR 132; IC90% 100-174) tra le ragazze (20-29 anni), e un eccesso sull'intero sottogruppo di

età (0-29 anni), sempre nel solo genere femminile, per tutti i tumori del sistema linfematopoietico (72 casi: SHR 131; IC90% 108-158) e per i linfomi nel loro complesso (45 casi: SHR 132; IC90% 103-169).

In età giovanile, si osserva un eccesso di ricoverati per le leucemie mieloidi nell'insieme dei due generi, sebbene le stime siano incerte.

Sezione anomalie congenite

Nel sito, i nati residenti nel periodo 2008-2017 sono stati complessivamente 42.188. Nello stesso periodo, sono stati osservati 1.317 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 312,2 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta inferiore a quella regionale (O/A: 87; IC90% 83-91). È stato osservato un eccesso per le AC della parete addominale, mentre è inferiore all'atteso la prevalenza dei difetti cardiaci e delle AC dei genitali (**Tabella ALV_7**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito Aree Litorale Vesuviano include 11 comuni del litorale vesuviano ed è caratterizzato dalla presenza diffusa di siti di smaltimento di rifiuti (discariche controllate, incontrollate e siti di smaltimento abusivo) e di un polo della cantieristica navale in uno dei comuni.

Nel 2020, è stato pubblicato il primo Atlante di mortalità della Regione Campania, che ha analizzato i dati di mortalità per 25 cause specifiche a livello comunale nell'intera Regione nel periodo 2006-2014. Nel Rapporto vengono riportati i dati per ognuno dei 550 comuni campani ed è stata messa in evidenza un'alta eterogeneità tra le diverse popolazioni, con una concentrazione dei tassi più alta in alcuni comuni dell'area metropolitana di Napoli e della provincia di Caserta, caratterizzati da un'alta urbanizzazione ed elevata densità abitativa.¹

Nella presente analisi, i tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

La mortalità generale e per tutti i grandi gruppi di cause è risultata in eccesso rispetto alla popolazione di riferimento, in entrambi i generi; eccessi non riscontrati nell'ospedalizzazione. Questi eccessi, seppure non direttamente ascrivibili alla contaminazione ambientale, meritano particolare attenzione. Da tener presente che l'eccesso osservato della mortalità per "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti" è un indicatore di una carente qualità nella certificazione. Inoltre, i dati dell'ospedalizzazione per le malattie oncologiche richiedono cautela nella loro interpretazione, per i quali si raccomanda un approfondimento attraverso l'analisi dei dati di incidenza dei Registri tumori, la fonte di dati più adeguata per stimare il rischio per queste malattie, non resa possibile nel presente Rapporto.

ALV AREA LITORALE VESUVIANO

Tra le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali del sito, sono risultate in eccesso le malattie correlate ad amianto, in particolare tra la popolazione maschile, sia come causa di decesso sia come diagnosi principale di ricovero. Nel Rapporto SENTIERI-ReNaM sull'incidenza di mesotelioma nei siti di interesse per le bonifiche, per questo sito sono stati osservati eccessi sia tra la popolazione maschile sia tra quella femminile e, seppure sulla base di un numero esiguo di casi per i quali è stata accertata la modalità di esposizione all'amianto, è stata attribuita all'80% dei casi un'esposizione in ambito occupazionale, in particolare nei settori lavorativi della cantieristica navale e della fabbricazione di tubi in amianto.² Il contributo di esposizioni occupazionali ad amianto è ipotizzabile anche per gli eccessi qui riscontrati, visti in particolare gli eccessi sia dei deceduti sia dei ricoverati per asbestosi nella popolazione maschile. Gli eccessi osservati anche nel genere femminile fanno ipotizzare una possibile esposizione ad amianto anche in ambito familiare e/o ambientale, oltre che occupazionale. A tal proposito, un recente articolo sulla mortalità in Italia per mesotelioma tra i soggetti di età inferiore ai 50 anni, quale indicatore di una possibile esposizione ambientale ad amianto in età pediatrico-adolescenziale, ha indicato Torre Annunziata, comune incluso in questo sito, tra i dieci comuni con un eccesso rispetto alla popolazione regionale, anche se sulla base di un numero esiguo di casi.³ Si raccomanda un approfondimento dell'incidenza dei mesoteliomi nell'area con i dati del Centro operativo regionale del Registro nazionale mesoteliomi (COR-ReNaM).

Vista la presenza nel sito di discariche non controllate e di siti di smaltimento abusivo di rifiuti, si mettono in luce gli eccessi di mortalità osservati per tutte le patologie a essi associabili con un'evidenza *a priori*, tranne per il tumore della mammella tra i maschi. Anche nell'analisi dell'ospedalizzazione, tutte le cause ascrivibili all'esposizione a contaminanti rilasciati da discariche non a norma sono risultate in eccesso, tranne le malattie respiratorie e i linfomi non Hodgkin.

L'eccesso dei ricoverati per tumore maligno della mammella, patologia rara nel genere maschile, merita particolare attenzione. Il tumore della mammella, in eccesso tra la popolazione femminile sia nella mortalità sia nell'ospedalizzazione, ha un'evidenza di associazione con le discariche e la IARC ne ha definita limitata l'associazione con policlorobifenili (PCB),⁴ contaminanti presenti nei sedimenti del sito. Si raccomanda l'implementazione di uno screening oncologico adeguato, anche con azioni specifiche volte a incrementarne l'adesione da parte della popolazione.

Gli eccessi di tumore epatico osservato in questo sito, così come in altre aree caratterizzate da siti di smalti-

mento di rifiuti, ha sempre sollevato particolare attenzione. Il tumore del fegato ha fattori di rischio ben conosciuti, in particolare legati agli stili di vita (fumo, consumo di alcol), il virus dell'epatite B, aflatossine, come emerso da SENTIERI 2019 e dagli studi ivi citati.⁵ Nella presente analisi, sono risultate in eccesso la mortalità e l'ospedalizzazione per epatite virale e per cirrosi e altre malattie epatiche (indicatore di un possibile abuso di alcol) in entrambi i generi. L'eccesso della mortalità per epatite virale tra i maschi è pari a circa il 25% (73 casi: SMR 125; IC90% 103-151) e del 33 % tra le femmine (93 casi: SMR 133; IC90% 112-157); per la cirrosi e altre malattie epatiche, tra i maschi si osserva un SMR pari a 125 (IC90% 112-141; 204 casi), mentre tra le femmine l'SMR è pari a 154 (IC90% 137-173; 195 casi). Nell'ospedalizzazione per epatite virale, tra i maschi si è registrato un SHR di 117 (IC90% 108-127; 405 casi), tra le femmine un SHR pari a 121 (IC90% 110-133; 292 casi). L'eccesso di ospedalizzazione per cirrosi e altre malattie epatiche è di circa il 9% tra i maschi (1.058 casi: SHR 109; IC90% 104-115) e del 25% tra le femmine (844 casi; SHR 128; IC90% 121-136). L'intera regione nel suo complesso ha fatto registrare una mortalità per tumore del fegato e per epatite virale più alta della media nazionale, con tassi più elevati in alcuni comuni della provincia di Napoli.¹ Un'interazione tra l'esposizione a sostanze chimiche epatotossiche (come metalli e idrocarburi policiclici aromatici, presenti nel sito) e gli altri fattori di rischio individuali sopra menzionati è stata suggerita in SENTIERI 2019 e negli studi ivi citati.⁵

Tra le malattie respiratorie, in eccesso nel loro insieme come causa di decesso in entrambi i generi, sono in eccesso nella mortalità in entrambi i generi l'asma e le malattie polmonari croniche (maschi: 544 casi, SMR 114 IC90% 106-122; femmine: 345 casi, SMR 107 IC90% 98-117). L'ospedalizzazione è in eccesso tra i soli maschi sia per l'asma sia per le malattie polmonari croniche (maschi: 1048 casi SHR 110 IC90% 105-116; femmine: 649 casi, SHR 91 IC90% 86-98). Le malattie respiratorie riconosciute, tra i possibili fattori di rischio, l'esposizione a inquinamento atmosferico, oltre a fattori legati a stili di vita, come il fumo attivo e passivo: sorgenti di sostanze volatili presenti sul territorio, oltre ai siti di rifiuti, quali attività industriali, traffico urbano e riscaldamento domestico, possono determinare una bassa qualità dell'aria. La presenza di idrocarburi policiclici aromatici a concentrazioni elevate è stata documentata in sedimenti del sito.

Gli eccessi qui riscontrati nella popolazione generale sono stati messi in evidenza già nel precedente Rapporto SENTIERI e in alcuni studi analitici ivi citati messi in relazione con la presenza di siti di smaltimento non a norma di rifiuti.⁵

Per quanto riguarda il profilo di salute nelle sottopopolazioni pediatrica, adolescenziale e giovanile, si confer-

ALV AREA LITORALE VESUVIANO

ma l'eccesso di bambini ricoverati nel primo anno di vita per condizioni morbose di origine perinatale e di giovani deceduti e ospedalizzati per tumori del sistema linfematopoietico, già segnalati nel precedente Rapporto.⁵ Si confermano anche i difetti di ricoveri per l'asma segnalati per il periodo 2006-2013 in età pediatrico-adolescenziale e giovanile.

La più bassa prevalenza del totale delle anomalie congenite (AC) non era stata osservata in un precedente studio condotto sul periodo 2004-2010.⁶ È riportata in letteratura un'evidenza di associazione, valutata come limitata, tra l'esposizione a siti di rifiuti pericolosi e alcuni gruppi di AC (genitourinarie, difetti del sistema muscoloscheletrico e tessuto connettivo, difetti del tubo neurale),⁷ in merito ai quali non si osservano eccessi tra gli indicatori calcolati. L'ampia dimensione geografica e demografica di questa area e il disegno di studio di tipo ecologico adottato richiedono molta cautela nell'interpretazione dei risultati presentati. Le informazioni prodotte suggeriscono comunque la prosecuzione della sorveglianza epidemiologica delle AC nell'area attraverso il rafforzamento delle attività del Registro regionale.

La dimensione del sito e il tipo di indagine non permettono di identificare in quale misura le specifiche fonti di esposizione ambientale presenti sul territorio abbiano influito sugli eccessi osservati. La presenza degli eccessi per tutte le malattie con un'evidenza *a priori* di associazione con rifiuti, nella popolazione di tutte le età, lascia ipotizzare che l'esposizione a contaminanti rilasciati dalle discariche abbia giocato un ruolo eziologico causale e/o concausale. Diversi sono i possibili fattori di rischio (dieta, abitudine al fumo, caratteristiche individuali, ambiente urbano, esposizioni occupazionali) che possono avere contribuito all'insorgenza delle malattie osservate. Inoltre, la fragilità sociale emersa dai tre indicatori utilizzati nel presente Rapporto può essere un ulteriore fattore di rischio e suggerisce la necessità di indirizzare su questa popolazione particolare attenzione e interventi mirati alla diminuzione delle disuguaglianze. Un discorso diverso meritano gli eccessi di malattie per le quali un'elevata frazione eziologica è dovuta all'esposizione ad amianto: per queste, si raccomanda un approfondimento, anche attraverso l'implementazione delle attività previste da parte del COR-ReNaM, fondamentali per assicurare i dovuti interventi di assistenza e sicurezza sociale rivolti agli esposti ed ex-esposti e ai loro familiari.

I risultati delle analisi qui illustrati suggeriscono l'opportunità di svolgere una sorveglianza epidemiologica a livello comunale e l'Atlante di mortalità regionale pubblicato nel 2020 va in questa direzione. Se ne raccomanda l'implementazione per gli anni più recenti, anche con l'inclusione di altri flussi sanitari disponibili, come le schede di dimissione ospedaliera e i registri di patologia, quali i Registri tumori e il Registro delle anomalie congenite. Inoltre, in quest'area, così come nelle altre aree maggiormente interessate da contaminazioni ambientali, si suggeriscono indagini di piccola area e studi analitici "ambiente e salute", che, con approcci accreditati, integrino dati sanitari e ambientali. Queste indagini potranno fornire informazioni utili sui possibili fattori di rischio, non solo di tipo ambientale, e sui sottogruppi di popolazione maggiormente vulnerabili, verso i quali indirizzare specifici interventi di sanità pubblica. A tal riguardo, gli eccessi di ospedalizzazione per tumori del sistema linfematopoietico nelle sottoclassi pediatrico-adolescenziali e giovanili dovrebbero essere approfonditi soprattutto in termini di incidenza, come peraltro già segnalato nel precedente Rapporto.⁵ La partecipazione delle istituzioni locali, in particolare quelle sanitarie e i medici di medicina generale e i pediatri di libera scelta, potranno supportare in maniera significativa il coinvolgimento delle popolazioni, necessario per il raggiungimento degli obiettivi di qualsiasi azione di sanità pubblica.

Bibliografia

1. Fusco M, Guida A, Bidoli E et al. Atlante di mortalità della Regione Campania. Mortalità generale e specifica per causa, con dettaglio comunale, periodo 2006-2014. *Epidemiol Prev* 2020;44(1) Suppl 1:1-144.
2. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:23-24.
3. Fazzo L, Minelli G, Bruno C et al. Early mortality from malignant mesothelioma in Italy as a proxy of environmental exposure to asbestos in children. *Ann Ist Super Sanità* 2020;56(4):478-86.
4. International Agency for Research on Cancer. World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans. IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022).
5. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:120-23.
6. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
7. Fazzo L, Minichilli F, Santoro M et al. Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environ Health* 2017;16(1):107.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

ALV AREA LITORALE VESUVIANO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 10.339 | 106 (104-107) | 10.745 | 106 (104-107) |
| Tutti i tumori maligni | 3.329 | 108 (105-111) | 2.464 | 110 (106-114) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.652 | 104 (102-107) | 4.870 | 108 (105-110) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 794 | 107 (101-114) | 584 | 101 (95-108) |
| Malattie dell'apparato digerente | 449 | 122 (112-131) | 435 | 122 (113-132) |
| Malattie dell'apparato urinario | 216 | 118 (106-132) | 240 | 109 (98-121) |

Tabella ALV_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ALV_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|----------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 286 | 117 (107-129) | 192 | 154 (137-173) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 998 | 109 (104-115) | 316 | 105 (95-115) |
| Mesoteliomi | 50 | 240 (190-303) | 7 | 87 (47-161) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 38 | 243 (186-317) | 4 | 69 (31-153) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 418 | 111 (102-120) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 116 | 122 (104-142) |
| Tumori maligni del testicolo | 5 | 102 (50-209) | | |
| Tumori maligni della vescica | 215 | 110 (98-123) | 53 | 115 (92-144) |
| Linfomi non Hodgkin | 88 | 115 (96-137) | 87 | 147 (124-176) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 794 | 107 (101-114) | 584 | 101 (95-108) |
| Asma | 7 | 190 (103-351) | 15 | 203 (133-309) |
| Asbestosi | 8 | 680 (383-1207) | <3 | |

Tabella ALV_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ALV_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 68.200 | 98 (98-99) | 69.868 | 96 (95-96) |
| Tutti i tumori maligni | 7.633 | 106 (104-108) | 6.581 | 103 (101-105) |
| Malattie del sistema circolatorio | 17.808 | 98 (97-99) | 13.364 | 93 (92-94) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 8.763 | 92 (90-93) | 6.923 | 89 (87-91) |
| Malattie dell'apparato digerente | 14.462 | 100 (99-102) | 10.784 | 94 (92-95) |
| Malattie dell'apparato urinario | 3.903 | 95 (92-97) | 2.738 | 84 (82-87) |

Tabella ALV_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ALV_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 456 | 130 (120-141) | 271 | 159 (144-176) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 911 | 101 (96-107) | 328 | 96 (88-105) |
| Tumori maligni della pleura | 65 | 184 (150-226) | 21 | 146 (102-209) |
| Tumori maligni della mammella | 25 | 148 (107-206) | 1.704 | 105 (100-109) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 179 | 99 (87-112) |
| Tumori maligni del testicolo | 112 | 114 (98-133) | | |
| Tumori maligni della vescica | 1.273 | 112 (107-118) | 275 | 106 (96-117) |
| Linfomi non Hodgkin | 324 | 99 (90-108) | 270 | 101 (91-112) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 8.763 | 92 (90-93) | 6.923 | 89 (87-91) |
| Asma | 191 | 51 (45-57) | 219 | 55 (50-62) |
| Asbestosi | 12 | 334 (209-534) | <3 | |

Tabella ALV_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ALV_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

ALV AREA LITORALE VESUVIANO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|--------------|------|--------------|-------|---------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 59 | 99 (80-123) | 89 | 99 (84-118) | 110 | 92 (79-108) | 66 | 77 (63-94) | 176 | 86 (76-97) |
| Tutti i tumori | <3 | | 12 | 116 (72-186) | 14 | 93 (60-145) | 18 | 114 (78-168) | 32 | 104 (78-139) |
| Tumori del sistema nervoso centrale | - | - | 5 | 173 (84-356) | 5 | 130 (63-268) | <3 | | 7 | 125 (68-230) |
| Tumori del sistema linfematopoietico totale | - | - | <3 | | <3 | | 10 | 191 (114-319) | 12 | 136 (85-217) |
| Linfomi | - | - | <3 | | <3 | | 3 | 149 (60-373) | 4 | 141 (63-313) |
| Leucemie | - | - | <3 | | <3 | | 7 | 224 (122-414) | 8 | 136 (77-242) |
| Leucemia linfoide | - | - | <3 | | <3 | | 5 | 319 (156-656) | 5 | 160 (78-329) |
| Malattie del sistema circolatorio | - | - | <3 | | <3 | | 5 | 67 (32-137) | 7 | 55 (30-101) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | - | - | <3 | | <3 | | 3 | 169 (68-424) | 5 | 132 (64-271) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 34 | 98 (74-129) | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Malformazioni congenite | 9 | 72 (42-124) | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabella ALV_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ALV_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 3.652 | 102 (99-105) | 15.623 | 94 (93-95) | 20.135 | 95 (94-96) | 10.548 | 97 (96-99) | 30.313 | 96 (95-97) |
| Malattie infettive e parassitarie | 219 | 65 (58-72) | 859 | 57 (54-60) | 980 | 60 (57-63) | 268 | 92 (83-102) | 1247 | 65 (62-68) |
| Tutti i tumori maligni | 5 | 78 (38-159) | 103 | 102 (86-119) | 163 | 99 (87-113) | 235 | 103 (92-114) | 394 | 102 (94-110) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | - | - | 15 | 87 (57-133) | 21 | 95 (67-136) | 10 | 97 (58-162) | 31 | 96 (72-129) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | - | - | 53 | 106 (84-133) | 77 | 102 (85-123) | 61 | 109 (88-134) | 135 | 105 (91-121) |
| Linfomi | - | - | 20 | 124 (86-178) | 36 | 111 (84-145) | 44 | 101 (79-129) | 78 | 105 (87-126) |
| Linfoma di Hodgkin | - | - | 6 | 95 (49-184) | 16 | 95 (63-143) | 29 | 109 (80-148) | 45 | 106 (83-136) |
| Linfomi non Hodgkin | - | - | 16 | 141 (94-213) | 26 | 124 (90-171) | 23 | 91 (65-128) | 47 | 103 (81-131) |
| Leucemie | - | - | 34 | 99 (75-132) | 43 | 100 (78-129) | 17 | 129 (87-192) | 60 | 110 (89-135) |
| Leucemia linfoide | - | - | 28 | 99 (72-134) | 31 | 92 (68-123) | 7 | 102 (55-189) | 38 | 96 (74-125) |
| Leucemia mieloide | - | - | 6 | 89 (46-172) | 11 | 109 (67-178) | 11 | 155 (95-253) | 22 | 128 (90-181) |
| Malattie del sistema circolatorio | - | - | 408 | 102 (94-111) | 780 | 97 (92-103) | 1.019 | 100 (95-106) | 1.788 | 99 (95-103) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | - | - | 1.740 | 95 (91-99) | 1.779 | 94 (90-97) | 86 | 61 (51-73) | 1.863 | 91 (88-95) |
| Asma | - | - | 227 | 59 (53-66) | 243 | 60 (54-66) | 24 | 54 (39-76) | 267 | 59 (53-65) |
| Malattie dell'apparato digerente | - | - | 1.936 | 89 (85-92) | 2.697 | 91 (88-94) | 1.789 | 96 (93-100) | 4.451 | 93 (90-95) |
| Malattie dell'apparato urinario | - | - | 663 | 90 (85-96) | 743 | 88 (82-93) | 245 | 83 (75-92) | 977 | 86 (82-91) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 972 | 107 (102-113) | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabella ALV_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table ALV_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-------|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 1.317 | 312,2 | 87 | (83-91) |
| Sistema nervoso | 123 | 29,2 | 98 | (83-115) |
| Cuore | 579 | 137,2 | 81 | (75-87) |
| Cuore severo | 136 | 32,2 | 89 | (76-103) |
| Palato-labbro | 51 | 12,1 | 95 | (73-121) |
| Apparato digerente | 92 | 21,8 | 106 | (88-128) |
| Parete addominale | 14 | 3,3 | 189 | (109-315) |
| Apparato urinario | 147 | 34,8 | 96 | (83-111) |
| Genitali | 143 | 33,9 | 86 | (74-100) |
| Arti | 111 | 26,3 | 91 | (77-108) |
| Cromosomiche | 113 | 26,8 | 88 | (74-104) |

Tabella ALV_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2008-2017.

Table ALV_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2008-2017.



PUGLIA

BAR



BARI-FIBRONIT



1
COMUNE

I COMUNI DEL SITO

- Bari

315 284
ABITANTI
Censimento 2019

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto di produzione di manufatti di cemento-amianto (A).

Il comune di Bari ha un basso livello di deprivazione.

Il 47,1% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 19,3/100.000 casi (+6,9%) nei maschi e una diminuzione di 3,5/100.000 casi (-2,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

Mortalità. L'analisi della mortalità mette in evidenza difetti rispetto all'atteso relativamente a tutte le cause e in entrambi i generi; in difetto risulta anche la mortalità per le malattie degli apparati circolatorio, respiratorio e urinario, in entrambi i generi, mentre la mortalità per i tumori maligni, sia nei maschi sia nelle femmine, e per le malattie dell'apparato digerente, nel genere femminile, mostra un allineamento rispetto all'atteso (**Tabella BAR_1**). L'analisi delle cause di morte con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* mostra eccessi per tutti i mesoteliomi e mesoteliomi della pleura in entrambi i generi. Si riscontra eccesso di mortalità per tumore del polmone solo nel genere femminile ed un eccesso per asbestosi nel genere maschile, ma nessun caso nel genere femminile (**Tabella BAR_2**).

Ospedalizzazione. L'analisi dei ricoveri per le principali patologie mostra difetti per il genere femminile relativamente a tutte le cause naturali. Sono stati riscontrati eccessi, in entrambi i generi, per i ricoveri per tumori maligni, mentre sono stati riscontrati difetti, in entrambi

i generi, per i ricoveri per malattie dell'apparato urinario. Il resto delle patologie risulta in linea con l'atteso (**Tabella BAR_3**). L'analisi dei ricoveri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* fa osservare eccessi per tumori maligni della pleura, in entrambi i generi, e asbestosi nel genere maschile (**Tabella BAR_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

Mortalità. Il quadro di mortalità si delinea sostanzialmente in difetto rispetto all'atteso (**Tabella BAR_5**), con l'eccezione del primo anno di vita, ove appare in linea con il riferimento regionale; si osserva un eccesso di per condizioni morbose di origine perinatale, sebbene caratterizzato da incertezza.

Ospedalizzazione. Il numero di ricoverati (**Tabella BAR_6**) risulta in eccesso rispetto all'atteso per tutte le cause naturali e per le malattie infettive e parassitarie in tutte le classi di età analizzate. Nel primo anno di vita, si osservano eccessi per le condizioni morbose di origine perinatale e per tutti i tumori (6 degli 8 casi sono tra i maschi: SMR 285; IC90% 147-551). Anche in età pediatrica (0-14 anni), l'eccesso per tutti i tumori è osservabile tra i soli maschi (40 casi: SMR 141; IC90% 109-182).

L'ospedalizzazione per malattie respiratorie acute risulta in eccesso in tutte le sottoclassi di età, mentre l'asma è sempre in difetto, tranne che per i giovani adulti (20-29 anni), ove risulta in eccesso. Nella classe di età 20-29 anni, si registra un eccesso di ospedalizzazione anche per le malattie dell'apparato urinario e per le leucemie, in particolare leucemie mieloidi (6 casi), evidenti anche sull'intera classe 0-29 anni (10 casi). Deficit di ospedalizzazione per malattie dell'apparato digerente e del sistema circolatorio si osservano in età pediatrica-adolescenziale (0-19 anni) e in tutte le età nel loro complesso (0-29 anni).

Sezione anomalie congenite

I nati residenti nel sito nel periodo in studio (2015-2018) sono stati complessivamente 8.974. Nello stesso periodo, sono stati osservati 207 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 230,7 per 10.000 nati (**Tabella BAR_7**). La prevalenza totale delle AC risulta in linea con il dato regionale (O/A: 100; IC90% 88-113). Si osservano eccessi per i difetti gravi del cuore, dell'apparato digerente e delle anomalie cromosomiche.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Nella precedente pubblicazione di SENTIERI,¹ nel sito si riscontravano eccessi di mortalità, nel genere femminile, per tutti i tumori maligni, per le malattie dell'apparato respiratorio e le malattie dell'apparato digerente, che non

BAR BARI-FIBRONIT

sono stati confermati nel presente aggiornamento. In merito all'analisi dei ricoveri ospedalieri, tutti gli eccessi per le principali patologie, riscontrati precedentemente, non vengono confermati nel presente aggiornamento, tranne che per tutti i tumori maligni, che si confermano in eccesso in entrambi i generi. Le cause con evidenza *a priori* di associazione con fonti di esposizioni ambientali risultano in linea con lo scorso aggiornamento dello studio, in particolare confermando l'eccesso per tumori maligni della pleura.

Sono disponibili i dati sull'incidenza del mesotelioma.² Nel periodo 2000-2011, sono stati registrati 123 casi di mesotelioma nei soggetti residenti nel sito con un SIR negli uomini di 271 (IC90% 228-323) e di 322 (IC90% 244-426) nelle donne.

Lo studio di coorte riguardante i lavoratori dello stabilimento Fibronit di Bari riporta i seguenti risultati nel periodo di osservazione 1972-2012: ● SMR 120 (IC95% 105-136);³ ● tutti i tumori maligni: SMR 194 (IC95% 159-237); ● tumore maligno del polmone: SMR 201 (IC95% 146-276); ● tumore maligno della pleura: SMR 4.033 (IC95% 2.541-6.401); ● tumore maligno del peritoneo: SMR 2.945 (IC95% 1.404-6.177); ● tumore maligno dell'apparato digerente: SMR 140 (IC95% 94-207); ● malattie dell'apparato respiratorio: SMR 345 (IC95% 261-456); ● pneumoconiosi: SMR 13.268 (IC95% 9.481-18.570); ● malattie dell'apparato circolatorio: SMR 64 (IC95% 47-88).

Nel 2020, è stato pubblicato un lavoro sull'associazione tra sviluppo di mesotelioma e distanza abitativa dall'impianto Fibronit, ottenendo OR crescenti al diminuire della distanza;⁴ i risultati dello studio, a ogni modo, non hanno mostrato significatività statistica a causa della dimensione limitata della coorte.

Si rammenta, infine, che l'impianto è chiuso dal 1985 e che la zona di perimetrazione risulta in fase di bonifica dato il Decreto direttoriale n. 4187 dell'08.05.2013 del Ministero dell'ambiente e della tutela del mare e del territorio.

Inoltre, nel 2021, è stato pubblicato il rapporto dei tumori infantili della Regione Puglia,⁵ che mostra il dato di incidenza oncologica infantile nel periodo 2006-2017 e riporta, per l'intera provincia di Bari, un SIR pari a 0,96 (IC95% 0,87-1,06).

Relativamente agli indicatori sulle anomalie congenite (AC), gli eccessi di alcuni gruppi di AC non erano stati osservati nella precedente analisi basata sui casi desunti dalle schede di dimissione ospedaliera (SDO).¹ La sistematicità di occorrenze più basse per tutti i gruppi di AC aveva suggerito una possibile criticità nella codifica delle SDO. L'utilizzo dei dati raccolti e validati dal Registro garantisce una maggiore accuratezza degli indicatori qui presentati. Tuttavia, va segnalato che, essendo il Registro delle AC della Puglia istituito recentemente, non è possibile escludere la presenza di alcune criticità nella raccolta dati che potrebbero riscontrarsi in un sistema di registrazione complesso come quello delle AC, soprattutto nelle fasi iniziali di sviluppo e implementazione. Inoltre, deve essere considerato che la città di Bari ospita il principale ospedale di riferimento pediatrico, nonché il centro regionale per la diagnostica prenatale, che contribuisce alla segnalazione dei casi, con possibili effetti distorsivi nella rilevazione. La prosecuzione dell'attività del Registro consentirà di monitorare adeguatamente l'andamento temporale dell'occorrenza di tali anomalie. Nella specifica valutazione del sito, è opportuno sottolineare che il tipo di esposizione industriale che caratterizza la classificazione del sito di Bari-Fibronit, basata sulla presenza di un impianto di produzione di manufatti in cemento-amianto, peraltro attualmente bonificato, trova una scarsa coerenza di plausibilità di associazione con l'occorrenza delle AC.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
2. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-115.
3. Nannavecchia AM, Cuccaro F, Bisceglia L et al. Mortalità di una coorte di lavoratori del cemento-amianto a Bari: aggiornamento al 2012. *BEN* 2016;29(7-8):i-ii.
4. Vimercati L, Cavone D, Delfino MC et al. Asbestos Air Pollution: Description of a Mesothelioma Cluster Due to Residential Exposure from an Asbestos Cement Factory. *Int J Environ Research and Public Health* 2020;17(8):2636.
5. Bisceglia L, Bruni R, Bruno D et al. I tumori infantili in Regione Puglia. *Epidemiol Prev* 2021;45(5) Suppl 2:1-72.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BAR BARI-FIBRONIT

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 7.769 | 96 (94-98) | 8.264 | 96 (94-97) |
| Tutti i tumori maligni | 2.520 | 102 (99-106) | 1.861 | 101 (98-105) |
| Malattie del sistema circolatorio | 2.464 | 93 (90-96) | 3.085 | 88 (85-90) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 563 | 78 (73-84) | 480 | 86 (80-93) |
| Malattie dell'apparato digerente | 313 | 98 (89-107) | 331 | 105 (96-114) |
| Malattie dell'apparato urinario | 138 | 85 (74-97) | 167 | 80 (70-90) |

Tabella BAR_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BAR_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 577 | 93 (87-99) | 191 | 126 (112-142) |
| Mesoteliomi | 40 | 192 (148-249) | 17 | 333 (224-495) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 34 | 195 (148-259) | 13 | 299 (190-471) |
| Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 74 | 79 (66-96) |
| Asbestosi | 5 | 470 (229-965) | <3 | |

Tabella BAR_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BAR_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 45.826 | 101 (100-102) | 46.222 | 98 (97-99) |
| Tutti i tumori maligni | 6.024 | 106 (104-108) | 5.227 | 103 (101-106) |
| Malattie del sistema circolatorio | 12.180 | 102 (100-103) | 8.798 | 89 (88-91) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 6.756 | 99 (97-101) | 5.381 | 100 (97-102) |
| Malattie dell'apparato digerente | 9.064 | 98 (97-100) | 7.697 | 99 (97-100) |
| Malattie dell'apparato urinario | 2.735 | 89 (86-92) | 2.210 | 90 (87-93) |

Tabella BAR_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BAR_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|----------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 642 | 99 (93-106) | 239 | 122 (110-136) |
| Tumori maligni della pleura | 51 | 187 (148-235) | 18 | 176 (120-259) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 171 | 98 (86-111) |
| Asbetosi | 7 | 672 (364-1239) | <3 | |

Tabella BAR_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BAR_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BAR BARI-FIBRONIT

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 33 | 99 (75-132) | 43 | 85 (66-109) | 56 | 83 (67-104) | 41 | 74 (57-95) | 97 | 79 (67-93) |
| Malattie infettive e parassitarie | <3 | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 169 (67-422) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 4 | 47 (21-104) | 6 | 56 (29-108) | 10 | 52 (31-87) |
| Tumori del sistema linfomatopoiético totale | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 59 (24-148) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | 3 | 69 (27-172) | 4 | 50 (22-110) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 23 | 127 (90-178) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 4 | 48 (22-107) | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tabella BAR_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BAR_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 2.670 | 111 (107-115) | 11.123 | 107 (105-109) | 13.348 | 106 (105-108) | 4.817 | 95 (93-97) | 18.009 | 103 (102-105) |
| Malattie infettive e parassitarie | 199 | 105 (94-118) | 1.137 | 111 (105-116) | 1.269 | 112 (106-117) | 238 | 134 (120-149) | 1.506 | 115 (110-120) |
| Tutti i tumori maligni | 8 | 213 (120-378) | 58 | 112 (90-139) | 80 | 98 (82-118) | 129 | 99 (86-114) | 209 | 100 (89-112) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 13 | 106 (67-166) | 15 | 89 (59-136) | 6 | 70 (36-136) | 21 | 85 (60-122) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiético | | | 20 | 93 (65-135) | 23 | 71 (50-100) | 34 | 100 (76-133) | 57 | 88 (71-109) |
| Linfomi | | | 5 | 72 (35-149) | 7 | 45 (25-83) | 26 | 93 (67-128) | 33 | 78 (58-103) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 11 | 80 (49-130) | 12 | 58 (36-93) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 5 | 101 (49-208) | 6 | 59 (30-114) | 20 | 109 (76-157) | 26 | 92 (67-127) |
| Leucemie | | | 15 | 100 (66-152) | 16 | 90 (60-136) | 8 | 133 (75-237) | 24 | 102 (73-143) |
| Leucemia linfoide | | | 11 | 83 (51-135) | 11 | 73 (45-120) | <3 | | 13 | 72 (46-114) |
| Leucemia mieloide | | | 4 | 213 (96-475) | 4 | 139 (62-310) | 6 | 200 (103-386) | 10 | 173 (103-289) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 161 | 89 (78-101) | 280 | 89 (81-98) | 86 | 92 (84-101) | 593 | 91 (85-97) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 1.759 | 116 (111-120) | 1.849 | 117 (113-122) | 130 | 136 (117-157) | 1.974 | 118 (114-123) |
| Asma | | | 42 | 25 (20-33) | 46 | 27 (21-34) | 16 | 150 (100-226) | 62 | 34 (27-42) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 1.023 | 90 (85-94) | 1.426 | 94 (90-98) | 931 | 96 (91-102) | 2.353 | 95 (92-98) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 309 | 93 (85-102) | 373 | 97 (89-105) | 189 | 115 (102-130) | 559 | 102 (95-110) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 767 | 112 (106-119) | | | | | | | | |

Tabella BAR_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table BAR_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

BAR BARI-FIBRONIT

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 207 | 230,7 | 100 | (88-113) |
| Sistema nervoso | 19 | 21,2 | 108 | (69-161) |
| Cuore | 78 | 86,9 | 118 | (96-144) |
| Cuore severo | 35 | 39,0 | 167 | (121-226) |
| Palato-labbro | 7 | 7,8 | 81 | (37-158) |
| Apparato digerente | 18 | 20,1 | 163 | (102-249) |
| Parete addominale | 4 | 4,5 | 130 | (42-320) |
| Apparato urinario | 25 | 27,9 | 102 | (70-145) |
| Genitali | 13 | 14,5 | 67 | (39-108) |
| Arti | 19 | 21,2 | 67 | (43-100) |
| Cromosomiche | 45 | 50,1 | 137 | (104-179) |

Tabella BAR_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2015-2018.

Table BAR_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2015-2018.



PUGLIA

BRI

BRINDISI



1

COMUNE



84 465

ABITANTI

Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Brindisi

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto chimico (C), un impianto petrolchimico (P&R), una centrale elettrica (E), un'area portuale (AP) e una discarica (D).

Il comune di Brindisi ha un basso livello di deprivazione.

Il 44,7% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 6/100.000 casi (-2,1%) nei maschi e un aumento di 15,5/100.000 casi (+9,5%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** L'analisi della mortalità mette in evidenza nel sito un allineamento tra valori osservati e attesi per tutte le cause e per entrambi i generi. La mortalità per i tumori maligni fa registrare eccessi nel genere femminile (SMR 112; IC90% 104-120) e nel genere maschile, con stima incerta (**Tabella BRI_1**). La mortalità per le malattie dell'apparato respiratorio risulta in eccesso nel genere femminile. La mortalità risulta in difetto rispetto all'atteso per le malattie urinarie in entrambi i generi. La mortalità per cause con evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali risulta in eccesso per tutti i tumori solo nel genere femminile, per il mesotelioma della pleura per i maschi, per i linfomi di Hodgkin e le leucemie in entrambi i generi (nei maschi con stima incerta) e per le malattie respiratorie per le femmine; risulta in difetto con stima incerta in entrambi i generi la mortalità per i tumo-

ri dello stomaco e per quelli della vescica, per i tumori del colon retto (con stima incerta) e per le malattie respiratorie acute per le femmine (**Tabella BRI_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dei ricoveri mostra eccessi per le seguenti cause nel genere femminile: tutte le cause naturali, tutti i tumori maligni, le malattie del sistema circolatorio, dell'apparato respiratorio, dell'apparato digerente e urinario; quest'ultima patologia in eccesso anche per il genere maschile (**Tabella BRI_3**). Le analisi dei ricoveri ospedalieri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con fonti di esposizioni ambientali risultano, per la gran parte, sovrapponibili ai risultati ottenuti per la mortalità, a meno del tumore del polmone in eccesso per entrambi i generi e il tumore della vescica in eccesso nei maschi; in difetto con stima incerta risultano i linfomi di Hodgkin in entrambi i generi, mentre le leucemie sono in eccesso solo nel genere femminile (**Tabella BRI_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Un difetto nella mortalità generale, basato su stime incerte, viene osservato in tutte le sottoclassi di età analizzate, tranne che nei giovani adulti (20-29 anni). Tra i giovani, si rileva un eccesso per la malattia di Hodgkin basato su tre decessi (**Tabella BRI_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Nel primo anno di vita, si rileva un deficit di ricoveri per condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella BRI_6**). In età pediatrica (0-14) e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), si osserva un profilo di ospedalizzazione molto simile, con un difetto di ricoverati per malattie infettive e parassitarie e per asma, e un eccesso di ricoveri per malattie degli apparati digerente e urinario (quest'ultimo, in particolare, nella classe 0-19). In età pediatrica, si rileva un eccesso, con stima incerta, per malattie circolatorie e, nel solo genere femminile (dati non in tabella), un eccesso di ricoveri per tumori del tessuto emolinfopoietico (6 casi: SHR 220; IC90% 114-425), tra i quali tre linfomi (SHR 362; IC90% 145-906).

In età 0-19 anni, vi è un eccesso di malattia di Hodgkin tra le sole femmine basato su 3 casi (SHR 258; IC90% 103-646). Questo eccesso si conferma sull'insieme delle età (0-29 anni), ove si registrano 9 casi, dei quali 6 tra le sole femmine (SHR 193; IC90% 100-374).

Il profilo di ospedalizzazione nella classe dei giovani adulti (20-29 anni) fa registrare un eccesso di ricoverati per tutte le cause naturali, per malattie infettive e parassitarie, per malattie dell'apparato urinario. Si segnala anche un eccesso di leucemie basato su 4 ricoverati sui due generi, dei quali 3 per leucemie mieloidi (**Tabella BRI_6**). I ricoveri di leucemie mieloidi diventano 5 su tutte le età (0-29 anni), con eccesso, impreciso, ascrivibile al genere femminile (3 casi: SHR 415; IC90% 166-1.039).

BRI BRINDISI

Sezione anomalie congenite

Nel periodo 2015-2018, sono stati sorvegliati complessivamente 2.497 nati residenti nel comune di Brindisi. Nello stesso periodo, sono stati osservati 69 casi con anomalie congenite (AC), con una prevalenza pari a 276,4 per 10.000 nati (**Tabella BRI_7**). La prevalenza totale delle AC risulta superiore ai limiti della significatività statistica a quella regionale (O/A: 120; IC90% 97-147). Si osserva un eccesso per le AC del cuore, non confermato nel sottogruppo delle cardiopatie congenite severe.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito è stato oggetto di analisi nei precedenti volumi di SENTIERI, ai quali si rimanda per gli studi precedentemente condotti nell'area.¹⁻³ L'aggiornamento dell'analisi della mortalità relativo al periodo 2013-2017 mette in evidenza un allineamento complessivo rispetto all'atteso per tutte le cause e in entrambi i generi, ma si segnalano eccessi per i tumori maligni e le malattie dell'apparato respiratorio nel genere femminile. L'analisi delle cause di morte considerate *a priori* associate alle *fonti di esposizioni ambientali* mostra risultati sovrapponibili al precedente aggiornamento dello studio SENTIERI.³ Fa eccezione, nel presente lavoro, la mortalità per i tumori della vescica, in difetto rispetto all'atteso, e per linfomi di Hodgkin e leucemie, in eccesso in entrambi i generi.

Anche l'analisi dei ricoveri mostra risultati analoghi al precedente aggiornamento confermando gli eccessi nel genere femminile,³ cui però si aggiungono quelli per malattie dell'apparato urinario, che precedentemente erano allineate all'atteso. Non si riscontra, invece, nel genere maschile, l'eccesso di ospedalizzazione per i tumori maligni precedentemente segnalata, che risulta allineata all'atteso. L'analisi dei ricoveri per patologie considerate *a priori* associate alle *fonti di esposizioni ambientali* mostra i medesimi eccessi, relativi all'apparato respiratorio, del precedente aggiornamento³ (tumore del polmone, mesotelioma nei maschi e malattie dell'apparato respiratorio) e fa rilevare eccessi per il tumore della vescica nei maschi e difetto con stima incerta per i ricoveri per asma.

Nel gennaio 2021, è stato redatto l'aggiornamento della Valutazione del danno sanitario (VDS) per l'area a elevato rischio di crisi ambientale di Brindisi,⁴ come previsto dalla Legge regionale n.21 del 24.07.2012 "Norme a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio sulle emissioni industriali inquinanti per le aree pugliesi già dichiarate a elevato rischio ambientale".

La VDS consta di due componenti: una valutazione epidemiologica di area, rivolta alle patologie a breve latenza potenzialmente attribuibili a esposizioni ambientali, e una valutazione di impatto sanitario, che si avvale di procedure di *risk assessment*. La popolazione di riferimento utiliz-

zata nella VDS è quella regionale, pertanto non del tutto sovrapponibile a quella utilizzata per il presente studio. La valutazione epidemiologica della VDS dell'area di Brindisi mostra, in ogni caso, relativamente alla mortalità per gli anni 2012-2016, alcune analogie con quanto qui riportato: eccesso per tutti i tumori maligni nel genere femminile, eccesso per il tumore maligno della pleura nei maschi, eccesso nelle leucemie e nelle malattie dell'apparato respiratorio nelle femmine. Inoltre, nella VDS, viene messo in evidenza l'eccesso per il tumore maligno della mammella nel genere femminile (SMR 127; IC90% 108-149), non riscontrato nel presente Rapporto. Per il periodo 2015-2019, i ricoveri analizzati nella VDS mostrano alcuni eccessi in analogia con il presente lavoro, come: eccesso per il tumore maligno della pleura nei maschi, eccesso per il tumore del polmone nelle femmine, eccesso per il tumore della vescica in entrambi i generi, eccesso per le leucemie e le malattie dell'apparato respiratorio, nel genere femminile.

Inoltre, nel 2021, è stato pubblicato il rapporto dei tumori infantili della Regione Puglia,⁵ che mostra il dato di incidenza oncologica infantile nel periodo 2006-2017, e riporta, per l'intera provincia di Brindisi, un SIR pari a 0,99 (IC95% 0,82-1,17). Questo rapporto, inoltre, sottolinea per il comune di Brindisi un eccesso per neuroblastoma, ma non per leucemie e linfomi.

Si segnala che, in linea con quanto osservato per la popolazione generale (tutte le età), nelle sottoclassi di età analizzate si rilevano eccessi di ospedalizzazione, sebbene imprecisi, per tumori del sistema linfoematopoietico a carico del genere femminile. Ciò in particolare per l'insieme dei tumori linfatici ed emopoietici (età pediatrica), per la malattia di Hodgkin (0-19 e 0-29 anni) e per le leucemie, soprattutto mieloidi (20-29 e 0-29 anni).

Relativamente alle AC, per il totale delle cardiopatie congenite, si osserva un eccesso rispetto all'atteso regionale. Un eccesso di cardiopatie congenite era stato riportato in un precedente studio⁶ e non confermato in successive osservazioni.^{7,3} Per il sottogruppo delle cardiopatie gravi, la prevalenza risulta in linea con quella regionale. L'eccesso del totale dei difetti cardiaci osservati nell'area è da imputare principalmente all'eccesso dei casi del difetto interventricolare (O/A: 237; IC90% 160-239, non in tabella), che rappresenta la cardiopatia congenita più comune (il 72% delle AC del cuore registrate nell'area). La storia naturale dei difetti del setto interventricolare, la maggior parte dei quali è soggetta a chiusura spontanea, determina una criticità nella classificazione e registrazione della casistica e conseguentemente nella accuratezza della stima di occorrenza alla nascita.^{8,9} Tuttavia, va rimarcato che queste criticità potrebbero essere meno rilevanti nella casistica raccolta da un unico registro basata su metodiche omogenee di registrazione e di classificazione. Inoltre, un precedente studio analitico condotto nell'area aveva osservato un'as-

BRI BRINDISI

sociazione tra cardiopatie congenite, in particolare difetti del setto interventricolare, ed esposizione materna a inquinanti atmosferici, in particolare SO₂.¹⁰ Pertanto, risulta raccomandabile proseguire un'attenta sorveglianza epidemiologica di questo gruppo di AC, che potrà essere svolta in maniera maggiormente accurata in virtù dell'attivazione del neo-istituito registro. A tal fine, è stato introdotto lo studio dell'esito delle AC nell'aggiornamento dello studio epidemiologico della coorte residenziale definita nell'area che sarà prossimamente realizzato dalle istituzioni locali. Si segnala un eccesso al limite della significatività statistica delle AC a carico del sistema nervoso, basato su 9 casi, non rilevato nel precedente studio,³ basato su casi di AC desunti da schede di dimissione ospedaliera e riferiti ai soli casi nati vivi. Il registro delle AC consente di raccogliere e validare i casi di AC con interruzione volontaria di gravidanza a seguito di diagnosi prenatale, che, specificamente per le AC del sistema nervoso, rappresentano circa il 50% dei casi; pertanto, tale valutazione appare maggiormente accurata e merita un'attenta osservazione nel tempo.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:1-204.
2. Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:1-170.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
4. ARPA Puglia. Aggiornamento dello stato di qualità dell'aria e del background epidemiologico del Rapporto di Valutazione del Danno Sanitario nell'area di Brindisi - edizione 2019. Disponibile all'indirizzo: https://www.arpa.puglia.it/moduli/output_immagine.php?id=627
5. Bisceglia L, Bruni R, Bruno D et al (eds). I tumori infantili in Regione Puglia. *Epidemiol Prev* 2021;45(5) Suppl. 2:1-72.
6. Gianicolo EAL, Bruni A, Rosati E et al. Congenital anomalies among live births in a polluted area. A ten-year retrospective study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2012;12:165.
7. Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
8. Hoffman JIE, Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2002;39(12):1890-900.
9. Cresti A, Giordano R, Koestenberger M et al. Incidence and natural history of neonatal isolated ventricular septal defects: Do we know everything? A 6-year single-center Italian experience follow-up. *Congenit Heart Dis* 2018;13(1):105-12.
10. Gianicolo EAL, Mangia C, Cervino M, Bruni A, Andreassi MG, Latini G. Congenital anomalies among live births in a high environmental risk area - a case-control study in Brindisi (southern Italy). *Environ Res* 2014;128:9-14.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.895 | 99 (96-103) | 2.132 | 104 (100-108) |
| Tutti i tumori maligni | 637 | 106 (99-113) | 509 | 112 (104-120) |
| Malattie del sistema circolatorio | 564 | 92 (86-99) | 767 | 94 (88-100) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 158 | 97 (85-111) | 152 | 117 (103-134) |
| Malattie dell'apparato digerente | 82 | 106 (88-127) | 74 | 97 (80-118) |
| Malattie dell'apparato urinario | 32 | 87 (65-116) | 35 | 71 (54-94) |

Tabella BRI_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BRI_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

BRI BRINDISI

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori i tumori maligni | 637 | 106 (99-113) | 509 | 112 (104-120) |
| Tumori maligni dello stomaco | 24 | 79 (57-111) | 15 | 73 (48-112) |
| Tumori maligni del colon retto | 67 | 103 (84-125) | 48 | 90 (71-114) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 45 | 101 (79-130) | 31 | 131 (97-175) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 164 | 106 (93-121) | 45 | 118 (92-150) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 9 | 204 (118-350) | <3 | |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 4 | 134 (60-298) | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 97 | 112 (95-133) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 28 | 80 (59-109) | 6 | 75 (39-145) |
| Linfomi non Hodgkin | 17 | 122 (82-181) | 18 | 165 (112-242) |
| Leucemie | 28 | 121 (89-165) | 28 | 161 (118-219) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 158 | 97 (85-111) | 152 | 117 (103-134) |
| Malattie respiratorie acute | 16 | 79 (52-118) | 15 | 58 (38-89) |
| Asma | <3 | | 3 | 207 (83-518) |

Tabella BRI_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BRI_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 12.095 | 101 (99-102) | 13.349 | 107 (105-108) |
| Tutti i tumori maligni | 1.507 | 103 (99-108) | 1.374 | 105 (101-110) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.118 | 102 (99-105) | 2.560 | 104 (100-107) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.763 | 99 (95-103) | 1.635 | 116 (112-121) |
| Malattie dell'apparato digerente | 2.280 | 94 (91-97) | 2.253 | 109 (106-113) |
| Malattie dell'apparato urinario | 960 | 123 (116-129) | 699 | 111 (104-118) |

Tabella BRI_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BRI_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori i tumori maligni | 1.507 | 103 (99-108) | 1.374 | 105 (101-110) |
| Tumori maligni dello stomaco | 32 | 71 (53-95) | 24 | 76 (54-106) |
| Tumori maligni del colon retto | 173 | 101 (89-115) | 135 | 94 (81-108) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 64 | 97 (79-119) | 29 | 98 (72-133) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 188 | 113 (100-128) | 65 | 129 (105-158) |
| Tumori maligni della pleura | 19 | 271 (186-395) | <3 | |
| Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 11 | 91 (56-149) | 7 | 71 (38-130) |
| Tumori maligni della mammella | 6 | 129 (66-249) | 389 | 102 (94-111) |
| Tumori maligni del testicolo | 26 | 118 (86-163) | | |
| Tumori maligni della vescica | 269 | 110 (100-122) | 55 | 108 (87-135) |
| Linfomi non Hodgkin | 56 | 94 (76-117) | 48 | 93 (74-118) |
| Leucemie | 43 | 95 (74-122) | 45 | 140 (110-179) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.763 | 99 (95-103) | 1.635 | 116 (112-121) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | 459 | 73 (67-79) | 372 | 74 (68-80) |
| Asma | 33 | 80 (60-106) | 27 | 77 (56-106) |

Tabella BRI_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BRI_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BRI BRINDISI

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|-------------|------|--------------|-------|-------------------|------|-------------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 9 | 93 (54-160) | 14 | 94 (61-145) | 19 | 96 (66-140) | 17 | 105 (71-157) | 36 | 100 (76-132) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 3 | 117 (47-294) | 4 | 129 (58-287) | 7 | 124 (67-228) |
| Tumori del sistema linfomatopoiatico totale | | | <3 | | <3 | | 3 | 336 (134-840) | 3 | 201 (80-502) |
| Linfomi | | | <3 | | <3 | | 3 | 863 (345-2.161) | 3 | 577 (231-1.444) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 3 | 2.418 (966-6.050) | 3 | 1.731 (692-4.330) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | 3 | 237 (95-593) | 3 | 127 (51-318) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 5 | 95 (46-195) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 4 | 165 (74-367) | | | | | | | | |

Tabella BRI_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BRI_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 707 | 103 (97-109) | 3063 | 100 (97-103) | 3800 | 103 (100-106) | 1579 | 109 (104-113) | 5323 | 104 (102-107) |
| Malattie infettive e parassitarie | 47 | 87 (69-111) | 215 | 71 (63-79) | 268 | 80 (72-88) | 79 | 154 (128-186) | 347 | 90 (82-98) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 17 | 111 (74-164) | 27 | 112 (82-154) | 34 | 91 (69-120) | 61 | 101 (82-124) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | <3 | | 4 | 80 (36-179) | 3 | 123 (49-307) | 7 | 97 (53-179) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiatico | | | 8 | 126 (71-224) | 11 | 114 (70-187) | 11 | 113 (69-185) | 22 | 116 (82-164) |
| Linfomi | | | 3 | 147 (59-368) | 6 | 131 (68-253) | 7 | 87 (47-161) | 13 | 105 (67-166) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 4 | 186 (83-413) | 5 | 126 (61-259) | 9 | 150 (87-258) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 4 | 76 (34-169) | 6 | 73 (38-142) |
| Leucemie | | | 5 | 112 (55-231) | 5 | 95 (46-196) | 4 | 232 (104-517) | 9 | 131 (76-224) |
| Leucemia linfoide | | | 4 | 101 (45-225) | 4 | 90 (40-200) | <3 | | 6 | 113 (58-219) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 3 | 348 (139-870) | 5 | 296 (144-608) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 63 | 117 (95-144) | 97 | 104 (88-123) | 85 | 85 (71-101) | 182 | 94 (84-107) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 470 | 106 (98-114) | 489 | 106 (98-114) | 27 | 98 (72-134) | 516 | 105 (98-113) |
| Asma | | | 35 | 71 (54-94) | 37 | 72 (55-95) | 3 | 98 (39-245) | 40 | 74 (57-96) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 632 | 188 (176-200) | 768 | 171 (161-182) | 269 | 97 (88-107) | 1021 | 141 (134-149) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 109 | 112 (96-131) | 132 | 116 (101-134) | 84 | 178 (149-213) | 215 | 135 (121-151) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 160 | 82 (72-93) | | | | | | | | |

Tabella BRI_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table BRI_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

BRI BRINDISI

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 69 | 276,4 | 120 | (97-147) |
| Sistema nervoso | 9 | 36,1 | 183 | (94-325) |
| Cuore | 32 | 128,2 | 174 | (126-235) |
| Cuore severo | 6 | 24,0 | 103 | (44-205) |
| Palato-labbro | < 3 | | | |
| Apparato digerente | < 3 | | | |
| Parete addominale | 0 | | | |
| Apparato urinario | 3 | 12,0 | 44 | (12-115) |
| Genitali | 7 | 28,0 | 130 | (60-247) |
| Arti | 6 | 24,0 | 76 | (33-152) |
| Cromosomiche | 5 | 20,0 | 55 | (21-116) |

Tabella BRI_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2015-2018.

Table BRI_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2015-2018.



PUGLIA



MAN

MANFREDONIA



2
COMUNI

67 371
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Manfredonia
- Monte Sant'Angelo

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'industria chimica e una discarica (D).

I 2 comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione.

Il 74,2% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 22,2/100.000 casi (-7,9%) nei maschi e di 13,3/100.000 casi (-8,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** L'analisi della mortalità nel sito mostra difetti per tutte le cause, per le malattie dell'apparato respiratorio e per le malattie dell'apparato circolatorio in entrambi i generi; si registra un eccesso con stima incerta per le malattie dell'apparato urinario nei maschi e per le malattie dell'apparato digerente in entrambi i generi (**Tabella MAN_1**). L'analisi delle cause con evidenza *a priori* di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* mostra un eccesso per il tumore dello stomaco nel genere maschile, mentre risultano in difetto i decessi per tumori del fegato e per malattie respiratorie in entrambi i generi e per i tumori della vescica, con stima incerta, nel sesso femminile (**Tabella MAN_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dei ricoveri mostra eccessi per tutte le cause in studio e in entrambi i generi (**Tabella MAN_3**). L'analisi delle patologie con evidenza *a priori* di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali*

li mostra eccessi per il tumore dello stomaco nel genere maschile, per i linfomi non Hodgkin nel genere femminile e per le malattie respiratorie in entrambi i generi (**Tabella MAN_4**). I ricoveri per tumore del fegato risultano, invece, in difetto rispetto all'atteso; i tumori della vescica risultano in difetto, con stima incerta, nelle femmine.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** In questo sito si rileva un eccesso della mortalità generale sia nel primo anno di vita (associato ai decessi per malformazioni congenite) sia, con stime incerte, nelle altre classi di età (**Tabella MAN_5**). In età pediatrica, si segnala un eccesso per tutti i tumori basati su tre casi e accompagnato da incertezza nella stima di rischio.

In età 0-19 e 0-29 anni, gli eccessi per la mortalità generale sono in realtà riscontrabili in particolare nel genere femminile: ● 0-19 anni: 13 casi, SMR 193; IC90% 123-303; ● 0-29 anni: 17 casi, SMR 161; IC90% 108-239. In queste stesse classi di età, si osserva anche un eccesso di mortalità per malattie dell'apparato circolatorio basato su pochi casi, riconducibili sempre alle femmine: ● 0-19 anni: 3 casi su 3, SMR 1156; IC90% 462-2.892; ● 0-29 anni: 4 casi su 5, SMR 589; IC90% 265-1.313.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in eccesso in tutte le classi di età analizzate. Lo stesso si osserva per le malattie dell'apparato digerente, con stime incerte solo in età pediatrica (**Tabella MAN_6**).

Nel primo anno di vita, l'eccesso per tutte le diagnosi naturali è associato all'ospedalizzazione per le condizioni morbose di origine perinatale (673 ricoveri su 1.093 totali).

In età pediatrica, si rileva un eccesso di ricoverati per tutti i tumori maligni e per linfomi. Si segnala un deficit di ricoverati per infezioni respiratorie acute nei sottogruppi di età analizzati, tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni) e, con stime incerte, eccessi anche per asma.

Nella classe 20-29 anni, si segnala un eccesso per malattie infettive e parassitarie e per patologie del sistema circolatorio, queste ultime in eccesso anche su tutte le età (0-29 anni).

Sezione anomalie congenite

Nel periodo 2015-2018, il numero totale di nati è stato pari a 2.053; sono stati osservati 57 casi con anomalia congenita (AC) (**Tabella MAN_7**). Il tasso di prevalenza di AC nel sito è 277,6 per 10.000 nati, sostanzialmente in linea con la prevalenza media regionale (O/A 120; IC90% 95-150). Inoltre, non sono stati rilevati eccessi per nessuno dei gruppi di AC.

MAN MANFREDONIA

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

L'analisi della mortalità nel sito mostra, diversamente dall'aggiornamento precedente,¹ un allineamento rispetto all'atteso per tutti i tumori maligni e per le malattie dell'apparato digerente nel genere femminile, cause che nel passato sono risultate in difetto.

Le analisi per classi di età mostrano risultati in linea con quanto segnalato nel precedente Rapporto sul periodo 2006-2013. Nonostante il numero ridotto di decessi nel primo anno di vita, si riscontrano chiari eccessi della mortalità generale e per malformazioni congenite, che erano caratterizzati da ampia incertezza nel precedente aggiornamento. Si conferma l'eccesso, sebbene con stima incerta, anche per tutti i tumori in età pediatrica (3 casi rispetto ai 6 nel periodo 2006-2013).

Relativamente alle cause ritenute associate *a priori*, si conferma l'eccesso su tutte le età per il tumore dello stomaco per i maschi, come nello scorso aggiornamento, e il difetto dei decessi per le malattie respiratorie in entrambi i generi. Le cause associate *a priori* inserite nel presente aggiornamento non mostrano eccessi significativi.

L'analisi dei ricoveri ospedalieri mostra in tutte le età eccessi per tutte le cause e in entrambi i generi, analogamente a quanto pubblicato nello scorso aggiornamento. Le patologie associate *a priori* mostrano eccessi per il tumore dello stomaco nel genere maschile e per le malattie del sistema respiratorio in entrambi i generi, analogamente allo scorso aggiornamento. Nell'aggiornamento è stato rilevato anche un eccesso di ricovero per linfomi non Hodgkin nel genere femminile. Si riconferma, come nella scorsa edizione, il difetto per ricoveri per asma, sebbene con stime più incerte, sia su tutte le età sia nelle classi pediatrica (0-14) e pediatrico-adolescenziale (0-19 anni).

In linea con il precedente Rapporto, nelle classi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili si rilevano eccessi di ospedalizzazione per tutte le cause naturali. Si osserva, inoltre, un eccesso di ricoverati per tutti i tumori maligni e per linfomi in età pediatrica, non riscontrato nell'aggiornamento relativo agli anni 2006-2013.

Nel 2016,² è stato pubblicato uno studio ecologico relativo sulla mortalità nel periodo 1970-2013 dei residenti di Manfredonia. Lo studio concludeva che Manfredonia aveva perso quel vantaggio, in termini di mortalità, che deteneva nel passato, se confrontata con i riferimenti provinciali e regionali e che, dagli anni Duemila, mostrava eccessi per infarto del miocardio e per tumore del polmone.

Nel 2019,³ viene pubblicato un lavoro sull'effetto a lungo

termine di esposizione all'arsenico nella coorte occupazionale in cui si registrano SMR aumentati per neoplasie maligne della pleura, delle ossa e melanoma della pelle; inoltre, nei lavoratori a contratto (quelli più esposti), si registrano SMR elevati per diverse neoplasie, in particolare per il tumore del polmone (SMR 1,26; IC95% 1,05-1,54). Anche nel presente aggiornamento si segnala un eccesso per i ricoveri per il tumore del polmone nel sesso maschile nel sito (SMR 120; IC95% 105-137).

Inoltre, nel 2021, è stato pubblicato il rapporto dei tumori infantili della Regione Puglia,⁴ che mostra il dato di incidenza oncologica infantile nel periodo 2006-2017 e riporta, per l'intera provincia di Foggia, un SIR pari a 0,94 (IC95% 0,82-1,07).

Nel precedente Rapporto SENTIERI,¹ gli indicatori delle AC per il periodo 2002-2015 erano stati calcolati utilizzando i casi estratti dalle schede di dimissione ospedaliera (SDO). Da tali indicatori, emergevano eccessi per alcuni gruppi di AC, che non sono stati osservati nel presente studio basato sui dati raccolti e validati dal neoistituito registro delle AC della Puglia. I dati sui casi raccolti e validati dal Registro garantiscono una maggiore completezza e accuratezza. Va comunque proseguita l'attività di sorveglianza epidemiologica che garantirà un'osservazione temporale più ampia e una conseguente maggiore precisione degli indicatori.

Si segnala un eccesso delle AC del gruppo del sistema nervoso al limite della significatività statistica che non era stato osservato nel precedente studio. Anche questa osservazione è presumibilmente un effetto della raccolta dei casi del registro che, a differenza delle SDO, include anche i casi di AC con interruzione volontaria di gravidanza a seguito di diagnosi prenatale, la cui proporzione per le anomalie del sistema nervoso è pari a circa il 50%.⁵ L'osservazione, basata su 8 casi registrati, richiede un monitoraggio nel tempo.

Bibliografia

1. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-208.
2. Gianicolo EAL, Mangia C, Cervino M et al., Studio ecologico sulla mortalità dei residenti a Manfredonia dal 1970 al 2013. *Epidemiol Prev* 2016;40(5):281-89.
3. Gianicolo EAL, Mangia C, Cervino M et al. Long-term effect of arsenic exposure: Results from an occupational cohort study. *Am J Ind Med* 2019;62(2):145-55.
4. Bisceglia L, Bruni R, Bruno D et al. I tumori infantili in Regione Puglia. *Epidemiol Prev* 2021;45(5) Suppl. 2:1-72.
5. EUROCAT - European network for the surveillance of Congenital Anomalies. Prevalence charts and tables. Disponibile all'indirizzo: https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/eurocat/eurocat-data/prevalence_en (ultimo accesso: 21.03.2021).

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

MAN MANFREDONIA

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.559 | 93 (90-97) | 1.526 | 91 (87-95) |
| Tutti i tumori maligni | 489 | 97 (90-104) | 319 | 91 (83-100) |
| Malattie del sistema circolatorio | 476 | 87 (80-94) | 569 | 83 (78-89) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 111 | 75 (64-87) | 81 | 75 (63-90) |
| Malattie dell'apparato digerente | 58 | 88 (71-109) | 52 | 85 (68-107) |
| Malattie dell'apparato urinario | 43 | 128 (99-164) | 41 | 100 (78-130) |

Tabella MAN_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MAN_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 37 | 147 (112-193) | 20 | 126 (87-181) |
| Tumori maligni del colon retto | 53 | 96 (77-121) | 40 | 96 (74-124) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 22 | 60 (42-85) | 10 | 54 (32-90) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 70 | 107 (88-130) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 16 | 53 (35-79) | 3 | 46 (19-116) |
| Linfomi non Hodgkin | 8 | 69 (39-123) | 10 | 118 (71-198) |
| Malattie apparato respiratorio | 111 | 75 (64-87) | 81 | 75 (63-90) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella MAN_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MAN_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 12.797 | 130 (128-132) | 13.173 | 139 (137-141) |
| Tutti i tumori maligni | 1.602 | 136 (131-142) | 1.250 | 129 (123-135) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.338 | 134 (130-138) | 2.737 | 144 (140-149) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.689 | 113 (109-118) | 1.307 | 118 (113-123) |
| Malattie dell'apparato digerente | 2.900 | 147 (143-152) | 2.340 | 149 (144-154) |
| Malattie dell'apparato urinario | 718 | 111 (105-118) | 599 | 123 (115-131) |

Tabella MAN_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MAN_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni dello stomaco | 456 | 130 (120-141) | 271 | 159 (144-176) |
| Tumori maligni del colon retto | 911 | 101 (96-107) | 328 | 96 (88-105) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 65 | 184 (150-226) | 21 | 146 (102-209) |
| Tumori maligni della mammella | 25 | 148 (107-206) | 1.704 | 105 (100-109) |
| Tumori maligni del testicolo | 112 | 114 (98-133) | | |
| Tumori maligni della vescica | 1.273 | 112 (107-118) | 275 | 106 (96-117) |
| Linfomi non Hodgkin | 324 | 99 (90-108) | 270 | 101 (91-112) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 8.763 | 92 (90-93) | 6.923 | 89 (87-91) |
| Asma | 191 | 51 (45-57) | 219 | 55 (50-62) |

Tabella MAN_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MAN_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

MAN MANFREDONIA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 13 | 166 (106-261) | 18 | 148 (100-217) | 23 | 139 (99-195) | 15 | 111 (73-169) | 38 | 126 (97-165) |
| Tutti i tumori | <3 | | 3 | 215 (86-538) | 3 | 139 (55-347) | <3 | | 5 | 104 (51-214) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | 3 | 325 (130-812) | <3 | | 5 | 252 (123-518) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 5 | 116 (57-239) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 5 | 260 (126-534) | | | | | | | | |

Tabella MAN_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MAN_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.093 | 195 (186-205) | 3.234 | 129 (125-132) | 4.018 | 130 (127-134) | 1.804 | 147 (142-153) | 5.754 | 135 (132-138) |
| Malattie infettive e parassitarie | 54 | 122 (97-152) | 202 | 81 (72-91) | 231 | 83 (74-92) | 61 | 142 (115-175) | 290 | 90 (82-99) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 20 | 159 (111-230) | 25 | 123 (88-170) | 26 | 82 (59-113) | 51 | 99 (79-125) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 4 | 134 (60-297) | 6 | 143 (74-277) | <3 | | 7 | 115 (62-212) |
| Tumori maligni del tessuto linfomatopoiotico | | | 8 | 154 (87-274) | 8 | 98 (55-174) | 6 | 72 (37-140) | 14 | 87 (56-134) |
| Linfomi | | | 4 | 242 (108-538) | 4 | 101 (45-225) | 4 | 58 (26-130) | 8 | 76 (43-134) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 3 | 89 (36-223) | 5 | 97 (47-200) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | <3 | | | | 3 | 42 (17-106) |
| Leucemie | | | 4 | 109 (49-243) | 4 | 91 (41-203) | <3 | | 6 | 104 (54-201) |
| Leucemia linfoide | | | 3 | 92 (37-230) | 3 | 81 (32-203) | <3 | | 4 | 90 (40-201) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 51 | 113 (90-143) | 89 | 111 (93-132) | 110 | 130 (111-152) | 198 | 120 (107-135) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 289 | 79 (72-87) | 299 | 78 (71-86) | 22 | 94 (66-133) | 321 | 79 (72-87) |
| Asma | | | 31 | 76 (57-102) | 33 | 78 (58-103) | <3 | | 33 | 73 (55-97) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 295 | 106 (96-116) | 446 | 118 (109-127) | 386 | 166 (153-180) | 827 | 136 (129-144) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 73 | 91 (75-110) | 90 | 95 (80-113) | 46 | 116 (91-147) | 136 | 102 (88-117) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 673 | 441 (414-470) | | | | | | | | |

Tabella MAN_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MAN_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

MAN MANFREDONIA

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 57 | 277,6 | 120 | (95-150) |
| Sistema nervoso | 8 | 39,0 | 198 | (97-363) |
| Cuore | 18 | 87,7 | 119 | (76-177) |
| Cuore severo | < 3 | | | |
| Palato-labbro | 0 | | | |
| Apparato digerente | 5 | 24,4 | 198 | (77-424) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 6 | 29,2 | 107 | (46-213) |
| Genitali | 5 | 24,4 | 113 | (44-240) |
| Arti | 10 | 48,7 | 155 | (83-265) |
| Cromosomiche | 3 | 14,6 | 40 | (11-104) |

Tabella MAN_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2015-2018.

Table MAN_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2015-2018.



PUGLIA

TAR

TARANTO



I COMUNI DEL SITO

- Taranto
- Statte

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un'area portuale (AP), di una discarica (D), di un petrolchimico (P&R) e di un'industria siderurgica (S).

Nessuno dei due Comuni del sito ha un alto livello di deprivazione. Il 39,8% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 58,7/100.000 casi (+20,9%) nei maschi e di 18,1/100.000 casi (+11,1%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** L'analisi della mortalità nel sito mette in evidenza eccessi, in entrambi i generi, per tutte le cause, per tutti i tumori maligni, per le malattie del sistema circolatorio e per le malattie dell'apparato digerente (**Tabella TAR_1**). La mortalità per le malattie dell'apparato urinario risulta in difetto, mentre è in linea con l'atteso la mortalità per le malattie dell'apparato respiratorio. L'analisi delle cause con evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali mostra eccessi per il tumore del fegato nel genere femminile, mentre per il tumore del polmone, per il mesotelioma della pleura in entrambi i generi e per il tumore della vescica e per linfomi non Hodgkin, solo nel genere maschile (**Tabella TAR_2**). La mortalità per «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti» risulta in eccesso nel genere femminile (SMR 128; IC90% 111-148).

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dei ricoveri rileva eccessi per tutte le patologie in studio (**Tabella TAR_3**). I ricoveri per cause con evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali risultano in eccesso per il tumore del fegato, del polmone e della pleura in entrambi i generi, mentre solo per il genere femminile per il tumore del connettivo e della mammella. Si rilevano eccessi nei ricoveri per tumore della vescica nel genere maschile, per le malattie respiratorie, in particolare le malattie cronico-ostruttive, in entrambi i generi. Infine, sempre in eccesso si ritrovano le nefriti e nefrosi e le insufficienze renali croniche, sempre in entrambi i generi (**Tabella TAR_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale è sostanzialmente in difetto o in linea rispetto all'atteso nelle diverse classi di età considerate, con incertezza delle stime (**Tabella TAR_5**). Si segnala un eccesso di decessi per leucemia in età pediatrica (0-14 anni) riferito al genere femminile (4 casi, SMR 1.085; IC90% 487-2.418).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per le cause naturali è sostanzialmente in difetto rispetto all'atteso in tutte le classi di età considerate, compreso il primo anno di vita, ove si rileva un difetto anche per le condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella TAR_6**).

In questo quadro di deficit, ricade anche l'ospedalizzazione per malattie infettive e parassitarie e per malattie del sistema circolatorio osservato in tutte le classi di età; il difetto di ospedalizzazione per le malattie respiratorie acute, per l'asma e per le malattie degli apparati digerente e urinario è altrettanto evidente nelle classi di età 0-14, 0-19 e 0-29 anni, mentre in età giovanile (20-29 anni) le stime di rischio per queste patologie appaiono incerte.

Eccessi di ricoverati si registrano sostanzialmente solo in età pediatrica per: ● tutti i tumori maligni tra le femmine (26 casi, SHR 153; IC90% 111-212); ● i tumori dell'encefalo tra le femmine (8 casi, SHR 202; IC90% 114-359); ● le leucemie linfoidi e mieloidi sia sui due generi (**Tabella TAR_6**), in particolare tra le femmine (8 casi linfoidi, SHR 188; IC90 % 106-334 e 5 casi mieloidi, SHR 814; IC90% 396-1.671).

I casi di leucemia mieloide diventano 8, sempre in eccesso, sull'insieme delle età 0-29 anni (**Tabella TAR_6**).

Sezione anomalie congenite

Nel periodo 2015-2018, sono stati sorvegliati complessivamente 5.959 nati residenti nel sito; nello stesso periodo, sono stati osservati 159 casi con anomalie congenite (AC), con una prevalenza di 266,8 per 10.000 nati, superiore all'atteso calcolato su base regionale (O/A 116; IC90% 101-133) (**Tabella TAR_7**).

TAR TARANTO

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito è stato oggetto di analisi nei precedenti volumi di SENTIERI, ai quali si rimanda per gli studi precedentemente condotti nell'area.¹⁻³ L'analisi della mortalità relativa al periodo 2013-2017 mette in evidenza eccessi per tutte le cause in studio, in entrambi i generi, tranne per la mortalità per malattie dell'apparato urinario che risulta in difetto, analogamente al precedente aggiornamento dello studio. Relativamente alle cause definite associate *a priori*, si ritrovano eccessi per tumore del polmone, mesotelioma della pleura e malattie dell'apparato respiratorio in entrambi i generi, in linea con lo scorso aggiornamento. La mortalità per malattie respiratorie croniche, che, precedentemente, era in eccesso solo per il genere femminile, risulta ora in eccesso in entrambi i generi. L'analisi dei ricoveri ospedalieri mostra eccessi per tutte le patologie e, diversamente dal precedente aggiornamento, anche per le malattie respiratorie e quelle urinarie. Il presente aggiornamento, in linea con il precedente Rapporto, conferma anche i difetti per le infezioni respiratorie acute e per asma nelle classi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili,³ ai quali si aggiungono i deficit di ospedalizzazione per le malattie degli apparati digerente e urinario nelle classi di età 0-14, 0-19 e 0-29 anni, e il difetto di ricoveri per malattie circolatorie in tutte le sottoclassi analizzate, inclusi i giovani adulti (20-29 anni).

A differenza del precedente periodo emergono, d'altra parte, eccessi di ricoverati in età pediatrica per tutti i tumori maligni tra le femmine e di ricoverati per le leucemie linfoidi e mieloidi sia sui due generi sia, in particolare, tra le femmine. In età pediatrica viene rilevato anche un eccesso di mortalità per le leucemie tra le bambine.

Si confermano, in analogia con il passato, gli eccessi per tumore del polmone e tumore della pleura in entrambi i generi; si aggiunge l'eccesso di ricoveri per malattie dell'apparato respiratorio, in entrambi i generi, e per malattie respiratorie croniche. Eccessi nelle ospedalizzazioni per nefriti, sindrome nefrosica e nefrosi e per insufficienza renale cronica si riscontrano in entrambi i generi, per cui c'è evidenza di limitata associazione con gli impianti siderurgici. In particolare, è nota l'emissione da parte di impianti siderurgici di metalli pesanti e solventi.⁴

Nel 2019, è stato pubblicato un lavoro in cui è stata valutata l'esposizione al PM₁₀ di origine industriale, tenendo conto del trend temporale e dei tassi di mortalità, in una coorte dinamica di soggetti residenti nell'area di Taranto nel periodo 1998-2010, seguiti per la mortalità fino al 2014;⁵ questo lavoro ha dimostrato che, solo per la fascia d'età superiore a 65 anni, l'associazione tra esposizione e mortalità per cause naturali risultava significativa. Inoltre, nel lavoro di *environmental justice* nei siti industriali inquinati pubblicato nel 2020,⁶ viene sottolineato che, nel contesto tarantino, l'impatto sanitario associato a esposizione a SO₂ è

prevalente negli strati di popolazione con posizione socio-economica (SEP) media e bassa.

Nel 2020, è stato predisposto l'aggiornamento della valutazione del danno sanitario (VDS) ai sensi del Decreto interministeriale 24.04.2013, mentre nel maggio 2021 è stato redatto l'aggiornamento della VDS per l'area a elevato rischio di crisi ambientale di Taranto ai sensi del Decreto della Direzione generale per le valutazioni e le autorizzazioni ambientali n.188 del 27.05.2019.⁷ La VDS consta di due componenti: una valutazione epidemiologica di area, rivolta alle patologie a breve latenza potenzialmente attribuibili a esposizioni ambientali, e una valutazione di impatto sanitario, che si avvale di procedure di *risk assessment*, con approccio tossicologico ed epidemiologico.

La valutazione epidemiologica della VDS dell'area di Taranto utilizza come popolazione di riferimento quella regionale ed è quindi non del tutto sovrapponibile a quella realizzata nel presente studio. Relativamente alla mortalità per gli anni 2012-2016, la VDS mostra eccessi per tutti i tumori maligni e linfomi nel sesso maschile, e per il tumore del polmone e della pleura in entrambi i generi che ritroviamo nelle analisi delle cause associate *a priori* di questo studio; nella VDS, per la mortalità, si riscontrano eccessi nel genere maschile anche per il tumore dello stomaco (SMR 134, IC90% 115-155) e per il tumore del pancreas (SMR 124, IC90% 106-145).

In merito all'ospedalizzazione, per gli anni 2015-2019, nelle analisi presenti nella VDS si riscontrano eccessi per tutti i tumori maligni, per il tumore del polmone e della pleura in entrambi i generi; per i tumori del connettivo solo nel genere femminile; per il tumore della vescica nel genere maschile; per le malattie dell'apparato circolatorio, dell'apparato respiratorio, in particolare per le malattie polmonari cronico-ostruttive, e per le malattie dell'apparato urinario in entrambi i generi. Tutte le patologie menzionate sono in linea con gli eccessi riscontrati in questo aggiornamento dello studio.

La VDS comprende anche l'analisi di *trend* temporali che permettono di mettere in evidenza che l'area a rischio di Taranto presenta tassi costantemente più elevati della provincia e della regione per le principali cause indagate, nonostante un *trend* generale in costante decrescita.

Inoltre, nel 2021, è stato pubblicato il rapporto dei tumori infantili della Regione Puglia,⁸ che mostra il dato di incidenza oncologica infantile nel periodo 2006-2017 e riporta, per l'intera provincia di Taranto, un SIR pari a 1,10 (IC95% 0,96-1,26).

Relativamente alle AC, si osserva un eccesso del totale dei casi con AC, seppur ai limiti della significatività statistica, osservato anche nella precedente valutazione condotta utilizzando i dati delle schede di dimissione ospedaliera sul periodo 2002-2015 e riferibili solo ai casi di AC nei nati vivi.¹ Dalla presente analisi, basata sui dati raccolti e validati

TAR TARANTO

dal Registro che include anche i casi di AC oggetto di interruzioni volontarie di gravidanza (IVG) a seguito di diagnosi prenatale, non sono confermati gli eccessi per le AC del sistema nervoso e degli arti rilevati nella precedente osservazione. È opportuno, tuttavia, segnalare che questi indicatori rilevano eccessi rispetto al valore regionale, seppur non significativi dal punto di vista statistico. Tale osservazione appare particolarmente rilevante per le AC del sistema nervoso, il cui eccesso risulta al limite della significatività statistica, poiché il Registro consente di includere anche i casi di AC con IVG a seguito di diagnosi prenatale, che per le AC del sistema nervoso rappresentano una quota rilevante.⁹ Non è possibile escludere che il limitato periodo temporale di osservazione abbia generato una criticità nella potenza statistica degli indicatori calcolati ed è raccomandata la prosecuzione dell'attività di sorveglianza epidemiologica delle AC per migliorare la precisione delle stime di occorrenza. Un'osservazione temporalmente più ampia, corroborata dalla maggiore accuratezza garantita dal neoistituito Registro, fornirà nel tempo un quadro informativo più chiaro sulla occorrenza delle AC nel sito.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:1-204.
2. Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri nei Siti di Interesse Nazionale per le bonifiche. *Epidemiol Prev* 2014;3(2) Suppl. 1:1-170.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
4. Benedetti M, Minichilli F, Soggiu ME, Manno V, Fazzo V. Ecological meta-analytic study of kidney disease in Italian contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(4):314-23.
5. Leogrande S, Alessandrini ER, Stafoggia M et al. Industrial air pollution and mortality in the Taranto area, Southern Italy: A difference-in-differences approach. *Environ Int*;132:105030.
6. Pasetto R, Fabri A (eds). Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi. *Rapporti ISTISAN* 20/21. Roma, Istituto superiore di sanità, 2020; pp. 98.
7. ARPA Puglia. Aggiornamento su stato della qualità dell'aria e quadro epidemiologico del rapporto di Valutazione del Danno Sanitario nell'area di Taranto - edizione 2018. Disponibile all'indirizzo: https://www.arpa.puglia.it/pagina3079_valutazione-del-danno-sanitario-ai-sensi-della-lr-212012-e-del-rr-242012.html
8. Bisceglia L, Bruni R, Bruno D et al. I tumori infantili in Regione Puglia. *Epidemiol Prev* 2021;45(5) Suppl. 2:1-72.
9. EUROCAT - European network for the surveillance of Congenital Anomalies. Prevalence charts and tables. Disponibile all'indirizzo: https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/eurocat/eurocat-data/prevalence_en (ultimo accesso: 21.03.2021).

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 5.263 | 110 (108-113) | 5.546 | 107 (105-109) |
| Tutti i tumori maligni | 1.700 | 114 (109-118) | 1.205 | 104 (99-109) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.741 | 113 (109-118) | 2.215 | 108 (104-112) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 422 | 103 (95-112) | 338 | 104 (95-113) |
| Malattie dell'apparato digerente | 228 | 119 (106-132) | 224 | 115 (103-128) |
| Malattie dell'apparato urinario | 67 | 72 (59-88) | 90 | 73 (61-86) |

Tabella TAR_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TAR_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

TAR TARANTO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.700 | 114 (109-118) | 1.205 | 104 (99-109) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 114 | 104 (89-121) | 78 | 127 (105-153) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 451 | 118 (109-127) | 121 | 125 (107-145) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 40 | 366 (282-474) | 10 | 359 (214-600) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 5 | 68 (33-139) | 3 | 57 (23-143) |
| Tumori maligni della mammella | 4 | 178 (80-396) | 216 | 99 (89-111) |
| Tumori maligni della prostata | 113 | 87 (75-102) | | |
| Tumori maligni del testicolo | 3 | 163 (65-409) | | |
| Tumori maligni del rene | 37 | 133 (101-174) | 20 | 110 (76-159) |
| Tumori maligni della vescica | 106 | 122 (104-143) | 19 | 92 (63-134) |
| Linfomi non Hodgkin | 48 | 139 (110-176) | 32 | 114 (85-152) |
| Leucemie | 55 | 96 (77-120) | 47 | 106 (83-134) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 422 | 103 (95-112) | 338 | 104 (95-113) |
| Malattie respiratorie acute | 51 | 99 (78-124) | 51 | 80 (63-100) |
| Malattie polmonari croniche | 265 | 101 (91-111) | 187 | 112 (99-126) |
| Asma | 3 | 142 (57-355) | <3 | |
| Malattie glomerulari, malattie renali tubulo-interstiziali, insufficienza renale | 57 | 67 (54-84) | 83 | 72 (60-87) |
| Insufficienza renale cronica | 32 | 78 (58-104) | 40 | 79 (61-102) |

Tabella TAR_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TAR_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 30.390 | 103 (102-104) | 31.613 | 103 (102-103) |
| Tutti i tumori maligni | 3.919 | 108 (105-111) | 3.526 | 108 (105-111) |
| Malattie del sistema circolatorio | 8.389 | 111 (109-113) | 7.078 | 113 (110-115) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 4.690 | 107 (104-110) | 3.766 | 107 (104-110) |
| Malattie dell'apparato digerente | 6.387 | 107 (105-109) | 5.389 | 106 (103-108) |
| Malattie dell'apparato urinario | 2.044 | 105 (102-109) | 1.912 | 121 (116-125) |

Tabella TAR_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TAR_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 3.919 | 108 (105-111) | 3.526 | 108 (105-111) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 194 | 117 (104-132) | 102 | 134 (114-158) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 575 | 138 (129-148) | 181 | 143 (126-161) |
| Tumori maligno della pleura | 50 | 286 (227-361) | 25 | 377 (271-523) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | 33 | 111 (83-147) | 35 | 143 (108-188) |
| Tumori maligni della mammella | 16 | 138 (92-208) | 1.130 | 119 (114-125) |
| Tumori maligni della prostata | 465 | 107 (99-115) | | |
| Tumori maligni del testicolo | 60 | 114 (92-140) | | |
| Tumori maligni del rene | 97 | 97 (82-115) | 51 | 81 (65-102) |
| Tumori maligni della vescica | 670 | 110 (103-117) | 139 | 108 (94-124) |
| Linfomi non Hodgkin | 162 | 110 (97-125) | 116 | 90 (78-105) |
| Leucemie | 77 | 69 (57-83) | 68 | 84 (69-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 4.690 | 107 (104-110) | 3.766 | 107 (104-110) |
| Malattie respiratorie acute | 1.321 | 86 (82-90) | 1.108 | 88 (84-93) |
| Malattie polmonari croniche | 733 | 216 (203-229) | 536 | 227 (211-243) |
| Asma | 62 | 62 (51-77) | 95 | 112 (94-132) |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 1.019 | 122 (116-128) | 1.118 | 147 (140-154) |
| Insufficienza renale cronica | 747 | 157 (148-167) | 791 | 199 (188-211) |

Tabella TAR_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TAR_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

TAR TARANTO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|----------------|------|---------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 20 | 86 (60-125) | 35 | 97 (74-129) | 47 | 99 (78-126) | 36 | 94 (71-123) | 83 | 97 (81-116) |
| Malattie infettive e parassitarie | <3 | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 238 (95-594) |
| Tutti i tumori | <3 | | 5 | 120 (58-246) | 6 | 97 (50-188) | 4 | 54 (24-121) | 10 | 74 (44-123) |
| Tumori del sistema linfematopoietico totale | | | 4 | 500 (225-1115) | 4 | 276 (124-615) | <3 | | 6 | 168 (87-324) |
| Leucemie | | | 4 | 500 (225-1115) | 4 | 386 (174-861) | <3 | | 5 | 214 (104-439) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 200 (80-500) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | 3 | 114 (46-286) | 5 | 166 (81-341) | 8 | 142 (80-252) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 11 | 87 (53-142) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 5 | 86 (42-177) | | | | | | | | |

Tabella TAR_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TAR_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|--------------|--------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.191 | 73 (69-76) | 6.289 | 85 (84-87) | 7.736 | 87 (85-89) | 3.409 | 98 (96-101) | 11.045 | 90 (89-92) |
| Malattie infettive e parassitarie | 47 | 37 (29-46) | 417 | 57 (53-62) | 493 | 61 (57-66) | 126 | 104 (89-120) | 618 | 67 (62-71) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 46 | 124 (97-158) | 60 | 104 (84-128) | 92 | 104 (87-123) | 151 | 104 (91-119) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 13 | 147 (94-231) | 15 | 125 (82-190) | 3 | 52 (21-129) | 17 | 98 (66-146) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 24 | 156 (112-218) | 31 | 134 (99-179) | 21 | 91 (63-129) | 52 | 114 (91-144) |
| Linfomi | | | 5 | 101 (49-207) | 11 | 100 (61-163) | 19 | 99 (68-145) | 30 | 102 (75-137) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 7 | 135 (73-248) | 4 | 42 (19-94) | 11 | 77 (47-125) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 5 | 140 (68-288) | 7 | 96 (52-177) | 16 | 127 (85-192) | 23 | 117 (83-165) |
| Leucemie | | | 20 | 186 (129-268) | 21 | 166 (116-237) | <3 | | 23 | 139 (99-195) |
| Leucemia linfoide | | | 15 | 157 (103-240) | 15 | 140 (92-213) | <3 | | 16 | 125 (83-188) |
| Leucemia mieloide | | | 6 | 447 (231-864) | 7 | 341 (185-630) | <3 | | 8 | 198 (111-351) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 97 | 75 (64-89) | 183 | 82 (73-93) | 191 | 82 (73-92) | 371 | 82 (75-89) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmoniti e influenza | | | 597 | 56 (52-60) | 638 | 58 (54-62) | 64 | 98 (80-120) | 701 | 60 (56-64) |
| Asma | | | 32 | 27 (20-36) | 41 | 33 (26-43) | 11 | 151 (93-247) | 51 | 39 (31-49) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 550 | 67 (63-72) | 799 | 74 (70-78) | 660 | 100 (94-106) | 1451 | 84 (80-87) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 170 | 73 (64-83) | 201 | 74 (66-83) | 125 | 112 (96-129) | 322 | 84 (77-92) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 276 | 59 (54-66) | | | | | | | | |

Tabella TAR_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TAR_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

TAR TARANTO

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 159 | 266,8 | 116 | (101-133) |
| Sistema nervoso | 18 | 30,2 | 154 | (97-233) |
| Cuore | 42 | 70,5 | 95 | (72-124) |
| Cuore severo | 18 | 30,2 | 129 | (82-195) |
| Palato-labbro | 6 | 10,1 | 105 | (45-213) |
| Apparato digerente | 12 | 20,1 | 163 | (92-272) |
| Parete addominale | 3 | 5,0 | 147 | (38-406) |
| Apparato urinario | 20 | 33,6 | 123 | (80-182) |
| Genitali | 14 | 23,5 | 109 | (65-173) |
| Arti | 21 | 35,2 | 112 | (74-163) |
| Cromosomiche | 18 | 30,2 | 83 | (53-124) |

Tabella TAR_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2015-2018.

Table TAR_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2015-2018.



BASILICATA

TIT

TITO (PZ)



1

COMUNE



7 249

ABITANTI

Censimento 2019



I COMUNI DEL SITO

- Tito

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto chimico (C), di un impianto siderurgico (S), di una discarica di rifiuti pericolosi (D) e di una contaminazione ambientale da amianto (A).

Il Comune di Tito ha un basso livello di deprivazione.

Il 55,8% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 4,1/100.000 casi (-1,4%) nei maschi e un aumento di 12,9/100.000 casi (+8%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale è in linea con la popolazione di riferimento in entrambi i generi. La mortalità per i principali gruppi di cause mostra eccessi per tutti i tumori nella popolazione maschile e per le malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione femminile (**Tabella TIT_1**). Per quanto riguarda le cause di interesse *a priori* si segnalano, oltre all'eccesso già menzionato per tutti i tumori, eccessi per i tumori del colon retto e del fegato nella popolazione maschile e un eccesso per le malattie respiratorie nella popolazione femminile, essenzialmente legato a quello per le malattie polmonari croniche (**Tabella TIT_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dei ricoveri nei grandi gruppi di cause mostra un difetto per le malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione maschile. Le ospedalizzazioni per tutte le cause naturali e per gli altri grandi gruppi di cause sono in linea con la popolazione di riferimento, a eccezione dell'eccesso per tutti i tumori in entrambi i generi, la cui stima è affetta da incertezza (**Tabella TIT_3**). Per quanto riguarda le cause di interesse *a priori*, si segnalano un eccesso per il tumore del fegato nella popolazione maschile e un eccesso per il tumore del polmone in entrambi i generi, con stima affetta da incertezza nella popolazione maschile. Si osservano difetti per il tumore della mammella, per le malattie renali nella popolazione femminile e, come già menzionato, per le malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione maschile (**Tabella TIT_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel periodo in studio, sono stati osservati 3 decessi sull'insieme delle età considerate (0-29 anni, SMR=80; IC90% 32-201).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali (**Tabella TIT_5**) appare in difetto nel primo anno di vita e in età giovanile (20-29 anni), in entrambi i casi con stime incerte, mentre è in eccesso tra le sole femmine in età pediatrica (184 casi, SHR 116; IC90% 103-131) e pediatrico-adolescenziale (212 casi, SHR 115; IC90% 103-129). Questi eccessi in età pediatrico-adolescenziale sono associati a eccessi di malattie dell'apparato digerente nel complesso dei due generi, in particolare tra le femmine (● 0-14 anni: 27 casi, SHR 155; IC90% 113-213 ● 0-19 anni: 35 casi, SHR 161; IC90% 122-213). In età giovanile, si rileva un eccesso di infezioni respiratorie acute tra i soli maschi (4 casi, SHR 266; IC90% 120-593). Si osserva un deficit per malattie infettive in tutti i sottogruppi.

TIT TITO

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Nel primo studio SENTIERI,¹ per il sito di Tito si osservarono eccessi nella mortalità per le malattie dell'apparato respiratorio nella popolazione maschile e per il tumore del colon retto nella popolazione femminile.

Nel Quinto Rapporto SENTIERI,² fu confermato l'eccesso nella mortalità della popolazione maschile per le malattie dell'apparato respiratorio. Furono messi in evidenza eccessi nella mortalità per le malattie dell'apparato circolatorio nella popolazione femminile e per il tumore del colon retto nella popolazione maschile. Nei ricoveri, era stato osservato un eccesso per il tumore del colon retto in entrambi i generi.

La presente indagine conferma gli eccessi, già osservati nel Quinto Rapporto, per il tumore maligno del colon retto nella mortalità della popolazione maschile e nei ricoveri della popolazione femminile, quest'ultimo con stima affetta da incertezza. Il tumore del colon retto figura tra le cause con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con *fonti di esposizione ambientale* di tipo chimico. Non sono stati rilevati eccessi nella mortalità per patologie correlate ad amianto; Zona et al.³ non trattarono il sito per assenza di segnalazioni di casi di mesotelioma. Il tumore del fegato, patologia con evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con la presenza di discariche, è in eccesso sia nella mortalità sia nei ricoveri della popolazione maschile.

Per quello che riguarda i ricoveri, a causa dell'esigua numerosità della popolazione in studio e del periodo di osservazione inferiore a quello delle indagini precedenti, le stime degli indicatori risultano spesso imprecise o affette da incertezza (**Tabella TIT_4**). Per quanto concerne le classi di età pediatrico-adolescenziale e giovanile, si conferma il quadro generale di deficit di ricoverati osservato nel precedente Rapporto² e si segnala un eccesso di malattie dell'apparato digerente, in particolare tra le femmine in età 0-14, 0-19 e 0-29 anni, e un eccesso di infezioni respiratorie acute tra i ragazzi in età giovanile (20-29 anni).

I profili di mortalità e di ospedalizzazione, nel complesso di tutte le cause, non si discostano dal valore atteso in entrambi i generi.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:1-204.
2. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:137-39.
3. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-115.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

TIT TITO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 163 | 108 (95-123) | 130 | 101 (87-117) |
| Tutti i tumori maligni | 52 | 127 (101-159) | 27 | 101 (73-138) |
| Malattie del sistema circolatorio | 59 | 108 (88-134) | 57 | 104 (84-130) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 12 | 91 (57-145) | 15 | 171 (113-261) |
| Malattie dell'apparato digerente | 9 | 125 (73-214) | 4 | 78 (35-174) |
| Malattie dell'apparato urinario | <3 | | 3 | 122 (49-305) |

Tabella TIT_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TIT_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 52 | 127 (101-159) | 27 | 101 (73-138) |
| Tumori maligni dello stomaco | <3 | | 3 | 150 (60-374) |
| Tumori maligni del colon retto | 10 | 223 (133-373) | 4 | 121 (55-270) |
| Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 7 | 215 (116-396) | <3 | |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 10 | 113 (68-189) | 3 | 153 (61-382) |
| Mesoteliomi | <3 | | <3 | |
| Mesotelioma maligno della pleura | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 5 | 125 (61-257) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | <3 | |
| Tumori maligni della prostata | 3 | 92 (37-229) | | |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni del rene | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni della vescica | 4 | 164 (74-366) | <3 | |
| Linfomi non Hodgkin | <3 | | <3 | |
| Leucemie | <3 | | <3 | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 12 | 91 (57-145) | 15 | 171 (113-261) |
| Malattie respiratorie acute | <3 | | <3 | |
| Malattie polmonari croniche | 6 | 73 (38-142) | 10 | 205 (123-343) |
| Asma | <3 | | <3 | |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |
| Malattie glomerulari e tubulo-interstiziali, insufficienze renali | <3 | | 3 | 141 (56-353) |
| Insufficienza renale cronica | <3 | | <3 | |

Tabella TIT_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table TIT_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|--------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 1.025 | 102 (97-107) | 955 | 100 (94-105) |
| Tutti i tumori maligni | 114 | 109 (94-128) | 102 | 112 (95-132) |
| Malattie del sistema circolatorio | 230 | 100 (90-112) | 157 | 99 (87-113) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 124 | 81 (70-94) | 96 | 88 (74-104) |
| Malattie dell'apparato digerente | 219 | 98 (88-110) | 151 | 102 (90-117) |
| Malattie dell'apparato urinario | 46 | 95 (75-121) | 37 | 96 (74-126) |

Tabella TIT_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TIT_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

TIT TITO

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 114 | 109 (94-128) | 102 | 112 (95-132) |
| Tumori maligni dello stomaco | 5 | 128 (63-264) | <3 | |
| Tumori maligni del colon retto | 12 | 102 (64-163) | 12 | 150 (94-240) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 9 | 192 (112-330) | <3 | |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 14 | 147 (95-227) | 5 | 209 (102-429) |
| Tumori maligni della pleura | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 16 | 62 (41-94) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 3 | 108 (43-270) |
| Tumori maligni della prostata | 9 | 93 (54-161) | | |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni del rene | 3 | 105 (42-262) | <3 | |
| Tumori maligni della vescica | 16 | 118 (78-177) | 5 | 179 (87-369) |
| Linfomi non Hodgkin | 4 | 78 (35-174) | <3 | |
| Leucemie | 6 | 144 (75-279) | 5 | 199 (97-408) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 124 | 81 (70-94) | 96 | 88 (74-104) |
| Malattie respiratorie acute | 49 | 106 (84-134) | 39 | 118 (91-153) |
| Malattie polmonari croniche | 11 | 148 (91-242) | 4 | 78 (35-174) |
| Asma | <3 | | <3 | |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 13 | 71 (45-112) | 6 | 42 (22-81) |
| Insufficienza renale cronica | 6 | 72 (37-139) | <3 | |

Tabella TIT_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TIT_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|---------------|------|---------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 62 | 83 (67-102) | 281 | 103 (94-114) | 332 | 104 (95-114) | 108 | 88 (75-102) | 436 | 99 (92-107) |
| Malattie infettive e parassitarie | <3 | | 7 | 33 (18-61) | 11 | 47 (29-77) | <3 | | 13 | 47 (30-74) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 4 | 62 (28-138) | 8 | 81 (46-144) | 7 | 87 (47-160) | 15 | 84 (55-128) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 23 | 91 (65-128) | 24 | 91 (65-127) | 4 | 136 (61-303) | 28 | 96 (70-130) |
| Asma | | | 4 | 150 (68-335) | 4 | 147 (66-327) | <3 | | 4 | 137 (62-306) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 41 | 135 (104-174) | 52 | 133 (106-167) | 24 | 110 (78-153) | 75 | 124 (102-149) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 8 | 100 (57-178) | 8 | 88 (50-157) | 3 | 91 (36-228) | 11 | 90 (55-147) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 25 | 78 (56-109) | | | | | | | | |

Tabella TIT_5. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table TIT_5. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



AVB

AREA INDUSTRIALE VAL BASENTO (MT)



6

COMUNI



36.489

ABITANTI

Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Ferrandina
- Grottole
- Miglionico
- Pisticci
- Pomarico
- Salandra

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di un impianto chimico (C) e uno stabilimento di cemento-amiano (A) e di aziende di diverse tipologie.

Quattro dei 6 comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 69,8% degli abitanti del sito risiedono in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 32,4/100.000 casi (+11%) nei maschi e 25,8/100.000 casi (+16%) nelle femmine. I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Nel complesso delle principali cause di morte (**Tabella AVB_1**), nel genere maschile, si osserva un eccesso della mortalità per malattie dell'apparato circolatorio. Nel genere femminile, si rileva un eccesso dei decessi per patologie dell'apparato urinario.

Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella AVB_2**), si osserva un eccesso della mortalità nel genere maschile per asma. Per quanto riguarda i mesoteliomi e i mesoteliomi a localizzazione pleurica, si osserva un eccesso di mortalità negli uomini, con un'incertezza nelle stime. Nel genere femminile, è rilevabile un eccesso della mortalità per tumore del polmone. Va segnalato che la mortalità per "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti" risulta in eccesso in entrambi i generi indicando una generale carente qualità della certificazione.

■ **Ospedalizzazione.** Nel complesso delle principali cause di ospedalizzazione (**Tabella AVB_3**), si osserva un difetto di ricoveri per tutte le cause naturali sia negli uomini sia nelle donne, così come per tutti i diversi grandi gruppi di cause.

Per le cause di ricovero per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella AVB_4**), si osserva un eccesso dei ricoveri per tumore del polmone sia negli uomini sia nelle donne; per queste ultime, con incertezza della stima. Limitatamente agli uomini, è riscontrabile un eccesso di ricoveri per tumore maligno della pleura, seppure con incertezza e imprecisione della stima. In entrambi i generi, inoltre, è presente un difetto dei ricoveri per tumore del colon retto.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Sono stati osservati 10 decessi complessivamente nella classe di età 0-29 anni, che appaiono in difetto rispetto all'atteso (**Tabella AVB_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati risulta in difetto per tutte le cause naturali e per la maggior parte delle patologie indagate nelle diverse sottoclassi di età, incluso il primo anno di vita, ove si osserva un difetto anche per condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella AVB_6**). Risulta in difetto rispetto all'atteso anche l'ospedalizzazione per asma, sebbene con stime incerte, e per malattie dell'apparato circolatorio, particolarmente in età 0-19 e 0-29 anni. Si segnalano eccessi di ospedalizzazione, caratterizzati da incertezza, nei diversi sottogruppi di età per le infezioni respiratorie acute. Queste ultime, in particolare, appaiono associate in particolare al genere maschile sia tra i giovani (16 casi: SHR 194; IC90% 129-292) sia complessivamente su tutte le età (79 casi: SHR 125; IC90% 104-151).

AVB AREA INDUSTRIALE VAL BASENTO (MT)

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito, nel quale hanno operato aziende chimiche di diversa natura, è ritenuto inquinato da metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, solventi clorurati e composti aromatici diversi. Tra il 1973 e il 1989, nell'area è stata attiva un'azienda produttrice di manufatti in cemento-amianto. Per quest'area, non sono state reperite specifiche indagini caso-controllo, coorti residenziali oppure occupazionali. Gli ex lavoratori dell'azienda di cemento-amianto sono stati oggetto di sorveglianza sanitaria per ex esposti ad amianto (vd. Rapporto SENTIERI 2011 e studi ivi citati).¹ È disponibile uno studio che confronta due metodiche analitiche per la determinazione del mercurio nei suoli utilizzando campioni contaminati di terreno raccolti a diverse profondità presso un'area dismessa dove avevano operato impianti cloro-soda (vd. Rapporto SENTIERI 2011 e studi ivi citati).¹

Nello studio SENTIERI sull'incidenza del mesotelioma (vd. Rapporto SENTIERI 2016 e studi ivi citati),² nel periodo preso in esame (2000-2011) sono stati registrati 7 casi di mesotelioma maligno (MM) in soggetti residenti nel sito, tutti tra gli uomini. Di questi, 6 casi di MM con esposizione nota erano stati esposti ad amianto in via professionale e sono risultati attribuibili ai settori dell'edilizia, dell'industria metalmeccanica, dell'estrazione di minerali e dell'industria chimica e delle materie plastiche. Il rapporto standardizzato di incidenza (SIR) di MM (certi, probabili, possibili), per tutte le sedi, è risultato pari a 173 (IC90% 93-323).²

Nel Quinto Rapporto SENTIERI,³ per quanto riguardava le principali cause di morte, nel genere femminile era possibile riscontrare eccessi per la mortalità generale e per patologie dell'apparato circolatorio. Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le fonti di esposizioni ambientali nel sito, si osservava un eccesso di tumore del polmone nelle donne. Nel genere maschile, si riscontrava un eccesso della mortalità per asma.

Per quanto riguarda i ricoveri per i principali gruppi di cause, si riscontravano deficit di ricoveri per tutte le cause, malattie dell'apparato respiratorio, dell'apparato digerente e dell'apparato urinario in entrambi i generi. Negli uomini, inoltre, è possibile osservare una riduzione dei ricoveri per tutti i tumori e per le malattie dell'apparato circolatorio. I ricoverati per tumore maligno della pleura sono, invece, in eccesso nei maschi, inferiore a tre, quindi non valutabile nel genere femminile.

In accordo con le rilevazioni precedenti, si conferma un eccesso dei tumori del polmone e del mesotelioma. Si conferma anche un eccesso nella mortalità per asma in assenza di un aumento nei ricoveri. A ciò si aggiunge che la mortalità per "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti", in eccesso in entrambi i generi, indica una carenza nella qualità della certificazione.

Questi riscontri e l'assenza di studi specifici nel territorio fanno ritenere raccomandabili, da un lato, l'approfondimento delle indagini sulla contaminazione ambientale, dall'altro, un'attenzione allo stato di salute della popolazione, anche in considerazione del fatto che nel suo insieme la popolazione del sito presenta condizioni di fragilità associabili alla deprivazione socioeconomica.

Ciò rende auspicabile, oltre a studi analitici sul territorio, un'implementazione delle strutture di sanità pubblica.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insedimenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:1-204.
2. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insedimenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-204.
3. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:140-42.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

AVB AREA INDUSTRIALE VAL BASENTO (MT)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 10.339 | 106 (104-107) | 10.745 | 106 (104-107) |
| Tutti i tumori maligni | 3.329 | 108 (105-111) | 2.464 | 110 (106-114) |
| Malattie del sistema circolatorio | 3.652 | 104 (102-107) | 4.870 | 108 (105-110) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 794 | 107 (101-114) | 584 | 101 (95-108) |
| Malattie dell'apparato digerente | 449 | 122 (112-131) | 435 | 122 (113-132) |
| Malattie dell'apparato urinario | 216 | 118 (106-132) | 240 | 109 (98-121) |

Tabella AVB_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table AVB_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|----------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 61 | 103 (83-127) | 19 | 142 (97-206) |
| Mesoteliomi | 3 | 192 (77-481) | <3 | |
| Mesotelioma maligno della pleura | 3 | 222 (89-556) | <3 | |
| Tumore maligno dello stomaco | 18 | 92 (63-136) | 15 | 108 (71-165) |
| Tumore maligno del colon retto | 24 | 80 (57-111) | 23 | 97 (69-136) |
| Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 7 | 66 (36-122) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 74 | 83 (69-100) | 58 | 90 (72-111) |
| Asma | 4 | 964 (433-2146) | <3 | |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella AVB_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table AVB_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|-------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 4.963 | 90 (88-92) | 4.631 | 86 (84-88) |
| Tutti i tumori maligni | 610 | 94 (88-100) | 465 | 83 (77-89) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.288 | 91 (87-96) | 1.007 | 94 (90-99) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 777 | 92 (87-97) | 571 | 89 (83-95) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.120 | 91 (86-95) | 824 | 98 (92-103) |
| Malattie dell'apparato urinario | 242 | 85 (77-95) | 184 | 80 (71-90) |

Tabella AVB_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table AVB_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 76 | 122 (101-147) | 21 | 135 (95-193) |
| Tumori maligni della pleura | 3 | 121 (48-302) | <3 | |
| Tumori maligni dello stomaco | 20 | 81 (56-116) | 11 | 61 (38-100) |
| Tumori maligni del colon retto | 58 | 77 (62-96) | 41 | 76 (59-99) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 18 | 108 (74-159) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 777 | 92 (87-97) | 571 | 89 (83-95) |
| Asma | 6 | 71 (37-138) | 5 | 60 (29-123) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella AVB_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table AVB_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

AVB AREA INDUSTRIALE VAL BASENTO (MT)

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------------|------|-------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | <3 | | <3 | | 5 | 50 (25-103) | 5 | 74 (36-151) | 10 | 60 (36-100) |

Tabella ALV_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table ALV_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

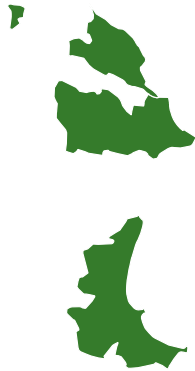
| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|--------------|------|--------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 210 | 80 (72-90) | 996 | 92 (88-97) | 1245 | 92 (88-96) | 592 | 89 (84-96) | 1823 | 91 (88-95) |
| Malattie infettive e parassitarie | 8 | 43 (24-76) | 77 | 95 (79-114) | 96 | 102 (86-121) | 20 | 91 (63-131) | 116 | 100 (86-117) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 3 | 43 (17-107) | 6 | 51 (26-98) | 15 | 89 (59-136) | 21 | 74 (52-106) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 39 (17-87) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 22 | 78 (55-111) | 33 | 70 (52-93) | 34 | 79 (59-104) | 66 | 73 (60-90) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 105 | 113 (96-133) | 112 | 113 (97-132) | 21 | 134 (93-191) | 133 | 116 (100-134) |
| Asma | | | 8 | 78 (44-139) | 8 | 75 (43-134) | <3 | | 8 | 69 (39-122) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 135 | 107 (93-123) | 182 | 103 (91-116) | 121 | 103 (88-119) | 301 | 103 (94-113) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 32 | 104 (78-139) | 35 | 95 (72-125) | 14 | 79 (51-122) | 49 | 90 (72-114) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 91 | 81 (68-96) | | | | | | | | |

Tabella ALV_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table ALV_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

CALABRIA

CCC

**CROTONE - CASSANO -
CERCHIARA (KR-CS)**

3
COMUNI

80 380
ABITANTI
Censimento 2019
I COMUNI DEL SITO

- Cassano allo Jonio
- Cerchiara di Calabria
- Crotona

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C) e discariche (D).

I comuni di Cassano all'Ionio e Cerchiara di Calabria hanno un alto livello di deprivazione, mentre il comune di Crotona ha un livello di deprivazione intermedio.

Il 61,1% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 20,8/100.000 casi (+6,7%) nei maschi e di 18,2/100.000 casi (+10,8%) nelle femmine.

I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale Crotona

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella CCC_1**) mette in evidenza un eccesso di rischio in entrambi i generi per la mortalità generale e per tutti i tumori maligni. Un eccesso di rischio nelle sole femmine con stima incerta si osserva per le malattie dell'apparato digerente. Un difetto nel rischio si osserva nelle femmine per le malattie del sistema circolatorio.

La mortalità per cause con evidenza *a priori* di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* risulta in eccesso in entrambi i generi per il tumore del fegato e dei dotti intraepatici. Nei soli maschi, si osserva un eccesso di rischio per il tumore dello stomaco, i linfomi non Hodgkin e per il tumore della vescica, per quest'ultima causa con stima incerta. Nelle sole femmine, si osserva un eccesso di rischio per il tumore della mammella (**Tabella CCC_2**).

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dall'insieme delle cause naturali e per i grandi gruppi di cause (**Tabella CCC_3**) mette in luce un eccesso di rischio in entrambi i generi per tutte le cause naturali così come per ognuno dei grandi gruppi di cause.

Le analisi dei ricoveri ospedalieri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* risultano fanno osservare eccessi di rischio in entrambi i generi per le malattie dell'apparato respiratorio e per i tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici; per quest'ultima causa, con stima incerta nelle femmine. Eccessi di rischio nei soli maschi si osservano per i tumori maligni della vescica e i linfomi non Hodgkin; per quest'ultima causa, con stima incerta. Un eccesso di rischio nelle sole femmine si osserva per i tumori maligni della mammella. Un difetto nel rischio in entrambi i generi si osserva per l'asma (**Tabella CCC_4**).

Cassano e Cerchiara

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella CCC_5**) mette in evidenza un eccesso di rischio in entrambi i generi per la mortalità generale e per le malattie del sistema circolatorio. Un eccesso di rischio nei soli maschi si osserva per i tumori maligni.

Va segnalato che la mortalità per i "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti" risulta in eccesso nelle femmine (21 casi: SMR 169, IC90% 118-241), indicando per quel genere una carente qualità della certificazione.

La mortalità per cause con evidenza *a priori* di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* risulta in eccesso in entrambi i generi per il tumore del fegato e dei dotti intraepatici, nei maschi con stime incerte. Un eccesso di rischio con stima incerta si osserva nei maschi per il tumore della vescica e nelle femmine per il tumore della mammella (**Tabella CCC_6**).

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella CCC_7**) mostra un difetto di rischio in entrambi i generi per l'insieme delle cause naturali, per le malattie del sistema circolatorio, quelle dell'apparato respiratorio e quelle dell'apparato urinario (con stima incerta per queste ultime nelle femmine). Un difetto di rischio nei soli maschi si osserva per le malattie dell'apparato digerente e nelle sole femmine per tutti i tumori maligni.

Le analisi dei ricoveri ospedalieri per patologie con evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* mostrano un eccesso di rischio con stima incerta nel solo genere maschile si osserva per i tumori maligni del fegato e dotti intraepatici. Si osservano difetti di rischio in entrambi i generi per le malattie dell'apparato respiratorio e per l'asma (**Tabella CCC_8**).

CCC CROTONE-CASSANO-CERCHIARA

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel comune di Crotone si osserva un eccesso di mortalità per tutti i tumori sia in età pediatrica (3 casi) sia sull'insieme delle età (8 casi), ove è attribuibile al solo genere maschile (6 casi: SHR 207; IC90% 107-400) (**Tabella CCC_9**).

Nei comuni di Cerchiara e di Cassano (**Tabella CCC_10**) si rileva un eccesso della mortalità generale e per tutti i tumori tra i giovani (20-29 anni), ascrivibili entrambi ai maschi. Per quanto riguarda la mortalità generale, i casi sono 7 (SMR 244; IC90% 133-451); per tutti i tumori, i casi sono 4 (SMR 717; IC90% 322-1.597).

■ **Ospedalizzazione.** L'analisi dell'ospedalizzazione per causa mostra un certo numero di criticità in questo sito con alcuni aspetti differenziali nei due sottogruppi di comuni. Nel comune di Crotone (**Tabella CCC_11**), in tutte le sottoclassi di età analizzate, si osserva un eccesso di ricoveri per le cause naturali e per le malattie degli apparati digerente e urinario, un deficit per asma. Nel primo anno di vita, vi è un eccesso di ricoverati per tutte le cause naturali associato alle condizioni morbose di origine perinatale e un deficit di ricoveri per malattie infettive e parassitarie. In età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, si osserva un eccesso di ospedalizzazione per le infezioni acute delle vie respiratorie e per tumori dell'encefalo, questi ultimi particolarmente tra i maschi sia in età pediatrica (3 casi: SHR 304; IC90% 122-761) sia in età 0-19 anni (7 casi: SHR 557; IC90% 302-1027).

Tra i giovani adulti (0-29 anni), si riporta un eccesso di ricoveri per malattie infettive e parassitarie, per le patologie del sistema circolatorio e, sebbene con stime incerte, anche per i linfomi non Hodgkin.

Nei comuni di Cerchiara e Cassano (**Tabella CCC_12**), l'eccesso per tutte le cause naturali si osserva solo nel primo anno di vita, associato a un eccesso per malattie infettive e parassitarie e per condizioni morbose di origine perinatale. Deficit per le infezioni respiratorie acute e per asma si rilevano su tutte le sottoclassi di età, mentre si osservano eccessi a carico di patologie degli apparati digerente e urinario solo tra i giovani (20-29 anni).

Difetti di ricoveri per malattie circolatorie si osservano nella classe pediatrico-adolescenziale, in età 20-29 anni e nel complesso delle età 0-29 anni.

Sempre tra i giovani, si segnala un eccesso di ricoverati per tutti i tumori basato su 12 casi, dei quali 11 riferiti al solo genere maschile (SHR 245; IC90% 150-401, dato non in tabella). A questo eccesso contribuiscono eccessi, sempre tra i soli maschi, di tumori dell'encefalo (4 casi: SHR 1.311; IC90% 588-2,920, dati non in tabella) e di linfomi di Hodgkin (3 casi: SHR 593; IC90% 237-1.485, dati non in tabella).

Un eccesso di linfomi appare trasversalmente nelle diverse sottoclassi analizzate, con 7 casi sull'insieme di età 0-29 anni, dei quali 5 riferiti al tipo non Hodgkin e solo nel genere maschile (SHR 500; IC90% 243-1.027, dati non in tabella). Analogamente, l'eccesso di ricoveri per tutti i tumori in età 0-29 anni basato su 18 casi è in realtà fortemente associato ai 14 casi tra i maschi (SHR 182; IC90% 118-282, dato non in tabella).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Crotone

I dati sui grandi gruppi di cause indicano un rischio in eccesso per la popolazione per le malattie neoplastiche e degli apparati digerente e urinario. Ciò corrisponde a quanto rilevato nei precedenti Rapporti;¹ in particolare, l'eccesso di mortalità tumorale si osserva da un lungo periodo (SENTIERI 2011 e studi ivi citati).² Tuttavia, va rimarcato che i dati dei Rapporti precedenti fanno riferimento alla popolazione aggregata dell'intero sito e non a quella della sola Crotone (che ne rappresenta più dei tre quarti): per questa ragione, occorre molta cautela nel confronto con i valori correnti.

I valori di mortalità e ospedalizzazione sono coerenti nel mostrare un rischio superiore all'atteso per tumori epatici in entrambi i generi, tumore mammario femminile e neoplasia vescicale e linfomi non Hodgkin nei maschi (tutte cause per la quale sussiste un'associazione *a priori* con la presenza di discariche, con evidenza limitata). Un eccesso di ospedalizzazione per linfomi non Hodgkin, basato su stime incerte (5 casi, SHR 151; IC90% 73-309) si osserva anche nella sola sottoclasse giovanile (20-29 anni).

L'eccesso di tumori maligni del fegato era già stato segnalato nel precedente Rapporto, relativamente all'intero sito.¹ Un eccesso di ricoveri da tumore mammario nelle femmine era emerso in un'indagine epidemiologica relativa al periodo 2006-2012.³

Si segnala un eccesso di ospedalizzazioni per nefrite e sindrome nefrosica (● maschi: 250 casi, SHR 129, IC90% 116-143 ● femmine: 200 casi, SHR 143, IC90% 127-160), che assume rilevanza alla luce dell'importante contaminazione da metalli nefrotossici (cadmio, piombo, mercurio).

Nel precedente Rapporto, si riscontrava un segnale di eccesso per neoplasie polmonari e renali,¹ relativo come sempre all'intero sito. Per le prime, persiste nel dato della sola Crotone un rischio superiore all'atteso dei decessi (● maschi: 97 casi, SMR 124, IC90% 105-147 ● femmine: 29 casi, SMR 165; IC90% 121-223), ma non dei ricoveri (● maschi: 93 casi, SHR 108; IC90% 90-129 ● femmine: 25 casi, SHR 112; IC90% 81-156). Per i tumori renali, la mortalità mostra un eccesso tra le femmine, ma con stima incerta e imprecisa (5 casi, SMR 71; IC90% 83-352),

CCC CROTONE-CASSANO-CERCHIARA

mentre il rischio di ospedalizzazione è superiore all'atteso tra i maschi sempre con una stima incerta e imprecisa (24 casi, SHR 120; IC90% 86-167).

Nel precedente Rapporto, si osservava per i maschi un eccesso di rischio nella mortalità per mesotelioma pleurico e nell'ospedalizzazione per tumori della pleura, attribuibile a esposizione occupazionale ad amianto utilizzato come isolante termico nel polo chimico di Crotona;¹ l'esposizione ambientale, misurabile come concentrazione aerea di fibre asbestiformi nella zona crotonese, sarebbe invece molto bassa.⁴ Il dato corrente mostra la persistenza di un rischio superiore all'atteso tra i maschi di decesso per mesotelioma della pleura, con stima affetta da incertezza e imprecisione a causa dell'esiguo numero di osservazioni (3 casi, SMR 200; IC90% 80-501); i ricoveri per neoplasie pleuriche sono, invece, in linea con l'atteso (4 casi, SHR 115; IC90% 52-257).

Da gennaio 2019, nel comune di Crotona è in corso uno studio eziologico, con disegno trasversale, volto a indagare gli effetti sanitari dell'esposizione ai contaminanti rilevati.⁵ Lo studio, parte del progetto "Centro Internazionale di Studi avanzati su Ambiente, ecosistema e Salute umana" (CISAS) del Consiglio nazionale delle ricerche, prevede la misurazione di vari biomarcatori di rischio e danno alla salute cardiovascolare, renale e ossea, nonché livelli ematici e urinari di cadmio e piombo, in un campione di 300 residenti nel sito e in comuni limitrofi (presi come riferimento) di età compresa tra i 40 e i 70 anni. Sempre nell'ambito del progetto CISAS, a gennaio 2018 è stato intrapreso uno studio di coorte su coppie mamma-neonato denominato "Neonatal Environment and Health Outcomes" (NEHO). Gli esiti indagati sono relativi al parto, allo sviluppo nei primi 24 mesi e al biomonitoraggio della contaminazione da metalli pesanti e inquinanti emergenti.⁶ I risultati di questi due studi, che, oltre a Crotona, vedono il coinvolgimento dei siti di Augusta-Priolo e Milazzo, contribuiranno in futuro a delineare con maggiore accuratezza il profilo di rischio nel sito e a guidare gli interventi di prevenzione e sorveglianza epidemiologica.

Complessivamente, il dato mostra un profilo di salute con diverse criticità, a cui si aggiunge una situazione di vulnerabilità socioeconomica. In particolare, si rilevano eccessi di rischio per patologie tumorali e renali, per alcune delle quali è comprovato o sospettato un legame eziologico con i contaminanti rilevati nelle matrici ambientali. A tal proposito, la caratterizzazione ambientale del sito, effettuata principalmente secondo le esigenze degli interventi di bonifica, dovrebbe essere completata con indagini volte a un'adeguata valutazione del rischio sanitario

legato all'esposizione (per esempio, acque a uso irriguo),³ in sinergia con un'adeguata sorveglianza epidemiologica nell'area, come già raccomandato nel precedente Rapporto.¹ I risultati degli studi CISAS permetteranno auspicabilmente di individuare indicatori di esposizione e di danno precoce utili ai fini di monitoraggio.

Cassano e Cerchiara

Non vi è un segnale coerente tra decessi e ricoveri né per i grandi gruppi di cause né per le malattie di interesse *a priori*, a eccezione di un aumento di rischio per i tumori epatici. In generale, a un profilo di mortalità tendente all'eccesso corrisponde un'ospedalizzazione in cui prevalgono i difetti (con stime incerte e imprecise). Invero, il rapporto standardizzato di ospedalizzazione è tendenzialmente inferiore a 100 per la gran parte delle cause: ciò potrebbe indicare un ridotto accesso della popolazione ai servizi ospedalieri, il che renderebbe di difficile interpretazione i valori dei ricoveri come indicatori della frequenza delle patologie nella popolazione.

L'eccesso di rischio per neoplasie epatiche è meritevole di approfondimento, tramite analisi *ad hoc* sui flussi sanitari (per esempio, schede di dimissione ospedaliera, visite ambulatoriali, uso di farmaci), volto a stabilire la relazione con condizioni predisponenti, come epatite virale cronica ed epatopatia alcolica, e a orientare le attività di prevenzione. Riguardo al profilo di salute pediatrico-giovanile, si segnalano due elementi di possibile interesse: l'eccesso di ricoveri per tutti i tumori in età 0-29 anni basato su 18 casi dei quali 14 casi tra i soli maschi (SHR 182; IC90% 118-282) e l'eccesso di ricoverati per linfomi con 7 casi sull'insieme di età 0-29 anni, dei quali 5 nel genere maschile e riferiti al tipo non Hodgkin (SHR 500; IC90% 243-1.027).

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:143-144.
2. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:66-68.
3. Carere M, Comba P, Conti S, Minelli G, Pitimada M. Caso studio sul sito di interesse nazionale di Crotona. In: Comba P, Pitimada M (ed). Studio epidemiologico dei siti contaminati della Calabria: obiettivi, metodologia, fattibilità. Rapporti ISTISAN 16/9. Roma, Istituto Superiore di Sanità, 2016; pp 88-89. Disponibile all'indirizzo: <http://www.quotidianosanita.it/allegati/allegato7571066.pdf>
4. Cannata CB, Bloise A, De Rosa R. Outdoor fibres air pollution monitoring in the Crotona area (Southern Italy). *Journal of Mediterranean Earth Sciences* 2018;10.
5. Gorini F, Bustaffa E, Bolognani D et al. Biomarkers of exposure and early effect in three contaminated sites of southern Italy: protocols for etiological epidemiological studies. *BMJ Open* 2020;10(5):e036160.
6. Ruggieri S, Drago G, Colombo P et al. Three contaminated sites in southern Italy. The Neonatal Environment and Health Outcomes cohort: protocol for a longitudinal birth cohort study. *BMJ Open* 2019;9(6):e029471.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

CCC CROTONE-CASSANO-CERCHIARA

Popolazione generale

Crotone

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.291 | 111 (106-117) | 1.204 | 107 (102-113) |
| Tutti i tumori maligni | 412 | 124 (114-134) | 289 | 122 (111-134) |
| Malattie del sistema circolatorio | 439 | 106 (98-115) | 444 | 90 (83-98) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 79 | 94 (78-113) | 55 | 99 (79-123) |
| Malattie dell'apparato digerente | 51 | 103 (82-130) | 50 | 123 (98-156) |
| Malattie dell'apparato urinario | 20 | 100 (69-144) | 26 | 123 (89-170) |

Tabella CCC_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CCC_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumore dello stomaco | 37 | 157 (120-206) | 16 | 104 (69-157) |
| Tumore del colon retto | 38 | 91 (70-119) | 31 | 98 (73-132) |
| Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 34 | 154 (116-204) | 22 | 196 (138-278) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 63 | 153 (124-188) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 22 | 133 (94-189) | 5 | 139 (68-286) |
| Linfomi non Hodgkin | 14 | 162 (105-251) | 6 | 103 (53-198) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 79 | 94 (78-113) | 55 | 99 (79-123) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella CCC_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CCC_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 10.064 | 123 (121-125) | 9.976 | 129 (127-131) |
| Tutti i tumori maligni | 1.052 | 134 (128-141) | 914 | 132 (125-139) |
| Malattie del sistema circolatorio | 2.251 | 110 (106-114) | 1.643 | 115 (111-120) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.191 | 110 (104-115) | 883 | 108 (102-114) |
| Malattie dell'apparato digerente | 2.056 | 132 (127-137) | 2.073 | 158 (152-163) |
| Malattie dell'apparato urinario | 965 | 177 (168-186) | 614 | 162 (152-173) |

Tabella CCC_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CCC_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligno dello stomaco | 36 | 112 (85-147) | 26 | 120 (87-165) |
| Tumori maligni del colon retto | 102 | 98 (83-115) | 71 | 95 (78-115) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 50 | 146 (115-184) | 18 | 132 (90-194) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 256 | 128 (115-142) |
| Tumori maligni del testicolo | 9 | 67 (39-116) | | |
| Tumori maligni della vescica | 146 | 128 (111-146) | 24 | 100 (72-140) |
| Linfomi non Hodgkin | 44 | 122 (96-157) | 24 | 83 (59-115) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.191 | 110 (104-115) | 883 | 108 (102-114) |
| Asma | 33 | 72 (54-96) | 23 | 41 (29-58) |

Tabella CCC_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CCC_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

CCC CROTONE-CASSANO-CERCHIARA

Popolazione generale

Cassano e Cerchiara

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 569 | 116 (106-125) | 528 | 116 (108-125) |
| Tutti i tumori maligni | 172 | 129 (111-150) | 95 | 105 (89-125) |
| Malattie del sistema circolatorio | 217 | 118 (103-135) | 252 | 123 (111-137) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 37 | 97 (70-134) | 26 | 113 (82-156) |
| Malattie dell'apparato digerente | 20 | 100 (65-155) | 19 | 116 (80-169) |
| Malattie dell'apparato urinario | 9 | 101 (53-192) | 7 | 81 (44-149) |

Tabella CCC.5. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table CCC.5. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 14 | 161 (96-270) | 9 | 203 (118-348) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 21 | 139 (97-198) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 12 | 169 (96-295) | <3 | |
| Linfomi non Hodgkin | <3 | | 3 | 133 (53-333) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 37 | 97 (70-134) | 26 | 113 (82-156) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella CCC.6. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table CCC.6. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|-------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 2.464 | 87 (85-90) | 2.405 | 90 (87-94) |
| Tutti i tumori maligni | 275 | 95 (86-105) | 202 | 83 (74-93) |
| Malattie del sistema circolatorio | 633 | 84 (79-90) | 450 | 85 (79-92) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 269 | 70 (64-78) | 221 | 76 (68-85) |
| Malattie dell'apparato digerente | 489 | 90 (84-97) | 441 | 98 (90-106) |
| Malattie dell'apparato urinario | 165 | 84 (74-95) | 118 | 88 (76-103) |

Tabella CCC.7. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CCC.7. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|--------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 18 | 141 (96-208) | 3 | 60 (24-149) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 61 | 89 (72-110) |
| Tumori maligni del testicolo | 4 | 92 (41-204) | | |
| Tumori maligni della vescica | 42 | 97 (75-124) | 5 | 57 (28-118) |
| Linfomi non Hodgkin | 13 | 101 (64-159) | 6 | 60 (31-115) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 269 | 70 (64-78) | 221 | 76 (68-85) |
| Asma | 3 | 21 (8-53) | 7 | 38 (21-71) |

Tabella CCC.8. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table CCC.8. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

CCC CROTONE-CASSANO-CERCHIARA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------|------|---------------|------|--------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 10 | 83 (50-139) | 19 | 118 (81-171) | 22 | 111 (78-157) | 11 | 89 (54-145) | 33 | 103 (77-136) |
| Tutti i tumori | <3 | | 3 | 252 (101-632) | 3 | 172 (69-430) | 5 | 183 (89-376) | 8 | 179 (101-317) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 172 (69-430) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 7 | 92 (50-170) | | | | | | | | |

Tabella CCC_9. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine. Crotone.

Table CCC_9. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females. Crotone.

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|--------------|------|-------------|-------|----------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | <3 | | 5 | 100 (49-206) | 5 | 83 (40-169) | 8 | 202 (114-359) | 13 | 130 (83-204) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 457 (205-1019) | 5 | 356 (173-731) |

Tabella CCC_10. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine. Cerchiera e Cassano.

Table CCC_10. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females. Cerchiera e Cassano.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 813 | 124 (117-132) | 2.738 | 115 (111-118) | 3.445 | 117 (114-121) | 1.615 | 133 (127-138) | 5.009 | 122 (119-125) |
| Malattie infettive e parassitarie | 11 | 30 (18-49) | 67 | 35 (28-42) | 105 | 47 (40-55) | 55 | 125 (100-156) | 160 | 60 (53-68) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 14 | 107 (69-166) | 25 | 120 (87-167) | 31 | 105 (78-141) | 56 | 113 (91-141) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 4 | 195 (87-433) | 9 | 359 (209-617) | <3 | | 10 | 231 (138-387) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 4 | 62 (28-139) | 8 | 81 (45-143) | 9 | 108 (63-185) | 17 | 96 (65-143) |
| Linfomi | | | <3 | | 4 | 93 (42-208) | 6 | 103 (53-199) | 10 | 103 (62-172) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 78 (35-175) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | 3 | 116 (46-290) | 5 | 151 (73-309) | 8 | 139 (78-247) |
| Leucemie | | | 4 | 88 (39-196) | 4 | 70 (32-157) | 4 | 155 (70-346) | 8 | 100 (56-178) |
| Leucemia linfoide | | | 4 | 114 (51-254) | 4 | 92 (41-205) | <3 | | 6 | 109 (56-210) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 3 | 68 (27-170) | 8 | 119 (67-211) | 7 | 193 (105-356) | 15 | 145 (95-221) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 326 | 109 (100-119) | 341 | 109 (100-120) | 21 | 99 (69-141) | 361 | 108 (99-118) |
| Asma | | | 31 | 89 (66-119) | 31 | 75 (56-101) | 6 | 45 (23-87) | 37 | 68 (52-89) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 355 | 121 (110-132) | 508 | 125 (116-134) | 446 | 170 (158-184) | 950 | 143 (136-151) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 75 | 130 (107-157) | 109 | 151 (129-177) | 102 | 205 (174-241) | 206 | 170 (152-191) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 461 | 149 (138-161) | | | | | | | | |

Tabella CCC_11. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine. Crotone.

Table CCC_11. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females. Crotone.

CCC CROTONE-CASSANO-CERCHIARA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|----------------|------|---------------|-------|----------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 248 | 121 (109-135) | 722 | 99 (93-105) | 847 | 95 (90-101) | 307 | 83 (75-91) | 1.139 | 91 (87-96) |
| Malattie infettive e parassitarie | 30 | 262 (194-354) | 89 | 151 (127-180) | 96 | 142 (120-168) | 8 | 60 (34-106) | 104 | 129 (110-151) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 4 | 101 (45-224) | 7 | 112 (61-207) | 12 | 133 (83-213) | 18 | 120 (82-177) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | <3 | | <3 | | 4 | 729 (327-1624) | 4 | 310 (139-690) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 3 | 154 (62-385) | 4 | 134 (60-298) | 3 | 119 (48-297) | 7 | 132 (71-243) |
| Linfomi | | | 3 | 518 (207-1297) | 4 | 310 (139-691) | 3 | 170 (68-426) | 7 | 238 (129-439) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | 3 | 297 (119-743) | 5 | 288 (140-591) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 60 | 100 (81-123) | 102 | 81 (69-96) | 112 | 78 (67-91) | 212 | 79 (71-89) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 39 | 43 (33-55) | 45 | 47 (37-60) | 4 | 62 (28-138) | 49 | 48 (38-61) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 5 | 47 (23-97) | 5 | 40 (20-83) | <3 | | 5 | 30 (15-62) |
| Asma | | | 58 | 65 (52-80) | 90 | 74 (62-88) | 97 | 122 (103-144) | 183 | 91 (81-103) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 17 | 96 (65-143) | 22 | 101 (71-143) | 22 | 145 (102-206) | 43 | 117 (91-151) |
| Malattie dell'apparato urinario | 117 | 121 (104-141) | | | | | | | | |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 461 | 149 (138-161) | | | | | | | | |

Tabella CCC_12. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine. Cerchiara e Cassano.

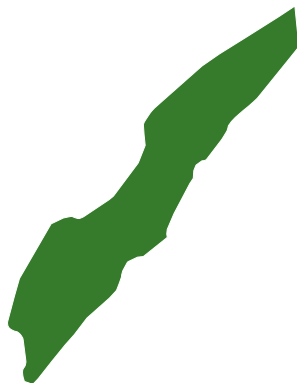
Table CCC_12. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females. Cerchiara e Cassano.



SICILIA

BIA

BIANCAVILLA (CT)



1
 COMUNE


23 052
 ABITANTI
Censimento 2019
I COMUNI DEL SITO

- Biancavilla

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di una cava di materiale lapideo contaminato da fluoro-edenite, una fibra asbestiforme (A).

Il comune di Biancavilla ha un alto livello di deprivazione socioeconomica. Il 52,6% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 35,6/100.000 casi (+11,2%) nei maschi e 20,9/100.000 casi (+11%) nelle femmine.

I tre indicatori di deprivazione sono coerenti nel mostrare una fragilità della popolazione del sito.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Nel complesso delle principali cause di morte (**Tabella BIA_1**), in entrambi i generi si osserva un eccesso di mortalità per tutte le cause e per malattie dell'apparato cardiovascolare e, limitatamente ai maschi, per le patologie dell'apparato respiratorio. Nelle femmine è presente un difetto di patologie dell'apparato digerente e dell'apparato respiratorio.

Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella BIA_2**), si mette in luce un eccesso di mortalità per mesoteliomi in generale, in particolare per i mesoteliomi della pleura, sia nei maschi sia nelle femmine. Per il solo genere maschile, si riscontra un eccesso di tumori del polmone e per patologie non tumorali dell'apparato respiratorio, entrambe invece in difetto nelle femmine. I decessi per tumore dell'ovaio sono in eccesso, seppure con incertezza della stima.

■ **Ospedalizzazione.** Nel complesso delle principali cause di ospedalizzazione (**Tabella BIA_3**), si osserva un deficit di ricoveri per tutte le cause naturali in entrambi i generi e per malattie dell'apparato digerente e urinario nei maschi. Invece, è riscontrabile un eccesso di ricoveri per patologie dell'apparato respiratorio nei maschi.

Per le cause di ricovero per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella BIA_4**), si osserva un eccesso nei ricoveri per tumore maligno della pleura in entrambi i generi.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel periodo in studio, sono stati osservati 7 decessi nell'insieme delle età considerate (0-29 anni), con stime di rischio molto incerte, che prefigurano perlopiù un difetto nella mortalità generale (**Tabella BIA_5**).

■ **Ospedalizzazione.** I ricoverati per tutte le cause naturali sono in difetto nel primo anno di vita (con deficit anche per le condizioni morbose di origine perinatale) e tra i giovani adulti (20-29 anni); risultano, invece, in eccesso in età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, ma ascrivibili alla sola sottopopolazione femminile (dati non in tabella): ● età 0-14: 480 casi, SHR 110; IC90% 102-119; ● età 0-19: 564 casi, SHR 109; IC90% 102-117. Nelle classi 0-14, 0-19 e 0-29 anni, si registrano eccessi di ospedalizzazione per tutti i tumori maligni, anche in questi casi attribuibili alle sole femmine (dati non in tabella): ● età 0-14: 7 casi, SHR 329; IC90% 178-606; ● età 0-19: 9 casi, SHR 266; IC90% 155-458; ● età 0-29 anni: 14 casi, SHR 166; IC90% 107-257. In età pediatrico-adolescenziale, si osserva un eccesso di ricoverati per infezioni respiratorie acute, mentre l'asma appare in difetto, sebbene con stime incerte. Si registra un deficit di rico-

BIA BIANCAVILLA

verati per patologie cardiocircolatorie in età giovanile e 0-29 anni, e per malattie infettive e parassitarie e per patologie dell'apparato digerente in tutte le sottoclassi di età analizzate (**Tabella BIA_6**).

Sezione anomalie congenite

I nati residenti nel sito di Biancavilla nel periodo 2011-2019 sono stati complessivamente 2.262. Nello stesso periodo, sono stati osservati 52 casi con anomalia congenita (AC) con una prevalenza pari a 229,9 per 10.000 nati. La prevalenza totale delle AC risulta sostanzialmente in linea con l'atteso regionale (O/A: 92; IC90% 72-116). Non si registrano differenze significative rispetto al dato regionale inerenti alla prevalenza di singoli gruppi di difetti congeniti, fatta eccezione per un eccesso delle anomalie cromosomiche (**Tabella BIA_7**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

La cava di materiale lapideo contaminato da fibra asbestiforme presente nel sito ha portato all'identificazione di nuova specie minerale fibrosa, la fluoro-edenite, che, in assenza di fonti note di attività con produzione o utilizzo di amianto, è stata segnalata come causa di un eccesso di casi di mesotelioma pleurico nella popolazione generale sia negli studi di mortalità sia di incidenza e ospedalizzazione (vedi Rapporti SENTIERI 2011,¹ 2014,² 2016³ e 2019⁴ e studi ivi citati). Saggiata *in vivo*⁵ e *in vitro*⁶ la nuova fibra si dimostrava capace di indurre mesoteliomi. Per questa ragione, il sito è stato classificato tra quelli con esposizione ad amianto, anche se la fibra di fluoro-edenite in questione non è da considerare amianto in senso stretto, come da definizione merceologica (vedi Rapporti SENTIERI 2011,¹ 2014,² 2016³ e 2019⁴ e studi ivi citati).

La fibra di fluoro-edenite è stata classificata dalla IARC come appartenente al Gruppo 1 (la fluoro-edenite è cancerogena per l'uomo), in particolare in grado di provocare mesoteliomi nell'uomo.⁷ Concorsero a questa valutazione l'osservazione di un alto numero di casi nella popolazione femminile, indicativo di esposizione ambientale, e l'alto rischio di mesotelioma osservato per i soggetti in età giovanili (SIR di 565 nella popolazione complessiva, SIR di 2.134 sotto i 50 anni, SIR di 6.288 sotto i 40 anni).⁸ A supporto di queste ultime osservazioni, si segnalano due lavori. Il primo⁹ ha sottolineato che nel comune di Biancavilla, tra il 1980 e il 2010, sono stati osservati 6 decessi per tumore maligno della pleura vs 0,6 attesi (SMR 1.003; IC90%: 437-1.980) tra persone di età pari o inferiore a 50 anni. Estendendo l'analisi ai comuni ubicati nel raggio di 10 km da Biancavilla, il numero dei decessi per tumore maligno della pleura saliva a 11 (SMR 367; IC90% 206-608). Il secondo lavoro¹⁰ ha valutato la mortalità precoce (≤ 50 anni) per mesotelioma maligno per il periodo 2003-2016 in tutti i

comuni italiani, riportando per il comune di Biancavilla un SMR di 42.324,2 (IC90% 1.043,5-5.177,1) basato su 4 decessi. Nella rilevazione di SENTIERI 2011¹ si osservava un eccesso di mortalità per tutte le cause sia nei maschi sia nelle femmine. Anche le malattie dell'apparato cardiovascolare e dell'apparato respiratorio risultavano in eccesso sia nei maschi sia nelle femmine. Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito, si metteva in evidenza un eccesso di mortalità per tumore maligno della pleura.

In SENTIERI 2014,² che si concentrava su mortalità incidenza e ospedalizzazione, le cause di morte che presentavano eccessi in entrambi i generi erano il mesotelioma pleurico e le malattie del sistema circolatorio nel loro complesso, in particolare l'infarto e le cardiopatie ischemiche. La rilevazione dell'incidenza per il triennio 2003-2005 mostrava un eccesso di decessi per mesotelioma nelle femmine e nei maschi. I ricoveri ospedalieri che presentavano eccessi erano gli stessi in entrambi i generi: il tumore maligno della pleura, lo scompenso cardiaco e le malattie respiratorie nel loro complesso, in particolare le broncopneumopatie croniche e le pneumoconiosi.

Per quanto riguarda le cause *a priori* per l'esposizione ambientale A, il tumore di trachea, bronchi e polmone non presentava eccessi nei maschi, mentre nelle femmine si riscontrava l'aumento sia della mortalità sia dell'incidenza, sebbene in presenza di una stima imprecisa; non era invece riscontrabile un incremento dei ricoveri per questa patologia.

Il tumore maligno della pleura (*proxy* del mesotelioma) era in eccesso sia tra i decessi sia tra i ricoveri in entrambi i generi. Si rilevava, inoltre, un aumento dell'incidenza del mesotelioma nelle femmine, mentre nei maschi non era stata possibile una valutazione, essendo i casi meno di tre. Il tumore dell'ovaio presentava un numero di casi inferiore all'atteso sia nella mortalità sia nell'incidenza sia nei ricoveri.

Si continuavano a riscontrare eccessi nella mortalità per malattie del sistema circolatorio in entrambi i generi.

Erano aumentati i ricoveri per patologie dell'apparato respiratorio, in particolare per le malattie croniche ostruttive e per le pneumoconiosi. Il numero dei decessi per quest'ultima causa era inferiore a tre; quindi, non se ne poteva valutare la mortalità.

Nell'indagine di Sentieri 2016³ sull'incidenza del mesotelioma nel periodo 2000-2011, sono stati registrati 22 casi di mesotelioma con un rapporto standardizzato di incidenza pari a 437 (IC90% 252-755) nei maschi e 1.941 (IC90% 1.230-3.064) nelle femmine. Per 14 casi era stato possibile attribuire una modalità di esposizione e solo in 2 casi era stata attribuita una possibile esposizione professionale; per 10 di questi, l'esposizione attribuita era di tipo am-

BIA BIANCAVILLA

bientale con residenza nei pressi della cava (9 femmine). Nel Quinto Rapporto SENTIERI del 2019⁴ si era rilevato un eccesso della mortalità generale e della mortalità per malattie dell'apparato circolatorio in entrambi i generi. Per le cause per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, i decessi per tumore del polmone nei maschi erano inferiori agli attesi, mentre nelle femmine si notava un eccesso sulla base di stime incerte. La mortalità per mesotelioma maligno della pleura mostrava un eccesso sia nei maschi sia nelle femmine. Per quanto riguarda il tumore dell'ovaio, si riscontrava un difetto di mortalità. Per le ospedalizzazioni per i principali gruppi di cause, si riscontrava un deficit per tutte le cause e per tutti i principali gruppi in entrambi i generi, con l'eccezione delle malattie dell'apparato respiratorio, che mostrava valori in linea con gli attesi. Si osservava, inoltre, un incremento delle ospedalizzazioni per tumore maligno della pleura in entrambi i generi. Nelle femmine, era presente un eccesso di ospedalizzazione per il tumore del polmone, con un'incertezza della stima.

In questa rilevazione non era stata possibile la valutazione dell'incidenza per tumori ad altra localizzazione, a causa del numero dei casi inferiore a tre.

In questo studio, come anche in Pirastu 2014,² i ricoveri per malattie polmonari cronico-ostruttive e per pneumoconiosi erano in eccesso sia nei maschi sia nelle femmine. A Biancavilla, l'eccesso di ricoveri per pneumoconiosi nei maschi, così come nelle femmine, fa prendere in considerazione l'ipotesi che l'esposizione ambientale alla fluoro-edenite, di particolare intensità, e/o una particolare intensità della sua attività possano indurre un effetto di tipo pneumoconiogeno. In mancanza di conoscenze specifiche sul suo comportamento, in particolare di una sua azione fibrogena sul polmone, si ritiene quindi importante approfondire il quadro respiratorio. Ciò è di particolare interesse, poiché negli esposti ad amianto la specifica pneumoconiosi (asbestosi) si riscontra per esposizioni intense e prolungate come quelle professionali del passato. A questo proposito, di particolare interesse lo studio di Ledda et al.¹¹ sulla prevalenza di placche pleuriche nei residenti a Biancavilla che erano stati sottoposti a tomografia computerizzata ad alta risoluzione (HCRT) nel locale ospedale confrontati con i ricoverati di un ospedale situato a 30 km di distanza. Nei residenti a Biancavilla, la prevalenza di placche pleuriche era del 18% vs una prevalenza del 3% nei ricoverati in altro ospedale e non residenti a Biancavilla.

Nella rilevazione del presente studio, si confermano i riscontri delle precedenti analisi del quadro delle patologie a carico della popolazione residente a Biancavilla, con incremento dei mesoteliomi sia nei maschi sia nelle femmine, con eccesso per patologie dell'apparato cardiova-

scolare in entrambi i generi e per patologie dell'apparato respiratorio nei maschi. Si riscontra un eccesso della mortalità per tumore del polmone nei maschi. Non è valutabile la presenza di patologia simil-asbestosica in presenza di una numerosità di casi inferiore a tre.

Nella specifica valutazione delle anomalie congenite, è opportuno sottolineare che il tipo di esposizione che caratterizza la classificazione del sito di Biancavilla, basata sulla presenza di cava di materiale lapideo contaminato da fluoro-edenite, trova una scarsa coerenza di plausibilità di associazione con l'occorrenza di tali eventi.

In conclusione, il quadro delle patologie presenti nel sito si conferma analogo a quello dei diversi studi precedenti, in particolare eccessi di mesoteliomi in entrambi i generi, soprattutto in giovane età. Viene ancora confermato l'eccesso delle patologie dell'apparato cardiovascolare e si ripresenta un eccesso di patologie a carico dell'apparato respiratorio. Rimane da approfondire l'effetto della fluoro-edenite come causa di pneumoconiosi e di quadri simil-asbestosici.

A tutt'oggi, nel sito in esame non si conoscono fonti di contaminazione da fibre d'amianto di tipo classico né sono presenti altri inquinanti ambientali noti.

Già dalle prime segnalazioni dell'Istituto superiore di sanità, secondo il principio di precauzione, si misero in atto procedure idonee a contrastare la dispersione delle fibre in aria, quali l'interruzione delle attività estrattive della cava e la sua messa in sicurezza, l'asfaltatura delle strade sterrate ricoperte di materiale non coeso proveniente dalla cava, la rimozione dei cumuli del materiale di risulta di varie attività edilizie dai bordi delle strade. Si è proceduto, inoltre, alla regolamentazione delle modalità lavorative nelle attività edili, volta a ridurre la dispersione di polveri. L'insieme di questi interventi ha determinato un significativo decremento dei livelli di fibre aerodisperse.¹² Ora è importante proseguire il percorso intrapreso potenziando il monitoraggio ambientale per identificare fonti di rilascio di fibre tuttora presenti, nonché indagando approfonditamente i livelli di esposizione a fibre nell'ambiente rurale (movimentazione del terreno) e in ambito *indoor* (rilascio delle fibre da opere murarie e intonaci). Con questi elementi sarà possibile estendere gli interventi di riduzione dell'esposizione e fornire alla popolazione indicazioni chiare ed efficaci sui comportamenti da adottare.^{13,14}

Se da un lato va proseguita la sorveglianza sanitaria della popolazione del sito, anche al fine di un approfondimento degli effetti sulla salute della fibra fluoro-edenite, dall'altro va proseguito il monitoraggio ambientale per identificare le fonti di esposizione potenzialmente ancora presenti, indagando i livelli di esposizione in tutte quelle attività che comportino movimentazione del terreno e, in ambito *indoor*, il rilascio di fibre da intonaci e opere mu-

BIA BIANCAVILLA

rarie che nel passato avevano utilizzato materiali di cava. Per approfondire l'ipotesi di effetti non neoplastici della fluoro-edenite analoghi a quelli dell'esposizione ad amianto di tipo classico, resa sostenibile da precedenti segnalazioni, vanno implementati studi specifici sul suo

comportamento, in particolare sulla sua azione fibrogena sul polmone. Sono ignoti, inoltre, gli eventuali altri effetti di questa fibra a carico di altri apparati, come quello cardiocircolatorio, le cui patologie in questo sito si confermano costantemente in eccesso.

Bibliografia

1. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:52-53.
2. Pirastu R, Comba P, Conti S et al. (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:43-47.
3. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:1-204.
4. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
5. Soffritti M, Minardi F, Bua L, Degli Esposti D, Belpoggi F. First experimental evidence of peritoneal and pleural mesotheliomas induced by fluoro-edenite fibers present in Etnean volcanic material from Biancavilla (Sicily, Italy). *Eur J Oncol* 2004;9(3):169-75.
6. Ballan G, Del Brocco A, Loizzo S et al. Mode of action of fibrous amphiboles: the case of Biancavilla (Sicily, Italy). *Ann Ist Super Sanita* 2014;50(2):133-38.
7. International Agency for Research on Cancer. Some Nanomaterials and Some Fibres. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 111. Lyon, IARC, 2017.
8. Bruno C, Tumino R, Fazzo L et al. Incidence of pleural mesothelioma in a community exposed to fibres with fluoro-edenitic composition in Biancavilla (Sicily, Italy). *Ann Ist Super Sanita* 2014;50(2):111-18.
9. Conti S, Minelli G, Manno V et al. Health impact of exposure to fibres with fluoro-edenitic composition on the residents in Biancavilla (Sicily, Italy): mortality and hospitalization from current data. *Ann Ist Super Sanita* 2014;50(2):127-32.
10. Fazzo L, Minelli G, Bruno C et al. Early mortality from malignant mesothelioma in Italy as a proxy of environmental exposure to asbestos in children. *Ann Ist Super Sanita* 2020;56(4):478-86.
11. Ledda C, Pomara C, Bracci M et al. Natural carcinogenic fiber and pleural plaques assessment in a general population: A cross-sectional study. *Environ Res* 2016;150:23-29.
12. Bruni BM, Soggiu ME, Marsili G et al. Environmental concentrations of fibers with fluoro-edenitic composition and population exposure in Biancavilla (Sicily, Italy). *Ann Ist Super Sanita* 2014;50(2):119-26.
13. Bruno C, Marsili D, Bruni BM, Comba P, Scondotto S. Prevenzione della patologia da fluoro-edenite: il modello Biancavilla. Percorsi di ricerca, interventi di salute pubblica e di promozione della salute. *Notiziario dell'Istituto Superiore di Sanità* 2015;28(5) Suppl. 1:3-19. Disponibile all'indirizzo: <https://www.iss.it/documents/20126/45616/ONLINEBiancavilla.pdf/9e93d72a-9fd6-569a-f6f8-3c86353610bb?t=1581097428228>
14. Bruno C, Bruni BM, Scondotto S, Comba P. Prevention of disease caused by fluoro-edenite fibrous amphibole: the way forward. *Ann Ist Super Sanita* 2015;51(2):90-92.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

BIA BIANCAVILLA

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 579 | 113 (106-122) | 556 | 109 (102-117) |
| Tutti i tumori maligni | 148 | 101 (88-115) | 94 | 85 (72-100) |
| Malattie del sistema circolatorio | 249 | 136 (123-151) | 298 | 140 (127-154) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 54 | 130 (104-163) | 16 | 59 (39-89) |
| Malattie dell'apparato digerente | 16 | 93 (62-140) | 7 | 43 (23-79) |
| Malattie dell'apparato urinario | 12 | 117 (73-187) | 11 | 96 (59-156) |

Tabella BIA_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BIA_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|----------------|---------|-------------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 50 | 130 (103-164) | 5 | 42 (21-87) |
| Mesoteliomi | 7 | 561 (304-1034) | 4 | 1.383 (621-3.080) |
| Mesotelioma maligno della pleura | 4 | 379 (170-844) | 3 | 1.228 (491-3.073) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 6 | 120 (62-231) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella BIA_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table BIA_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 2.775 | 94 (91-97) | 2.828 | 95 (92-98) |
| Tutti i tumori maligni | 294 | 92 (84-102) | 297 | 103 (94-113) |
| Malattie del sistema circolatorio | 701 | 95 (90-101) | 579 | 106 (99-114) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 529 | 110 (103-118) | 394 | 102 (94-111) |
| Malattie dell'apparato digerente | 518 | 90 (84-97) | 454 | 93 (86-100) |
| Malattie dell'apparato urinario | 173 | 85 (75-96) | 128 | 92 (80-107) |

Tabella BIA_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BIA_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|----------------|---------|-------------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 34 | 97 (73-128) | 8 | 63 (36-112) |
| Tumori maligni della pleura | 11 | 625 (383-1022) | 7 | 1.289 (699-2.378) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 9 | 102 (59-175) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella BIA_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table BIA_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

BIA BIANCAVILLA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------------|------|-------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 5 | 100 (49-206) | 5 | 73 (35-149) | 5 | 59 (29-121) | <3 | | 7 | 52 (28-96) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 4 | 137 (61-305) | | | | | | | | |

Tabella BIA_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table BIA_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|-------------|------|---------------|------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 215 | 85 (76-95) | 1026 | 105 (100-110) | 1197 | 103 (99-108) | 340 | 83 (76-90) | 1.524 | 98 (94-102) |
| Malattie infettive e parassitarie | 8 | 46 (26-81) | 60 | 63 (51-77) | 65 | 62 (51-76) | 7 | 44 (24-81) | 72 | 60 (49-72) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 9 | 188 (110-324) | 11 | 148 (90-241) | 7 | 70 (38-130) | 18 | 105 (71-154) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 158 (63-395) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 16 | 95 (63-143) | 25 | 86 (62-119) | 20 | 63 (44-91) | 44 | 73 (57-93) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 204 | 124 (110-139) | 206 | 122 (109-137) | 8 | 104 (58-184) | 214 | 121 (108-136) |
| Asma | | | 8 | 61 (34-109) | 8 | 59 (33-105) | <3 | | 9 | 64 (37-110) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 95 | 86 (72-101) | 126 | 85 (73-98) | 61 | 74 (60-91) | 186 | 81 (72-91) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 32 | 118 (88-157) | 34 | 108 (82-143) | 11 | 85 (52-139) | 45 | 102 (80-130) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 60 | 65 (53-81) | | | | | | | | |

Tabella BIA_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

Table BIA_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 52 | 229,9 | 92 | (72-116) |
| Sistema nervoso | 4 | 17,7 | 98 | (33-225) |
| Cuore | 21 | 92,8 | 83 | (56-120) |
| Cuore severo | 4 | 17,7 | 62 | (21-142) |
| Palato-labbro | <3 | | | |
| Apparato digerente | 4 | 17,7 | 84 | (29-194) |
| Parete addominale | <3 | | | |
| Apparato urinario | <3 | | | |
| Genitali | 3 | 13,3 | 67 | (18-174) |
| Arti | 11 | 48,6 | 150 | (84-249) |
| Cromosomiche | 9 | 39,8 | 193 | (100-338) |

Tabella BIA_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2011-2019.

Table BIA_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2011-2019.

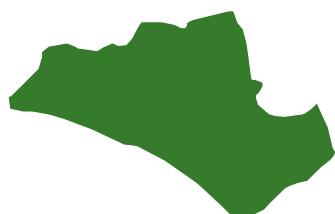


SICILIA

GEL



GELA (CL)



1
 COMUNE


72 187
 ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Gela

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimico (C), petrolchimico, raffineria (P&R) e discarica (D).

Il comune di Gela ha un alto livello di deprivazione.

Il 55,1% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 3,8/100.000 casi (+1,2%) nei maschi e una diminuzione di 5,1/100.000 casi (-2,7%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella GEL_1**) mette in evidenza eccessi di rischio in entrambi i generi per la mortalità generale, per tutti i tumori maligni e per le malattie dell'apparato urinario; per queste ultime, nelle femmine con stima incerta. Eccessi di rischio, inoltre, si osservano nelle femmine per le malattie dell'apparato circolatorio.

Va segnalato che la mortalità per «Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti» risulta in eccesso in entrambi i generi, indicando una generale carente qualità della certificazione (● maschi: 50 casi, SMR 147; IC90% 116-185 ● femmine: 71 casi, SMR 172; IC90% 141-209).

Per le cause di morte per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella GEL_2**), in entrambi i generi si osservano eccessi di rischio per tutti i tumori maligni e per il tumore del colon retto e, con stima incerta, per il tumore del polmone. Nei maschi si osservano anche eccessi di rischio per il tumore del testico-

lo (basato su 3 casi) e con stima incerta per i linfomi non Hodgkin. Nelle femmine, eccessi di rischio si osservano anche per il tumore maligno del tessuto connettivo e di altri tessuti molli, per il tumore maligno della vescica e per le malattie respiratorie acute, mentre eccessi con stima incerta riguardano il tumore dello stomaco e il tumore della mammella.

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella GEL_3**) mette in evidenza un eccesso di rischio in entrambi i generi per l'insieme delle cause naturali, tutti i tumori maligni, le malattie del sistema circolatorio e dell'apparato respiratorio, mentre, sempre in entrambi i generi, sono in difetto le malattie dell'apparato urinario.

Per le cause di ricovero per le quali vi è *a priori* un'evidenza Sufficiente o Limitata di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* del sito (**Tabella GEL_4**), si osservano, in entrambi i generi, eccessi di rischio per l'insieme dei tumori maligni, per il tumore maligno dello stomaco, per l'insieme delle malattie dell'apparato respiratorio e per le malattie respiratorie acute. Nei maschi, si osserva anche un eccesso per i tumori del colon retto e per i linfomi non Hodgkin; per quest'ultimo esito, con stima incerta. Nelle femmine, si osserva un eccesso anche per il tumore alla mammella. In entrambi i generi, si osservano difetti di rischio per le leucemie e l'asma, per entrambi gli esiti nei maschi con stima incerta. Difetti di rischio si osservano nei soli maschi per il tumore maligno del tessuto connettivo e di altri tessuti molli e per il tumore della vescica; per quest'ultimo esito, con stima incerta. Nelle sole femmine, si osserva un difetto di rischio per il tumore del fegato e dei dotti intraepatici.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Il quadro della mortalità generale presenta un eccesso in età 0-14 e 0-19 anni e un deficit nel primo anno di vita e in età giovanile, caratterizzati da stime incerte. L'eccesso in età pediatrica è, in realtà, osservato esclusivamente per la popolazione maschile (15 casi, SMR 176; IC90% 115-268) (dato non in tabella). Si registra un eccesso per tutti i tumori in età pediatrica e sull'insieme più ampio da 0 a 29 anni (**Tabella GEL_5**).

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta superiore all'atteso in tutte le età analizzate, compreso il primo anno di vita, sottogruppo nel quale ciò è associato a un eccesso per condizioni morbose di origine perinatale (**Tabella GEL_6**). In tutte le classi di età, vi è un deficit per malattie infettive e parassitarie. I ricoveri per le malattie del sistema circolatorio appaiono in difetto in età pediatrica e in eccesso tra i giovani (20-29 anni). In età pediatrica e pediatrico-adolescenziale, si osservano eccessi di ricoverati per

GEL GELA

i tumori del sistema nervoso centrale e per linfomi, ma le stime sono accompagnate da ampia incertezza; sono in difetto i ricoveri per infezioni acute delle vie respiratorie e asma e per le malattie dell'apparato urinario. Nelle classi di età 0-14 e 0-19 anni, si segnala un eccesso di ricoveri per patologie dell'apparato digerente, ascrivibili al genere maschile (● 0-14 anni: 163 casi, SHR 163; IC90% 103-134 ● 0-19 anni: 273 casi, SHR 273; IC90% 121-148) (dati non in tabella).

In età giovanile (20-29 anni), sono in eccesso i ricoverati per infezioni respiratorie acute, mentre si osserva un deficit per le neoplasie del sistema linfoematopoietico.

Sezione anomalie congenite

Nel sito di Gela, i nati residenti nel periodo 2011-2019 sono stati 6.145 e sono stati osservati complessivamente 248 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza pari a 403,6 per 10.000 nati. I casi totali di AC risultano superiori al numero di casi attesi definito su base regionale (O/A 162; IC90% 145-180). Si osservano eccessi di AC del sistema nervoso, dell'apparato urinario, dei genitali e degli arti (Tabella GEL_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il profilo di salute generale rappresentato tramite la mortalità e i ricoverati continua a mettere in evidenza gli eccessi di rischio già osservati nei Rapporti SENTIERI del 2011 e del 2019.^{1,2} La mortalità è in eccesso in entrambi i generi nel suo complesso, per tutti i tumori maligni e per le malattie dell'apparato urinario, mentre i ricoverati sono in eccesso in entrambi i generi nel loro insieme e per i grandi gruppi di cause, a eccezione delle malattie dell'apparato digerente e di quello urinario. L'unica differenza rispetto ai risultati del precedente Rapporto SENTIERI è il difetto nei ricoverati per le malattie dell'apparato urinario, insieme di cause per le quali in precedenza si osservava un eccesso. In generale, il profilo di salute generale continua a essere critico.

I risultati ottenuti, nel loro complesso, seppure con qualche eccezione, sono concordi con quanto osservato nell'ultimo Rapporto dell'Osservatorio epidemiologico della Regione Sicilia relativo alle aree a rischio ambientale della Sicilia, anche se nel rapporto siciliano l'area a rischio di Gela comprende, oltre al comune di Gela, i comuni di Niscemi e Butera.³ Per quanto riguarda le sottoclassi di età, il profilo di mortalità e di ospedalizzazione è coerente con quanto osservato nel precedente Rapporto SENTIERI,² sebbene con un numero di decessi e di ricoverati pari a circa il 40% di quelli registrati nel periodo 2006-2013. Come differenza, si rileva nel periodo 2013-2017 un eccesso di mortalità per tutti i tumori in età pediatrica (0-14 anni) e sull'insieme delle età analizzate (0-29 anni). Si segnalano eccessi per

le malattie dell'apparato digerente in età 0-14, 0-19 e 0-29 anni (ascrivibili in particolare al genere maschile), gruppo di cause precedentemente non indagate nelle sottoclassi di età.

Il profilo di salute specifico rappresentato tramite le cause d'interesse *a priori* associabili alle *fonti di esposizioni ambientali* presenta, al di là dei singoli risultati, i seguenti elementi maggiormente caratterizzanti gli eccessi di rischio. Un eccesso di rischio sia per la mortalità sia per i ricoverati per l'insieme dei tumori maligni, tra i quali, in particolare, il colon retto, per cui, oltre all'eccesso in entrambi i generi per la mortalità, si osserva un eccesso nei soli maschi per i ricoverati. Un eccesso in entrambi i generi si osserva tra i ricoverati per i tumori dello stomaco. Tra le cause tumorali si osservano, inoltre, nei maschi un eccesso di mortalità per il tumore al testicolo e, sia per la mortalità sia per i ricoveri, seppure con stima incerta, per i linfomi non Hodgkin. Nelle femmine, invece, si osserva un eccesso in entrambi gli esiti (nella mortalità con stima incerta) per il tumore alla mammella e quello dello stomaco; si osserva, inoltre, un eccesso nella sola mortalità per i tumori del tessuto connettivo e per quelli della vescica. Eccessi per i ricoverati si osservano in entrambi i generi per l'insieme delle malattie respiratorie e, tra queste, per quelle acute (nei maschi l'eccesso riguarda anche la mortalità).

Per quanto riguarda gli eccessi di rischio, vi è una sostanziale coerenza dei risultati osservati con quelli ottenuti nel precedente Rapporto SENTIERI² per le seguenti patologie: l'insieme dei tumori maligni, il tumore del colon retto, l'insieme delle malattie respiratorie e, tra queste, di quelle acute. I ricoverati per malattie respiratorie acute in eccesso in tutte le sottoclassi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili nel precedente Rapporto SENTIERI sono superiori all'atteso solo tra i giovani adulti (20-29 anni) nell'ultimo periodo analizzato.

Va sottolineato che, nel precedente Rapporto SENTIERI, tra le cause tumorali d'interesse *a priori* erano incluse unicamente quelle per le seguenti sedi: stomaco; colon retto; trachea, bronchi e polmoni.

Il profilo delle AC conferma sostanzialmente il quadro generale emerso nel precedente studio.² In particolare, si conferma un rilevante eccesso delle AC a carico del sistema urinario e dei genitali. Nel sito, tali eccessi sono stati osservati in diversi studi descrittivi che hanno adottato fonti dati e riferimenti diversi^{2,4-7} e si confermano anche utilizzando i dati del Registro regionale delle malformazioni congenite, la cui attività si è ulteriormente consolidata negli anni.^{7,8}

Successivamente agli studi riportati per la scheda di Gela nel precedente Rapporto SENTIERI,² è uscito uno studio che analizza i trend temporali di mortalità nel periodo 1980-2014 e l'incidenza tumorale per il periodo 2007-2012.⁹ Inoltre, è stato effettuato uno studio di aggiornamento

GEL GELA

della mortalità e dei ricoveri relativi alla coorte dei lavoratori del petrolchimico di Gela (Pasetto, comunicazione personale).¹⁰ Tale studio è stato coordinato dall'Istituto superiore di sanità ed è stato svolto in collaborazione con il Dipartimento per le attività sanitarie e osservatorio epidemiologico (DASOE) dell'Assessorato regionale della salute della Regione Siciliana nell'ambito del "Piano organico di intervento nelle aree a rischio ambientali in Sicilia" promosso dallo stesso Assessorato regionale della salute. Lo studio sui trend di mortalità ha messo in evidenza una tendenza alla diminuzione delle stime di occorrenza della mortalità generale nel tempo in entrambi i generi, anche se tali stime risultano sempre superiori a quelle del riferimento regionale. Il trend di mortalità per l'insieme dei tumori maligni ha visto, nel genere maschile, un aumento delle stime di occorrenza nel tempo, in particolare nel periodo 1980-1987. Il trend di mortalità per l'insieme dei tumori nelle femmine ha visto, invece, un aumento nelle stime di occorrenza a partire dagli anni Novanta del secolo scorso, ma con variazioni in aumento inferiori rispetto a quelle osservate nel genere maschile. Lo studio ha analizzato anche l'incidenza tumorale per lo stesso periodo già valutato nel Quinto Rapporto SENTIERI,² ma con analisi che hanno messo a confronto il rischio per le diverse sedi. Lo studio, pur nei limiti di valutazioni preliminari con una capacità risolutiva limitata rispetto alla valutazione dei rischi, a causa delle poche annualità a disposizione, ha mostrato un rischio comparativamente maggiore per le sedi tumorali dello stomaco, del colon retto e del polmone, quelle principalmente associabili agli inquinanti prioritari identificati per l'area di Gela.¹¹

L'aggiornamento dello studio di coorte dei lavoratori ha portato a una rianalisi dei dati di mortalità e dei ricoverati, avendo a disposizione serie storiche per gli esiti più lunghe, ossia il periodo 1960-2017 per la mortalità e 2001-2017 per i ricoverati. Lo studio ha analizzato il rischio occupazionale confrontando quanto osservato negli operai rispetto agli impiegati e ha valutato, inoltre, il rischio residenziale confrontando i lavoratori residenti a Gela, rispetto ai lavoratori residenti altrove. Il profilo di salute generale per la mortalità e, soprattutto, quello per i ricoverati mettono in luce molteplici eccessi di rischio sia tra gli operai sia tra i residenti a Gela. Per le patologie in qualche modo associabili ai contaminanti presenti nel contesto occupazionale e residenziale, rispetto ai precedenti risultati, si confermano le osservazioni di eccessi di rischio per il tumore del polmone e per le malattie urinarie. Con l'aggiornamento, questi eccessi riguardano sia l'ambito occupazionale sia quello residenziale. L'aggiornamento, inoltre, ha portato alle seguenti osservazioni: un aumento di rischio per i tumori del colon retto (in particolare nella mortalità) sia tra gli operai sia tra i residenti a Gela; un aumento di rischio per i tumori alla vescica negli operai (in particolare

per la mortalità); un aumento di rischio per i tumori del sistema nervoso centrale tra i residenti a Gela, in particolare per i ricoverati; un segnale di eccesso di rischio di leucemia tra gli operai, seppure con stime incerte; un eccesso di rischio per le malattie respiratorie acute nei ricoverati sia tra gli operai sia tra i residenti a Gela.

I segnali emersi nella coorte, per quanto riguarda l'eccesso di rischio per residenza a Gela, sono coerenti con quanto messo in evidenza nei risultati relativi alla popolazione di Gela mostrati in questo e nei Rapporti SENTIERI precedenti. La coerenza dei risultati ottenuti con la sorveglianza SENTIERI e con lo studio di coorte dei lavoratori del petrolchimico in relazione alla componente residenziale del rischio rafforza la coerenza dei segnali ottenuti con ciascuno studio.

Questi elementi suggeriscono che il contesto di vita dei residenti a Gela presenti dei fattori eziologici, ivi compresi gli inquinanti, frutto della contaminazione con sorgente il petrolchimico, che favoriscono i rischi in eccesso osservati. Successivamente agli studi riportati per la scheda di Gela nel precedente Rapporto SENTIERI,² sono stati pubblicati nella letteratura scientifica internazionale due studi relativi a dati sulla contaminazione dell'area di Gela. Uno studio ha valutato la presenza e il livello di metalli inorganici in campioni biologici di uccelli e in campioni di suolo in tre aree siciliane compresa quella di Gela.¹² Un secondo studio ha effettuato una valutazione dei livelli di elementi in traccia (metalli) nei campioni di capelli umani di adolescenti che vivono vicino a impianti petrolchimici siciliani.¹³

Il primo studio pubblicato in ordine di tempo ha riguardato, tra le aree analizzate, quella della piana di Gela, che gli autori descrivono come caratterizzata dalla presenza di un impianto petrolchimico dismesso dal 2014. Lo scopo dello studio nell'area di Gela era di individuare possibili relazioni tra inquinamento e uso del territorio. Nello studio, sono stati raccolti campioni biologici di piumaggio e di sangue di uccelli della specie Chiurlo di pietra catturati nei pressi del loro nido nella stagione riproduttiva (per l'area di Gela, nell'anno 2019). Sono stati, inoltre, raccolti campioni di suolo vicino ai nidi. Nell'area di Gela, sono stati rinvenuti valori maggiori rispetto alle altre aree analizzate (nei pressi di Ragusa e nell'area di Augusta-Priolo-Melilli) per l'arsenico, il cobalto, il rame, il magnesio e il selenio. Tuttavia, non è stato rinvenuto nessun valore critico sia per l'ambiente, in relazione ai limiti legali del Decreto Legislativo N. 152/2006 "Codice per l'Ambiente", né per gli organismi viventi in relazione ai limiti tossicologici per gli uccelli, in particolare, in relazione ai risultati di esposizione di breve termine sulla base dei livelli ematici degli inquinanti. Gli autori concludono che quanto osservato a Gela può essere associato all'interruzione delle attività dell'impianto a partire da 5 anni prima della raccolta dei campioni.

Va segnalato che gli studi di monitoraggio ambientale e di

GEL GELA

biomonitoraggio già riportati nei Rapporti SENTIERI 2011¹ e 2019² hanno messo in evidenza a più riprese una diffusa contaminazione di origine industriale nell'area di Gela. Pertanto, i risultati dello studio recente sopra descritti andrebbero verificati con altri studi effettuati soprattutto nel contesto urbano, anche alla luce dell'apertura della bioraffineria negli ultimi mesi del 2019. Il recente studio di Varrica et al.¹³ sopra menzionato ha rianalizzato dati relativi ai metalli in campioni biologici (capelli) di adolescenti e riferiti ad anni presumibilmente precedenti al 2010 (comunque relativi a periodi precedenti al 2014). I risultati sono riportati in forma aggregata per l'insieme dei siti industriali considerati (Augusta-Priolo, Pace del Mela, Gela) e hanno messo in luce un profilo specifico di elementi in traccia per le aree industriali, associabili alle contaminazioni legate ad attività petrolchimiche, che può essere distinto dagli elementi caratterizzanti il contesto urbano. Lo studio fornisce spunti utili per l'impostazione di attività di biomonitoraggio, sottolineando anche l'importanza di tenere conto delle differenze di genere.

I risultati ottenuti nel loro complesso mettono in evidenza la necessità di proseguire il programma di azioni di promozione della salute pubblica, sulla scia di quanto già implementato dalla Regione Sicilia per le aree a rischio ambientale, che andrebbe ridefinito *ad hoc* per il solo comune di Gela, sviluppando ulteriormente le direttrici già sottolineate nel Quinto Rapporto SENTIERI,² anche per dimostrare un'attenzione particolare verso una popolazione che presenta diverse fragilità socioeconomiche.¹⁴

Sulla base di quanto osservato nelle stime di rischio relative ai ricoverati, vi è la necessità di verificare l'appropriatezza dei ricoveri dei residenti a Gela, in quanto i ricoverati sono risultati sempre in eccesso nel profilo di salute generale, così come già mostrato nel Quinto Rapporto SENTIERI e nello studio di coorte dei lavoratori del petrolchimico. Tali osservazioni possono essere legate o alla presenza di fattori eziologici nel contesto di vita che determinano l'aumentato rischio di ricovero oppure alla facilità di accesso alle strutture sanitarie combinata con una non appropriatezza di ricorso al ricovero (che dovrebbe essere variabile in funzione degli esiti considerati), ovvero a una combinazione di entrambi i fattori.

È raccomandabile la replicazione di studi di monitoraggio ambientale (per esempio, di muschi e licheni) e di biomonitoraggio umano e animale, prendendo spunto dagli studi già effettuati in passato, con il fine di verificare se le esposizioni ai contaminanti di origine industriale nell'ambiente di vita siano diminuite nel periodo recente, successivamente alla chiusura degli impianti petrolchimici dal 2014 al 2019 e con la ripresa delle attività produttive a partire dagli

ultimi mesi del 2019, con l'avvio di una nuova bioraffineria, che occupa una porzione esigua del territorio industriale originariamente dedicato a impianti petrolchimici.

Per quanto riguarda l'esposizione della popolazione, è prioritario verificare la presenza di esposizioni a sostanze tossiche ancora presenti nell'ambiente di vita, a partire dalla catena alimentare.

Infine, l'osservazione ripetuta della maggior occorrenza di anomalie congenite a carico del sistema urinario e dei genitali nel comune di Gela suggerisce, oltre agli approfondimenti sul monitoraggio sopra richiamati, il rafforzamento dei sistemi di sorveglianza epidemiologica specifica e una attività multidisciplinare di ricerca eziologica.

Bibliografia

- Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:82-85.
- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:79-81.
- Dipartimento Regionale per le Attività Sanitarie e Osservatorio Epidemiologico Regione Siciliana. Stato di salute della popolazione residente nelle aree a rischio ambientale e nei siti di interesse nazionale per le bonifiche della Sicilia (Rapporto 2017). Disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/3YIksrG>
- Bianchi F, Bianca S, Dardanoni G et al. Malformazioni congenite nei nati residenti nel Comune di Gela (Sicilia, Italia). *Epidemiol Prev* 2006;30(1):19-26.
- Bianchi F, Bianca S, Barone C, Pierini A. aggiornamento della prevalenza di anomalie congenite tra i nati residenti nel comune di Gela. *Epidemiol Prev* 2014;38(3-4):219-26.
- Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
- Dipartimento Regionale per le Attività Sanitarie e Osservatorio Epidemiologico Regione Sicilia. Sistema di Sorveglianza delle Malformazioni Congenite (ultimo aggiornamento al 30.09.2020). Disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/3Jlr1QX>
- Drago G, Tavormina E, Ruggeri S et al. Applicazione di un algoritmo per la validazione dei casi di malformazione congenita proveniente dal flusso delle Schede di Dimissione Ospedaliera. *Epidemiol Prev* 2022;46(1-2):84-91.
- De Rocchi D, Zona A, Tumino R, Egidi V, Pasetto R. Mortality temporal trends and cancer incidence profiles of residents in the petrochemical industrially contaminated town of Gela (Sicily, Italy). *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(2):174-82.
- Pasetto R, Zona A, Pirastu R et al. Mortality and morbidity study of petrochemical employees in a polluted site. *Environ Health* 2012;11:34.
- Zona A, Marcello I, Soggiu ME, Beccaloni E, Carere M. Gela: inquinanti prioritari ed effetti sulla salute. In: Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:149-52.
- Copat C, Ferrante M, Hernout BV et al. Trace Element Bioaccumulation in Stone Curlew (*Burhinus oedicephalus*, Linnaeus, 1758): A Case Study from Sicily (Italy). *Int J Mol Sci* 2020;21(13):4597.
- Varrica D, Tamburo E, Alaimo MG. Levels of trace elements in human hair samples of adolescents living near petrochemical plants. *Environ Geochem Health* 2021;44(11):3779-97.
- Pasetto R, Iavarone I. Environmental Justice in industrially contaminated sites. From the development of a national surveillance system to the birth of an international network. In: Mah A, Davis T (eds): Toxic truths: Environmental justice and citizen science in a post-truth age. Manchester, Manchester University Press, 2020; pp. 199-219

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

GEL GELA

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.664 | 107 (103-111) | 1.493 | 114 (109-119) |
| Tutti i tumori maligni | 521 | 111 (104-120) | 361 | 114 (104-124) |
| Malattie del sistema circolatorio | 552 | 101 (94-109) | 572 | 109 (102-117) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 125 | 102 (88-118) | 72 | 106 (87-128) |
| Malattie dell'apparato digerente | 53 | 99 (79-124) | 39 | 90 (69-117) |
| Malattie dell'apparato urinario | 43 | 142 (110-182) | 37 | 130 (99-170) |

Tabella GEL_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table GEL_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 521 | 111 (104-120) | 361 | 114 (104-124) |
| Tumori maligni dello stomaco | 24 | 105 (75-146) | 18 | 136 (92-199) |
| Tumori maligni del colon retto | 77 | 141 (117-171) | 57 | 137 (111-171) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 28 | 94 (69-128) | 14 | 91 (59-141) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 137 | 109 (95-126) | 41 | 116 (90-150) |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | 6 | 372 (193-720) |
| Tumori della mammella | <3 | | 66 | 115 (94-141) |
| Tumori maligni del testicolo | 3 | 393 (157-984) | | |
| Tumori maligni della vescica | 22 | 86 (61-122) | 9 | 180 (105-310) |
| Linfomi non Hodgkin | 16 | 135 (90-203) | 8 | 108 (61-192) |
| Leucemie | 16 | 93 (62-140) | 9 | 72 (42-124) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 125 | 102 (88-118) | 72 | 106 (87-128) |
| Malattie respiratorie acute | 14 | 90 (58-139) | 19 | 146 (100-212) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella GEL_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table GEL_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 10.582 | 113 (111-114) | 10.842 | 120 (118-121) |
| Tutti i tumori maligni | 1.154 | 110 (105-115) | 1.011 | 112 (107-118) |
| Malattie del sistema circolatorio | 2.875 | 120 (117-124) | 2.144 | 136 (131-140) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.679 | 113 (109-118) | 1.382 | 125 (120-131) |
| Malattie dell'apparato digerente | 1.908 | 103 (99-106) | 1.524 | 101 (97-105) |
| Malattie dell'apparato urinario | 588 | 90 (84-96) | 356 | 87 (80-95) |

Tabella GEL_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table GEL_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.154 | 110 (105-115) | 1.011 | 112 (107-118) |
| Tumori maligni dello stomaco | 36 | 133 (101-175) | 29 | 183 (135-248) |
| Tumori maligni del colon retto | 147 | 118 (103-135) | 98 | 103 (88-122) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 38 | 92 (71-120) | 8 | 45 (25-79) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 108 | 92 (78-107) | 41 | 104 (80-134) |
| Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 3 | 30 (12-75) | 6 | 87 (45-168) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 302 | 115 (104-126) |
| Tumori maligni del testicolo | 16 | 104 (69-156) | | |
| Tumori maligni della vescica | 154 | 89 (78-101) | 33 | 99 (75-132) |
| Linfomi non Hodgkin | 53 | 114 (91-143) | 30 | 90 (67-122) |
| Leucemie | 27 | 82 (60-113) | 15 | 61 (40-94) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 1.679 | 113 (109-118) | 1.382 | 125 (120-131) |
| Malattie respiratorie acute | 654 | 123 (115-131) | 516 | 126 (117-135) |
| Asma | 24 | 81 (58-113) | 15 | 55 (36-83) |

Tabella GEL_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table GEL_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

GEL GELA

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|-------------|------|---------------|------|--------------|-------|--------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 10 | 74 (44-124) | 20 | 105 (73-151) | 25 | 103 (74-143) | 12 | 77 (48-123) | 37 | 93 (71-121) |
| Tutti i tumori | <3 | | 4 | 272 (122-606) | 5 | 199 (97-408) | 4 | 150 (67-334) | 9 | 174 (101-298) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 98 (39-246) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 7 | 88 (48-163) | | | | | | | | |

Tabella GEL_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table GEL_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 839 | 124 (117-131) | 3336 | 120 (117-124) | 4059 | 121 (118-124) | 1555 | 120 (115-125) | 5575 | 121 (118-124) |
| Malattie infettive e parassitarie | 26 | 56 (40-77) | 113 | 42 (36-49) | 132 | 44 (38-51) | 40 | 80 (61-103) | 172 | 50 (44-56) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 14 | 101 (65-156) | 22 | 98 (69-139) | 26 | 83 (60-115) | 48 | 91 (71-115) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 5 | 172 (84-354) | 6 | 160 (83-310) | <3 | | 8 | 140 (79-248) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 6 | 100 (52-194) | 8 | 85 (48-151) | 3 | 38 (15-96) | 11 | 66 (40-107) |
| Linfomi | | | 3 | 152 (61-379) | 5 | 114 (56-234) | <3 | | 7 | 68 (37-125) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 57 (23-142) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | 3 | 107 (43-269) | <3 | | 5 | 76 (37-157) |
| Leucemie | | | 3 | 74 (29-184) | 3 | 58 (23-146) | <3 | | 4 | 60 (27-134) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | <3 | | <3 | | 3 | 65 (26-162) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 38 | 76 (58-99) | 100 | 112 (95-132) | 136 | 136 (118-157) | 236 | 125 (113-139) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 351 | 78 (71-85) | 368 | 79 (73-86) | 35 | 144 (109-190) | 403 | 82 (76-89) |
| Asma | | | 28 | 76 (56-104) | 28 | 74 (54-101) | <3 | | 29 | 73 (54-99) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 343 | 106 (97-116) | 524 | 118 (110-127) | 254 | 97 (88-108) | 777 | 111 (105-118) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 59 | 77 (62-96) | 71 | 79 (65-96) | 43 | 106 (82-136) | 114 | 88 (75-102) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 374 | 152 (139-165) | | | | | | | | |

Tabella GEL_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table GEL_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 248 | 403,6 | 162 | (145-180) |
| Sistema nervoso | 18 | 29,3 | 162 | (104-242) |
| Cuore | 59 | 96,0 | 86 | (68-107) |
| Cuore severo | 15 | 24,4 | 85 | (52-132) |
| Palato-labbro | 10 | 16,3 | 136 | (73-233) |
| Apparato digerente | 15 | 24,4 | 116 | (71-180) |
| Parete addominale | <3 | | | |
| Apparato urinario | 34 | 55,3 | 268 | (196-360) |
| Genitali | 57 | 92,8 | 470 | (369-591) |
| Arti | 34 | 55,3 | 171 | (125-229) |
| Cromosomiche | 8 | 13,0 | 63 | (31-114) |

Tabella GEL_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2011-2019.

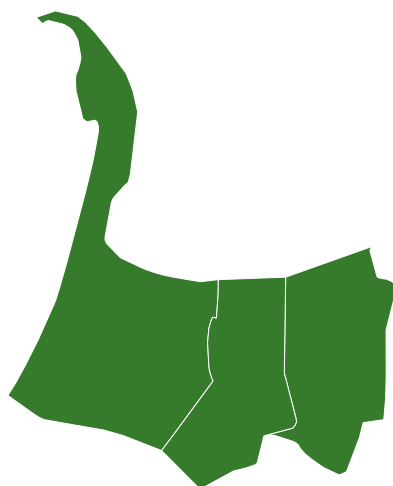
Table GEL_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2011-2019.



SICILIA

MIL

AREA INDUSTRIALE DI MILAZZO



3
COMUNI

42 944
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Milazzo
- Pace del Mela
- San Filippo del Mela

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di una raffineria (P&R), un impianto siderurgico (S), una centrale elettrica (E), un impianto di produzione di cemento-amianto (A), una discarica di rifiuti industriali (D).

Nessuno dei 3 comuni del sito ha un alto livello di deprivazione.

Il 15,3% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 70,9/100.000 casi (-22,2%) nei maschi e di 25,1/100.000 casi (-13,3%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale per tutti i tumori maligni e per malattie dell'apparato digerente è in difetto rispetto all'atteso in entrambi i generi. Tra la popolazione maschile, la mortalità per malattie del sistema circolatorio e dell'apparato urinario è in eccesso, sulla base di stime affette da incertezza, e la mortalità per malattie dell'apparato respiratorio è in difetto rispetto all'atteso. Tra le femmine, si osserva un eccesso della mortalità per malattie del sistema circolatorio e degli apparati respiratorio e urinario, queste due ultime sulla base di stime incerte (**Tabella MIL_1**).

Tra le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con *fonti di esposizioni ambientali* presenti nel sito, risulta in eccesso in entrambi i generi come causa di decesso il tumore della vescica, anche se nella popolazione femminile le stime sono incerte. Il tumore della vescica ha un'evidenza *a priori* di associazione con discariche di rifiuti industriali.

Tra le patologie correlate ad amianto, nella sola popola-

zione maschile è in eccesso la mortalità per i mesoteliomi totali, sulla base di stime affette da incertezza, e per asbestosi, mentre si osserva un numero di decessi per mesotelioma pleurico inferiore a tre, per cui non sono state elaborate stime di rischio. Tra le femmine, per le quali è stato osservato un numero di decessi per mesoteliomi totali, mesoteliomi pleurici e per asbestosi inferiore a tre, è in eccesso la mortalità per il tumore dell'ovaio, sulla base di stime incerte. Nella popolazione maschile, inoltre, è in eccesso, sulla base di stime incerte, la mortalità per il tumore della prostata, per i linfomi non Hodgkin e per le malattie renali. La mortalità per malattie dell'apparato respiratorio, in particolare per malattie polmonari croniche, è in eccesso nella sola popolazione femminile, anche in questo caso con stime affette da incertezza. La mortalità per le altre patologie *a priori* è risultata in difetto oppure in linea con l'atteso (**Tabella MIL_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause, per tutti i tumori e per i grandi gruppi di malattie è in difetto rispetto all'atteso in entrambi i generi, tranne i ricoverati per le malattie dell'apparato urinario (**Tabella MIL_3**).

Tra le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con le *fonti di esposizioni ambientali* presenti nel sito, sono in eccesso come diagnosi principale di ricovero sia nella popolazione maschile sia in quella femminile i tumori maligni del connettivo e dei tessuti molli (stime incerte), le leucemie (stime incerte) e l'insufficienza renale cronica (stime incerte tra le femmine). Tra i maschi, sono in eccesso i tumori della prostata, l'asbestosi (sulla base di 3 casi e stime imprecise) e nefriti, sindrome nefrosica e nefrosi; inoltre, anche se le stime sono incerte, l'ospedalizzazione tra i maschi è in eccesso per i tumori del testicolo, del rene e per linfomi non Hodgkin. Tra le femmine, l'ospedalizzazione per i tumori del rene, i linfomi non Hodgkin e nefriti, sindrome nefrosica e nefrosi è risultata in difetto rispetto all'atteso; il numero di ricoverate per asbestosi è inferiore a tre. Nella popolazione femminile, oltre alle patologie sopra menzionate, sono risultati in eccesso come diagnosi principale di ricovero, sulla base di stime incerte, il tumore del polmone, della mammella, dell'ovaio e della vescica. L'ospedalizzazione per il tumore polmonare e della vescica tra i maschi è in difetto rispetto alla popolazione di riferimento; il numero di ricoverati per tumore della mammella è inferiore a tre casi (**Tabella MIL_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Nel periodo in studio sono stati registrati complessivamente 13 decessi in età 0-29 anni. La mortalità generale appare in difetto, sebbene con stime incerte, rispetto all'atteso in tutte le sottoclassi di età considerate (**Tabella MIL_5**).

MIL MILAZZO

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di ospedalizzazione per tutte le cause naturali e per i principali gruppi di patologie mostra difetti rispetto all'atteso regionale in tutte le sottoclassi di età analizzate. Fanno eccezione a questo quadro i ricoveri per tutti i tumori in età pediatrica, che sono in eccesso tra le femmine (6 casi su 8, SHR 211; IC90% 109-408). (Tabella MIL_6)

Sezione anomalie congenite

Il numero di nati da madri residenti nel sito nel periodo 2011-2019 è stato di 3.032; nel periodo in studio, sono stati osservati complessivamente 111 casi di anomalie congenite (AC), con una prevalenza di 366,1 per 10.000 nati, superiore alla prevalenza regionale (O/A 147; IC90% 124-172). È stato registrato un numero superiore di casi rispetto all'atteso per le AC dei genitali e degli arti (Tabella MIL_7).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito Area industriale di Milazzo include diverse attività industriali che hanno determinato una diffusa contaminazione ambientale per la quale il sito è stato definito "area a rischio ambientale elevato" prima, poi "di interesse per la bonifica". Nel 2002, tra le aree da bonificare è stata inserita l'ex-industria di produzione di manufatti in cemento-amianto "Sacelit", ubicata nel Comune di San Filippo del Mela.

Il precedente Rapporto SENTIERI ha messo in evidenza specifiche patologie in eccesso, ascrivibili, almeno in parte, a esposizioni a contaminanti presenti nel sito, in linea con quanto riportato da studi analitici svolti nell'area. In particolare, sono stati osservati eccessi di patologie correlate ad amianto, quali mesoteliomi e tumore polmonare, di malattie respiratorie e cardiocircolatorie, per la possibile associazione con l'esposizione a inquinamento atmosferico, dell'apparato urinario e malattie renali (si veda SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹

Le analisi qui presentate mostrano un eccesso della mortalità per mesoteliomi totali e della mortalità e ospedalizzazione per asbestosi tra la popolazione maschile, anche se con un numero esiguo di casi. Nella popolazione femminile sono risultate in eccesso la mortalità e l'ospedalizzazione per tumore dell'ovaio, anche se le stime sono affette da incertezza: questo tumore è stato associato con evidenza limitata all'esposizione ad amianto, in base alla valutazione dell'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro.² Gli eccessi osservati fanno ipotizzare un ruolo di esposizioni ad amianto in ambito occupazionale. Il Rapporto SENTIERI-ReNaM aveva messo in luce un eccesso di incidenza di mesoteliomi sia tra i maschi sia tra le femmine residenti nel sito, attribuendo un'esposizione professionale in settori lavorativi del cemento-amianto, della

produzione di energia elettrica e gas e dell'industria metalmeccanica a 7 casi sugli 11 per i quali è stata accertata la modalità di esposizione.³ Il recente aggiornamento dello studio di coorte degli ex-lavoratori della fabbrica del cemento-amianto "Sacelit" di San Filippo del Mela ha riportato eccessi di patologie correlate ad amianto (mortalità, ospedalizzazione e incidenza) tra gli ex-lavoratori, mentre non sono stati registrati casi tra le femmine.⁴

Le malattie respiratorie, che riconoscono un'evidenza *a priori* di associazione con diverse fonti di esposizione presenti nel sito e riportate in eccesso nel precedente Rapporto SENTIERI e in studi analitici,¹ non hanno fatto registrare eccessi rispetto alla popolazione di riferimento, se non la mortalità per malattie polmonari croniche nella popolazione femminile sulla base di stime incerte. L'ospedalizzazione per le malattie respiratorie nel loro insieme e per sottogruppi (malattie polmonari acute e croniche, asma) è risultata in difetto sia tra i maschi sia tra le femmine. Non sono stati osservati ricoveri per asma in età pediatrico-adolescenziale e giovanile, mentre i ricoverati per infezioni respiratorie acute sono in difetto in tutte le sottoclassi di età analizzate, con stime incerte solo tra i giovani (20-29 anni).

Tra le malattie dell'apparato circolatorio, la cui mortalità è in eccesso in entrambi i generi, le malattie ischemiche del cuore, patologie con evidenza limitata di associazione con l'inquinamento atmosferico,⁵ sono in eccesso in entrambi i generi come causa di decesso (● maschi: 172 casi, SMR 125; IC90% 110-141 ● femmine: 191 casi, SMR 174; IC90% 154-196). L'ospedalizzazione sia per l'insieme delle malattie del sistema circolatorio sia per il sottogruppo delle malattie ischemiche del cuore è risultata in linea con la popolazione di riferimento in entrambi i generi (per le malattie ischemiche del cuore ● maschi: 526 casi, SHR 96; IC90% 89-103 ● femmine: 225 casi, SHR 100; IC90% 89-111).

Va segnalato che la mortalità per il tumore del polmone, associato con evidenza *a priori* sufficiente con l'esposizione ad amianto e limitata con impianti petrolchimici e siderurgici, non ha fatto registrare eccessi.

Vista l'evidenza *a priori* di associazione con impianti siderurgici e gli eccessi riportati in studi precedenti,¹ si riportano gli eccessi di ospedalizzazione e mortalità nella popolazione maschile per le malattie dell'apparato urinario, in particolare per nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi e per insufficienza renale cronica. L'ospedalizzazione per insufficienza renale cronica è in eccesso anche tra la popolazione femminile. Da un recente studio metanalitico, è risultato che queste patologie sono in eccesso nei siti caratterizzati dalla contaminazione di solventi e metalli pesanti,⁶ sostanze presenti nel suolo e nelle acque di falda del sito in concentrazioni oltre i limiti di legge. Tra le altre patologie con evidenza *a priori* di associazione con impianti siderurgici, si è osservato un eccesso di mortalità e ospe-

MIL MILAZZO

dalizzazione per il tumore della prostata e di ospedalizzazione per tumori del tessuto connettivo e dei tessuti molli (patologia con evidenza *a priori* di associazione anche con impianti petrolchimici) in entrambi i generi; il numero di decessi per tumori del tessuto connettivo e dei tessuti molli è inferiore a tre. L'ospedalizzazione per il tumore della tiroide, segnalato in eccesso nel precedente Rapporto SENTIERI,¹ è in linea con l'atteso.

Il quadro complessivo delle AC conferma in parte quanto emerso nella precedente rilevazione riferita al periodo 2010-2015,¹ in particolare gli eccessi delle AC dei genitali e degli arti, che richiedono un'attenta attività di sorveglianza. Non viene confermato, invece, l'eccesso osservato precedentemente per il totale delle AC del cuore, che risultano inoltre esigue (meno di 3 casi) nel solo sottogruppo delle severe. Questo risultato potrebbe essere spiegato dal consolidamento negli ultimi anni delle attività del Registro regionale delle malformazioni congenite,^{7,8} che consentono di produrre indicatori più accurati.

Le presenti analisi non hanno registrato eccessi precedentemente segnalati, in particolare per le malattie respiratorie, risultate nel periodo qui considerato in difetto o in linea con l'atteso. Altre patologie, invece, che riconoscono tra i possibili fattori di rischio l'esposizione a contaminanti rilasciati dalle attività presenti nel sito, sono state rilevate in eccesso in particolare tra la popolazione maschile, per cui è ipotizzabile che esposizioni in ambiti occupazionali può aver contribuito nell'insorgenza di alcune di queste in maniera importante. Inoltre, essendo malattie multifattoriali, diversi fattori di rischio, come quelli legati allo stile di vita (dieta, fumo) e allo stato socioeconomico, fattori genetici e l'accesso a cure adeguate, possono aver agito in maniera sinergica.

Alla luce di questi risultati, il piano di sorveglianza sanitaria rivolta agli ex-lavoratori della fabbrica del cemento-amianto di San Filippo del Mela e ai lavoratori di alcune aziende presenti sul territorio, insieme ai loro familiari, in corso da parte dell'Azienda sanitaria provinciale di Milazzo, appare particolarmente importante e se ne suggerisce la prosecuzione. Il sito industriale di Milazzo è inserito nel "Piano straordinario di interventi sanitari nelle aree a rischio ambientale della Sicilia" che la Regione conduce dal 2014 (D.A. 356 del 11 marzo 2014), coordinato dal Dipartimento attività sanitarie e osservatorio epidemiologico regionale. La sorveglianza sanitaria dei soggetti esposti ad amianto e a rischi lavorativi è tra le azioni del Piano che prevede, tra l'altro, la sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti in queste aree, anche attraverso lo svolgimento di specifici studi epidemiologici analitici. I Rapporti pubblicati dal Dipartimento attività sanitarie

e osservatorio epidemiologico e gli studi analitici svolti in questa area rientrano in tali attività (vedi Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹ Accanto alle sorveglianze, il Piano prevede azioni mirate alla razionalizzazione dell'offerta territoriale diagnostica e assistenziale, all'implementazione di screening oncologici e alla promozione di stili di vita corretti. Tra gli elementi qualificanti del Piano, va sottolineato il coinvolgimento delle strutture sanitarie territoriali e delle popolazioni, attraverso la condivisione e la trasparenza delle attività che vengono svolte.⁹ Il Piano della Regione Sicilia rappresenta un esempio virtuoso di interventi da parte delle strutture sanitarie in territori affetti da contaminazione ambientale e se ne raccomanda l'implementazione e il rafforzamento in tutte le aree interessate. In particolare, si suggerisce il rafforzamento dell'integrazione con le strutture e le istituzioni con competenze in campo ambientale, che potrà fornire ulteriori elementi qualificanti. I risultati delle presenti analisi potranno contribuire alle conoscenze del territorio ai fini dello svolgimento delle azioni del Piano stesso.

Settimo et al.¹⁰ hanno studiato nello stesso periodo temporale di questo Rapporto SENTIERI la mortalità e i ricoveri ospedalieri in questo sito, in relazione alla presenza di inquinanti specifici.

Bibliografia

- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:153-56.
- International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. Arsenic, metals, fibres, and dusts. Volume 100C. A review of human carcinogens. Lyon, IARC, 2012; pp. 219-310.
- Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:157-59.
- Fazzo L, Cernigliaro A, De Santis M et al. Occupational cohort study of asbestos-cement workers in a contaminated site in Sicily (Italy). *Epidemiol Prev* 2020; 44(2-3):137-144.
- Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl. 3:1-96.
- Benedetti M, Minichilli F, Soggiu ME, Manno V, Fazzo L. Ecological meta-analytic study of kidney disease in Italian contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(4):314-23.
- Dipartimento Regionale per le Attività Sanitarie e Osservatorio Epidemiologico Regione Sicilia: Sistema di Sorveglianza delle Malformazioni Congenite. Ultimo aggiornamento 30.09.2020. Disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/3WHdL4>
- Drago G, Tavormina E, Ruggeri S et al. Applicazione di un algoritmo per la validazione dei casi di malformazione congenita proveniente dal flusso delle Schede di Dimissione Ospedaliera. *Epidemiol Prev* 2022;46(1-2):84-91.
- Regione Siciliana. Un programma organico di interventi sanitari nei Siti di Interesse Nazionale per le bonifiche della Sicilia. Disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/3Z4kDOK>
- Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37..

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

MIL MILAZZO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|--------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 1.118 | 94 (90-99) | 1.165 | 97 (93-102) |
| Tutti i tumori maligni | 310 | 91 (82-99) | 230 | 93 (84-104) |
| Malattie del sistema circolatorio | 436 | 102 (94-110) | 576 | 112 (104-120) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 88 | 91 (76-108) | 65 | 101 (82-124) |
| Malattie dell'apparato digerente | 39 | 98 (76-128) | 28 | 75 (55-103) |
| Malattie dell'apparato urinario | 30 | 124 (92-167) | 28 | 102 (75-140) |

Tabella MIL_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MIL_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|------------------|---------|--------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 310 | 91 (82-99) | 230 | 93 (84-104) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 17 | 79 (53-117) | 4 | 33 (15-73) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 67 | 74 (61-91) | 25 | 96 (69-133) |
| Mesoteliomi | 5 | 168 (82-345) | <3 | |
| Mesotelioma maligno della pleura | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | <3 | |
| Tumori maligno della mammella | <3 | | 41 | 95 (73-122) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 12 | 109 (68-174) |
| Tumori maligni del testicolo | 40 | 123 (95-160) | | |
| Tumore migno del rene | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | <3 | | 3 | 94 (38-236) |
| Linfomi non Hodgkin | 27 | 139 (101-190) | 5 | 118 (57-242) |
| Leucemie | 10 | 118 (71-198) | 5 | 87 (43-179) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 10 | 80 (48-133) | 8 | 81 (46-144) |
| Malattie respiratorie acute | 88 | 91 (76-108) | 65 | 101 (82-124) |
| Malattie polmonari croniche | 8 | 64 (36-114) | 11 | 86 (53-141) |
| Asma | 47 | 83 (65-105) | 36 | 124 (94-163) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |
| Malattie glomerulari, malattie renali tubulo-interstiziali, insufficienza renale | 5 | 3372 (1641-6927) | <3 | |
| Infezione renale cronica | 28 | 123 (91-168) | 26 | 100 (73-138) |
| | 12 | 100 (62-159) | 12 | 90 (56-144) |

Tabella MIL_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MIL_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

MIL MILAZZO

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|-------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 5.732 | 97 (95-99) | 5.463 | 94 (92-96) |
| Tutti i tumori maligni | 674 | 92 (87-98) | 605 | 97 (91-104) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.576 | 96 (92-100) | 1.157 | 97 (92-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 920 | 99 (93-104) | 679 | 94 (88-100) |
| Malattie dell'apparato digerente | 970 | 81 (77-86) | 864 | 89 (84-94) |
| Malattie dell'apparato urinario | 486 | 109 (101-117) | 277 | 97 (88-107) |

Tabella MIL_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MIL_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|-----------------|---------|--------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 674 | 92 (87-98) | 605 | 97 (91-104) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 16 | 56 (37-84) | 7 | 53 (29-98) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 49 | 59 (47-75) | 28 | 101 (74-138) |
| Tumori maligni della pleura | <3 | | <3 | |
| Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 7 | 105 (57-194) | 5 | 108 (53-223) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 184 | 103 (91-116) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 21 | 110 (77-158) |
| Tumori maligni della prostata | 102 | 127 (108-149) | | |
| Tumori maligni del testicolo | 11 | 126 (77-207) | | |
| Tumori maligni della vescica | 106 | 86 (73-101) | 27 | 112 (81-153) |
| Tumori maligni del rene, eccetto la pelvi | 21 | 102 (71-145) | 5 | 49 (24-101) |
| Linfomi non Hodgkin | 37 | 119 (91-156) | 20 | 90 (62-130) |
| Leucemie | 25 | 113 (81-156) | 17 | 101 (68-150) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 920 | 99 (93-104) | 679 | 94 (88-100) |
| Malattie respiratorie acute | 237 | 73 (65-81) | 153 | 60 (53-69) |
| Malattie polmonari croniche | 8 | 17 (9-30) | 13 | 46 (29-72) |
| Asma | 5 | 32 (16-66) | 6 | 39 (20-75) |
| Asbestosi | 3 | 1652 (660-4133) | <3 | |
| Nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali | 192 | 115 (102-130) | 121 | 89 (77-104) |
| Insufficienza renale cronica | 150 | 149 (130-170) | 81 | 103 (86-124) |

Tabella MIL_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MIL_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

MIL MILAZZO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--|------------|--------------|------|-------------|------|-------------|-------|-------------|------|-------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 6 | 87 (45-168) | 7 | 74 (40-136) | 7 | 59 (32-109) | 6 | 77 (40-149) | 13 | 66 (42-104) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 5 | 124 (60-254) | | | | | | | | |

Tabella MIL_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table MIL_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|-------------|-------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 282 | 81 (73-89) | 1101 | 82 (78-86) | 1343 | 84 (80-87) | 613 | 96 (90-102) | 1.941 | 87 (84-90) |
| Malattie infettive e parassitarie | 11 | 45 (28-74) | 68 | 52 (43-63) | 72 | 50 (41-61) | 17 | 69 (46-102) | 89 | 53 (44-63) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 8 | 122 (69-216) | 10 | 96 (57-160) | 7 | 45 (24-83) | 17 | 66 (45-98) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | <3 | | 3 | 170 (68-426) | <3 | | 3 | 109 (44-273) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | <3 | | 3 | 69 (28-172) | <3 | | 3 | 37 (15-94) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 17 | 73 (49-109) | 37 | 90 (68-117) | 42 | 85 (66-110) | 79 | 87 (73-105) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 167 | 74 (65-84) | 169 | 73 (64-83) | 8 | 67 (37-118) | 177 | 73 (64-82) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 102 | 67 (57-78) | 150 | 72 (63-83) | 116 | 90 (77-105) | 265 | 79 (72-88) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 28 | 75 (55-102) | 39 | 90 (69-116) | 12 | 60 (37-95) | 51 | 81 (64-101) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 127 | 100 (86-115) | | | | | | | | |

Tabella MIL_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table MIL_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|-----------------------|-------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 111 | 366,1 | 147 | (124-172) |
| Sistema nervoso | 5 | 16,5 | 91 | (36-193) |
| Cuore | 41 | 135,2 | 121 | (91-157) |
| Cuore severo | < 3 | | | |
| Palato-labbro | 3 | 9,9 | 83 | (23-215) |
| Apparato digerente | 3 | 9,9 | 47 | (13-122) |
| Parete addominale | 0 | | | |
| Apparato urinario | 9 | 29,7 | 144 | (75-252) |
| Genitali | 13 | 42,9 | 217 | (128-347) |
| Arti | 22 | 72,6 | 224 | (151-321) |
| Cromosomiche | 4 | 13,2 | 64 | (22-147) |

Tabella MIL_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2011-2019.

Table MIL_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2011-2019.



SICILIA

PRI

PRIOLO (SR)



4
COMUNI

178 651
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Augusta
- Melilli
- Priolo Gargallo
- Siracusa

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C), un polo petrolchimico e una raffineria (P&R), un'area portuale (AP), amianto (A) e discariche (D).

Uno dei quattro Comuni del sito, Priolo Gargallo, ha un alto livello di deprivazione.

Il 29,5% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 20,7/100.000 casi (-6,5%) nei maschi e un aumento di 6,2/100.000 casi (+3,3%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale è in linea con l'atteso tra i maschi e in difetto tra le femmine. Sia tra i maschi sia tra le femmine, è in eccesso la mortalità per tutti i tumori maligni, sulla base di stime affette da incertezza, e per malattie dell'apparato digerente; le malattie dell'apparato urinario sono in eccesso come causa di morte tra i maschi e tra le femmine (su stime incerte tra queste ultime). È in difetto in entrambi i generi la mortalità per malattie del sistema circolatorio e dell'apparato respiratorio (**Tabella PRI_1**).

La mortalità per le patologie con un'evidenza *a priori* di associazione con le fonti di esposizioni ambientali presenti nel sito ha rilevato eccessi in entrambi i generi, per mesoteliomi totali e pleurici e, sulla base di stime incerte, per tutti i tumori, i tumori epatici e polmonari (sulla base di stime incerte tra i soli maschi), per linfomi non Hodgkin e per

malattie polmonari acute. Nella sola popolazione maschile, si sono osservati eccessi di mortalità, anche se sulla base di stime affette da incertezza, per tumore dello stomaco, del tessuto connettivo e di altri tessuti molli, del tumore del testicolo (con un numero esiguo casi) e per asbestosi (stima incerta e imprecisa). Tra la sola popolazione femminile, è in eccesso la mortalità per tumore della mammella (con stima incerta). La mortalità per tumore della vescica in entrambi i generi (con stima incerta) e per tumore ovarico sono in difetto rispetto alla popolazione di riferimento. La mortalità per leucemie è in linea con l'atteso sia tra i maschi sia tra le femmine (**Tabella PRI_2**).

■ **Ospedalizzazione.** L'ospedalizzazione per tutte le cause naturali e per tutti i grandi gruppi di patologie è in eccesso rispetto all'atteso in entrambi i generi (**Tabella PRI_3**). Tra le patologie *a priori*, sono in eccesso come diagnosi principale di ricovero, in entrambi i generi, tutti i tumori maligni nel loro insieme, i tumori maligni polmonari (stime incerte tra le femmine) e pleurici, della mammella (con stima incerta tra le femmine) e della vescica (sulla base di stime incerte), i linfomi non Hodgkin (con stima incerta tra i maschi), le malattie dell'apparato respiratorio e le malattie polmonari acute. Nella sola popolazione maschile, è in eccesso, sulla base di stime affette da incertezza, l'ospedalizzazione per i tumori dello stomaco e del testicolo, per leucemie e per asma. Tra le sole femmine, sono in eccesso le ricoverate per tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli (stime incerte). Il numero di soggetti ricoverati per asbestosi è inferiore a tre in entrambi i generi, per cui non sono state elaborate le stime di rischio. L'ospedalizzazione per tumore del colon retto e del fegato è in difetto in entrambi i generi (con stima incerta) ed è risultata in difetto tra le femmine anche l'ospedalizzazione per leucemie e per tumore dell'ovaio (stima incerta) (**Tabella PRI_4**).

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Il quadro della mortalità in questo sito (**Tabella PRI_5**) è sostanzialmente in difetto rispetto all'atteso nelle classi di età considerate, soprattutto tra i giovani adulti (20-29 anni). Nel complesso delle età pediatrico-adolescenziali (0-19 anni), si osserva un eccesso per leucemie con tre decessi, basato su stima incerta.

■ **Ospedalizzazione.** In tutte le classi di età analizzate, si osserva un eccesso di ricoverati per tutte le cause e per infezioni acute delle vie respiratorie in entrambi i generi (**Tabella PRI_6**).

Eccessi su tutte le classi di età sono evidenti anche per le malattie dell'apparato digerente: in età pediatrica solo tra le femmine, con stime incerte (307 casi, SHR 109; IC90% 99-120); in età 0-19 sui due generi, in particolare tra le femmine (528 casi, SHR 130; IC90% 121-139); in età 20-29 sia sui due generi sia separatamente in maschi e femmine;

PRI PRIOLO

nell'insieme delle età 0-29 anni, sia sui due generi sia tra le sole femmine (877 casi, SHR 129; IC90% 122-137).

Un deficit di ricovero per malattie infettive e parassitarie è riscontrabile in tutti i gruppi di età analizzati, tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni), tra i quali si riscontra un eccesso del 50% rispetto all'atteso. Un'ospedalizzazione inferiore all'atteso è riscontrabile anche per tutti i tumori maligni, in tutti le classi di età, sebbene accompagnata da incertezza. L'ospedalizzazione per asma è in difetto, tranne che nei giovani adulti, ma sempre con stime incerte. In età pediatrica, si osserva un difetto di ricoveri per patologie circolatorie.

Nel primo anno di vita, si rileva un eccesso di ricoverati per condizioni morbose di origine perinatale. In età giovanile (20-29 anni), si osserva un eccesso tra i soli maschi di ricoveri per leucemia linfoide (3 casi, SHR 310; IC90% 124-775).

Sezione anomalie congenite

Nel sito, il numero di nati da madri residenti nel periodo 2011-2019 è stato pari a 13.607; nello stesso periodo, sono stati osservati 347 casi con anomalia congenita (AC), con una prevalenza di 255,0 per 10.000 nati. La prevalenza di AC nel sito è molto simile a quella regionale (O/A 102; IC90% 93-112), mentre risulta superiore all'atteso la prevalenza delle AC dei genitali. Si registra, inoltre, una prevalenza inferiore di anomalie severe del cuore (**Tabella PRI_7**).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il sito di Priolo è caratterizzato dalla presenza di diverse attività industriali ed è interessato da una diffusa contaminazione di sostanze pericolose (vedi Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹ Fin dai primi anni Duemila, la popolazione residente nel sito è oggetto di indagini epidemiologiche svolte sia a livello nazionale sia regionale e il sito è inserito tra le aree incluse nel Piano di sorveglianza della Regione Siciliana sulle aree a elevato rischio ambientale (vedi Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹

Durante questi anni, sono stati riscontrati eccessi di patologie specifiche che riconoscono tra i fattori di rischio l'esposizione a sostanze presenti nel sito e considerate contaminanti prioritari, vista la concentrazione riscontrata nelle diverse matrici e la loro pericolosità (vedi Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹ Una di queste è l'esposizione ad amianto, vista la presenza nel comune di Siracusa di un'industria di manufatti di cemento-amianto, attiva dal 1955 al 1991, e il rischio di esposizione ad amianto in settori occupazionali presenti nel sito, come impianti petrolchimici e attività portuali. Il Rapporto SENTIERI-ReNaM del 2016 riportò un eccesso di incidenza di mesoteliomi sia nella popolazione femminile sia in quella maschile residente nel sito di Priolo, attribuendo un'esposizione ad

amianto in ambito occupazionale al 73% dei casi per i quali era stata accertata la modalità di esposizione.²

Nella presente analisi, sono stati riscontrati eccessi di mortalità per mesoteliomi totali e pleurici e per tumore polmonare in entrambi i generi, per asbestosi nella sola popolazione maschile. Nell'ospedalizzazione, si sono osservati eccessi per tumori maligni della pleura in entrambi i generi e il numero di ricoveri per asbestosi è risultato inferiore a tre nel periodo analizzato. Il tumore ovarico, tra le malattie correlate ad amianto, è in difetto sia come causa di decesso sia come diagnosi principale di ricovero. L'esposizione ad amianto in ambito occupazionale e/o familiare è ipotizzabile per molti di questi casi.

In studi precedenti e nell'ultimo Rapporto SENTIERI,¹ sono stati messi in evidenza gli eccessi per tumore della mammella, data la sua associazione con l'esposizione a contaminanti presenti nel sito. Nella presente analisi, la mortalità per tumore della mammella è in eccesso tra le femmine, con un numero di deceduti di sesso maschile inferiore a tre casi; l'ospedalizzazione per questa patologia è risultata in eccesso in entrambi i generi. Il tumore della mammella ha un'evidenza *a priori* di associazione con impianti petrolchimici e discariche e, in particolare, con le diossine e i policlorobifenili (PCB).³ Gli eccessi riscontrati richiedono una particolare attenzione, vista la rarità nel sesso maschile e data l'esigenza di implementare un adeguato screening oncologico. Altri tumori con evidenza di associazione con sostanze presenti nel sito e che hanno effetti sul sistema endocrino, come le diossine e i PCB,⁴ sono risultati in eccesso sia nella mortalità sia nelle ospedalizzazioni: la mortalità è in eccesso per il tumore della prostata (127 casi, SMR 110; IC90% 95-128) e del testicolo (3 casi, SMR 156; IC90% 62-390), eccessi osservati anche nell'ospedalizzazione (● tumore della prostata: 323 casi, SHR 102; IC90% 93-112; ● tumore del testicolo: 40 casi, SHR 107; IC90% 83-139), anche se le stime sono affette da incertezza. L'ospedalizzazione per il tumore della tiroide è in eccesso sia tra i maschi (56 casi, SHR 136; IC90% 109-170) sia tra le femmine (140 casi, SHR 116; IC90% 101-133), mentre risultava in difetto su tutte le età nel precedente periodo (2006-2013) sia come ricoverati in entrambi i generi (● maschi: 65 casi, SHR 87; IC90% 71-106; ● femmine: 201 casi, SHR 87; IC90% 77-97) sia come rischio di incidenza nei maschi e nelle femmine in età 15-39 anni e >40 anni, sul periodo 2006-2012.⁵ I linfomi non Hodgkin sono in eccesso in entrambi i generi sia come causa di decesso sia come diagnosi principale di ricovero. Si segnala un eccesso di ospedalizzazione, su stime incerte, tra i soli maschi per leucemie su tutte le età, affiancato da un eccesso per leucemia linfoide solo nel genere maschile in età giovanile (20-29 anni: 3 casi, SHR 310; IC90% 124-775).

I tumori dei tessuti del connettivo e dei tessuti molli, con evidenza *a priori* di associazione con impianti petrolchi-

PRI PRIOLO

mici e raffinerie e riscontrati come in eccesso precedentemente,¹ sono in eccesso nella mortalità tra la sola popolazione maschile e nell'ospedalizzazione tra le sole femmine, in entrambi i casi sulla base di stime incerte.

Visti gli eccessi di mortalità e ospedalizzazione per malattie dell'apparato urinario e la presenza nel sito di contaminanti che hanno un effetto nefrotossico, come i metalli pesanti e i solventi, si segnalano gli eccessi di ospedalizzazione in entrambi i generi per nefrite, sindrome nefrosica e nefrosi (● maschi: 703 casi, SHR 112; IC90% 105-119 ● femmine: 529 casi, SHR 104; IC90% 97-112) e per insufficienza renale cronica (● maschi: 496 casi, SHR 129; IC90% 120-139 ● femmine: 327 casi, SHR 111; IC90% 101-121). Un recente studio metanalitico ha fatto osservare eccessi di queste patologie nell'insieme dei siti contaminati da metalli pesanti e solventi, ipotizzando un ruolo dell'esposizione a queste sostanze nella loro insorgenza.⁶

La mortalità e l'ospedalizzazione per malattie polmonari acute e l'ospedalizzazione per le malattie polmonari nel loro insieme sono in eccesso in entrambi i generi. Anche nelle classi di età pediatrico-adolescenziali (0-14 e 0-19 anni) e giovanili (20-29 anni), si riscontra un eccesso di ricoverati per infezioni acute delle vie respiratorie in entrambi i generi, peraltro già osservato nel precedente aggiornamento per gli anni 2006-2013.¹ L'esposizione a inquinamento atmosferico è riconosciuto come uno dei fattori di rischio per queste patologie e l'esposizione a sostanze volatili emesse dalle attività industriali presenti nel sito può aver giocato un ruolo eziologico nel determinarle. L'eccesso del gruppo delle AC dei genitali, per il quale era emerso un segnale nella precedente rilevazione,¹ suggerisce un opportuno approfondimento epidemiologico.

Le presenti analisi confermano eccessi nella popolazione residente nel sito di patologie per le quali l'esposizione a contaminanti emessi o rilasciati da fonti di esposizione presenti nel sito possono aver giocato un ruolo eziologico. In particolare, si sottolineano gli eccessi riscontrati per malattie correlate ad amianto, per patologie sensibili a sostanze con interferenza endocrina (documentate in diversi comparti ambientali del sito) e per le malattie respiratorie e renali, per molte delle quali è ipotizzabile un ruolo anche di esposizioni in ambito occupazionale. Essendo patologie multifattoriali, i diversi fattori di rischio, inclusi quelli legati a stili di vita (dieta e fumo) e allo stato socioeconomico, oltre a esposizioni ambientali e occupazionali a sostanze chimiche, possono aver avuto un ruolo concausale nella loro insorgenza.

L'eccesso della prevalenza di AC dei genitali, insieme all'eccesso osservato dell'ospedalizzazione per tumore del testicolo, suggeriscono adeguati approfondimenti.

Dal 2014, la Regione Siciliana ha attivato un "Piano straor-

dinario di interventi sanitari nelle aree a rischio ambientale della Sicilia", che prevede diverse linee di intervento articolate sui territori (D.A. 356 del 11 marzo 2014). Tra queste, è prevista la sorveglianza sanitaria dei soggetti esposti ad amianto e a rischi lavorativi. Attualmente, nel sito di Priolo è in corso la sorveglianza sanitaria per gli ex-lavoratori della fabbrica del cemento-amianto di Siracusa, che, anche alla luce dei risultati qui presentati, appare particolarmente appropriata e se ne raccomanda l'implementazione.

Il Piano prevede anche la sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti in queste aree, inclusi specifici studi epidemiologici analitici, che in questi anni sono coordinati dal Dipartimento attività sanitarie e osservatorio epidemiologico della Regione (vedi Rapporto SENTIERI 2019 e studi ivi citati).¹ Accanto a tali attività, sono previste azioni mirate alla razionalizzazione dell'offerta territoriale diagnostica e assistenziale, all'implementazione di screening oncologici e per la promozione di corretti stili di vita. Tra gli elementi qualificanti del Piano, va sottolineato il coinvolgimento delle strutture sanitarie territoriali e delle popolazioni, attraverso la condivisione e la trasparenza delle attività che vengono svolte.⁷ Il Piano siciliano rappresenta un esempio virtuoso di interventi da parte delle strutture sanitarie in questi territori e se ne raccomanda l'implementazione e il rafforzamento in tutte le aree interessate. In particolare, si suggerisce il rafforzamento della comunicazione con le istituzioni e le popolazioni locali e l'integrazione con le strutture con competenze in campo ambientale, che potrà fornire ulteriori elementi qualificanti. I risultati delle presenti analisi potranno contribuire alle conoscenze del territorio ai fini dello svolgimento delle azioni del Piano stesso.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:157-60.
2. Zona A, Fazzo L, Binazzi A, Bruno C, Corfiati M, Marinaccio A (eds). SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. L'incidenza del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2016;40(5) Suppl 1:82-83.
3. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans. IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf (ultimo accesso: 07.02.2022)
4. Zona A, Beccaloni E, Carere M, Comba P. Incidence of Breast, Prostate, Testicular, and Thyroid Cancer in Italian Contaminated Sites with Presence of Substances with Endocrine Disrupting Properties. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(4):355.
5. Benedetti M, Zona A, Contiero P et al. Incidence of Thyroid Cancer in Italian Contaminated Sites. *Int J Environ Res Public Health* 2020;18(1):191.
6. Benedetti M, Minichilli F, Soggiu ME, Manno V, Fazzo L. Ecological meta-analytic study of kidney disease in Italian contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021; 57(4):314-23.
7. Regione Siciliana. Un programma organico di interventi sanitari nei Siti di Interesse Nazionale per le bonifiche della Sicilia. Disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/3Z4kD0K>

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

PRI PRIOLO

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 4.314 | 100 (97-102) | 4.097 | 96 (94-99) |
| Tutti i tumori maligni | 1.321 | 103 (99-108) | 940 | 102 (96-107) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.488 | 96 (92-101) | 1.660 | 93 (89-97) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 297 | 86 (78-94) | 215 | 95 (85-106) |
| Malattie dell'apparato digerente | 168 | 114 (101-130) | 163 | 121 (106-137) |
| Malattie dell'apparato urinario | 102 | 118 (100-139) | 107 | 112 (96-132) |

Tabella PRI_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PRI_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|-----------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.321 | 103 (99-108) | 940 | 102 (96-107) |
| Tumori maligni dello stomaco | 70 | 112 (92-136) | 38 | 98 (75-127) |
| Tumori maligni del colon retto | 137 | 92 (80-106) | 94 | 75 (64-89) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 88 | 109 (91-130) | 57 | 125 (101-155) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 352 | 103 (94-112) | 118 | 118 (101-137) |
| Mesoteliomi | 23 | 200 (142-282) | 9 | 371 (216-638) |
| Mesotelioma della pleura | 20 | 208 (144-300) | 8 | 386 (218-685) |
| Tumore del connettivo e di altri tessuti molli | 6 | 102 (53-197) | 4 | 89 (40-199) |
| Tumore della mammella | <3 | | 173 | 106 (93-120) |
| Tumori maligni dell'ovaio e di altro e non specificato organo genitale femminile | | | 29 | 68 (50-92) |
| Tumori maligni del testicolo | 3 | 156 (62-390) | | |
| Tumori maligni della vescica | 66 | 93 (76-114) | 10 | 65 (39-108) |
| Linfomi non Hodgkin | 34 | 107 (81-141) | 27 | 125 (92-172) |
| Leucemie | 44 | 94 (74-121) | 36 | 98 (74-129) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 297 | 86 (78-94) | 215 | 95 (85-106) |
| Malattie respiratorie acute | 53 | 119 (95-150) | 47 | 106 (83-134) |
| Asma | <3 | | <3 | |
| Asbestosi | 6 | 1046 (541-2023) | <3 | |

Tabella PRI_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PRI_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

PRI PRIOLO

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 26.437 | 111 (110-112) | 26.332 | 113 (112-115) |
| Tutti i tumori maligni | 2.987 | 105 (102-108) | 2.542 | 104 (101-107) |
| Malattie del sistema circolatorio | 6.991 | 109 (107-111) | 5.085 | 112 (109-114) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 4.570 | 122 (119-125) | 3.514 | 123 (120-127) |
| Malattie dell'apparato digerente | 5.004 | 104 (102-107) | 4.224 | 110 (107-112) |
| Malattie dell'apparato urinario | 2.119 | 121 (117-126) | 1.337 | 121 (116-126) |

Tabella PRI_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PRI_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.987 | 105 (102-108) | 2.542 | 104 (101-107) |
| Tumori maligni dello stomaco | 76 | 103 (86-125) | 38 | 85 (65-110) |
| Tumori maligni del colon retto | 317 | 93 (85-102) | 254 | 95 (86-105) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 110 | 98 (84-115) | 50 | 98 (77-123) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 359 | 112 (103-122) | 122 | 112 (96-130) |
| Tumori maligni della pleura | 35 | 218 (165-287) | 11 | 235 (144-384) |
| Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 23 | 87 (62-123) | 19 | 104 (72-152) |
| Tumori maligni della mammella | 10 | 194 (116-324) | 738 | 105 (98-111) |
| Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini | | | 72 | 96 (79-116) |
| Tumori maligni del testicolo | 40 | 107 (83-139) | | |
| Tumori maligni della vescica | 504 | 107 (99-115) | 103 | 110 (93-129) |
| Linfomi non Hodgkin | 140 | 113 (99-130) | 104 | 118 (100-138) |
| Leucemie | 96 | 111 (94-131) | 43 | 65 (51-83) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 4.570 | 122 (119-125) | 3.514 | 123 (120-127) |
| Malattie respiratorie acute | 1.876 | 142 (137-148) | 1.452 | 142 (136-148) |
| Asma | 77 | 114 (94-137) | 49 | 77 (61-97) |
| Asbestosi | <3 | | <3 | |

Tabella PRI_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PRI_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

PRI PRIOLO

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|-------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 24 | 80 (58-112) | 35 | 85 (64-112) | 45 | 88 (69-113) | 21 | 65 (45-92) | 66 | 79 (65-97) |
| Tutti i tumori | <3 | | 3 | 100 (40-250) | 4 | 81 (36-180) | <3 | | 6 | 57 (29-110) |
| Tumori del sistema linfematopoietico totale | | | <3 | | 3 | 156 (62-391) | <3 | | 3 | 90 (36-224) |
| Leucemie | | | <3 | | 3 | 192 (77-480) | <3 | | 3 | 130 (52-325) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | 3 | 110 (44-276) | <3 | | 5 | 79 (38-162) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 11 | 63 (38-103) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 7 | 102 (55-188) | | | | | | | | |

Tabella PRI_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table PRI_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 2.142 | 143 (138-148) | 7.463 | 126 (124-128) | 8.888 | 127 (124-129) | 3.228 | 121 (118-125) | 12.011 | 125 (123-127) |
| Malattie infettive e parassitarie | 81 | 78 (65-94) | 440 | 76 (70-82) | 530 | 83 (78-90) | 154 | 149 (131-170) | 684 | 93 (87-99) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 26 | 89 (65-123) | 42 | 93 (72-119) | 57 | 88 (71-109) | 99 | 91 (77-107) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 8 | 131 (74-232) | 8 | 104 (58-184) | 4 | 96 (43-215) | 12 | 101 (63-162) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 9 | 72 (42-124) | 14 | 74 (48-114) | 17 | 106 (71-158) | 31 | 91 (68-122) |
| Linfomi | | | <3 | | 7 | 81 (44-150) | 13 | 103 (65-162) | 20 | 96 (67-139) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 5 | 124 (60-255) | 7 | 104 (56-191) | 12 | 114 (71-182) |
| Linfomi non Hodgkin | | | <3 | | 4 | 72 (32-161) | 9 | 115 (67-198) | 13 | 98 (62-154) |
| Leucemie | | | 7 | 81 (44-150) | 7 | 66 (36-121) | 4 | 116 (52-258) | 11 | 80 (49-130) |
| Leucemia linfoide | | | 4 | 57 (25-126) | 4 | 49 (22-108) | 3 | 184 (73-460) | 7 | 73 (39-134) |
| Leucemia mieloide | | | 3 | 181 (72-454) | 3 | 117 (47-292) | <3 | | 4 | 91 (41-203) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 72 | 70 (57-85) | 158 | 89 (78-101) | 215 | 105 (94-117) | 369 | 97 (89-105) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 1.591 | 161 (154-167) | 1.653 | 163 (156-170) | 97 | 194 (164-229) | 1.750 | 164 (158-171) |
| Asma | | | 69 | 87 (71-106) | 73 | 89 (74-108) | 5 | 122 (59-250) | 78 | 91 (76-110) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 651 | 96 (90-103) | 989 | 109 (104-115) | 657 | 122 (115-131) | 1.638 | 114 (110-119) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 95 | 58 (49-68) | 127 | 67 (58-77) | 114 | 136 (117-159) | 239 | 88 (79-98) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 1.303 | 238 (228-250) | | | | | | | | |

Tabella PRI_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table PRI_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

PRI PRIOLO

Anomalie congenite

| Anomalie congenite (sede) | OSS | TASSO per 10.000 nati | OSS/ATT (per 100) | (IC90%) |
|------------------------------------|-----|--------------------------|----------------------|-----------|
| Totale casi con anomalie congenite | 347 | 255,0 | 102 | (93-112) |
| Sistema nervoso | 28 | 20,6 | 114 | (80-157) |
| Cuore | 159 | 116,9 | 104 | (91-119) |
| Cuore severo | 26 | 19,1 | 67 | (47-93) |
| Palato-labbro | 12 | 8,8 | 74 | (42-121) |
| Apparato digerente | 22 | 16,2 | 77 | (52-111) |
| Parete addominale | < 3 | | | |
| Apparato urinario | 21 | 15,4 | 75 | (50-108) |
| Genitali | 44 | 32,3 | 164 | (124-212) |
| Arti | 34 | 25,0 | 77 | (57-103) |
| Cromosomiche | 35 | 25,7 | 124 | (91-166) |

Tabella PRI_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2011-2019.

Table PRI_7. Congenital anomalies for the main groups. Number of observed cases (OSS), rate per 10,000 births, observed to expected ratio (OSS/ATT) (per 100), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2011-2019.

SARDEGNA

APT

AREE INDUSTRIALI DI PORTO TORRES (SS)



2

COMUNI



147 005

ABITANTI

Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Porto Torres
- Sassari



Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C), petrolchimico e raffineria (P&R), centrale termoelettrica (E), area portuale (AP) e discariche (D).

Il comune di Porto Torres ha un alto livello di deprivazione. Il 47,8% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione. Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, un aumento di 8,6/100.000 casi (+2,7%) nei maschi e 6,6/100.000 casi (+3,9%) nelle femmine.

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** Il profilo di mortalità generale rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella APT_1**) mette in evidenza eccessi di rischio in entrambi i generi per la mortalità generale (nel genere maschile con stima incerta), per tutti i tumori maligni (nel genere maschile con stima incerta) e per le malattie dell'apparato respiratorio. Eccessi di rischio, inoltre, si osservano nel genere femminile per le malattie dell'apparato digerente. Difetti di rischio nel genere maschile si osservano per le malattie dell'apparato urinario per le malattie dell'apparato digerente. Un difetto di rischio si osserva nelle sole femmine per le malattie del sistema circolatorio.

Va segnalato che la mortalità per l'insieme di "Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti" risulta in eccesso in entrambi i generi (maschi: 78 casi, SMR 180; IC90% 150-217; femmine: 158 casi, SMR 173; IC90% 152-197) indicando una generale carente qualità della certificazione.

Per quanto riguarda profilo di salute specifico per la mortalità rappresentato dalle cause d'interesse *a priori* associabili alle fonti di esposizioni ambientali (**Tabella APT_2**) si osservano, in entrambi i generi, eccessi di rischio per tutti i tumori maligni (nel genere maschile con stime incerte), per il tumore del polmone e per le malattie dell'apparato respiratorio. Nei maschi si osserva anche un eccesso con stima incerta per il tumore della vescica. Un difetto di rischio con stima incerta in entrambi i generi si osserva per il tumore dello stomaco e per le malattie respiratorie acute. Nei maschi un difetto di rischio è presente per i tumori del fegato e dei dotti biliari intraepatici, mentre nelle femmine un difetto è presente, con stima incerta, per le leucemie.

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoveri rappresentato dai grandi gruppi di cause (**Tabella APT_3**) mette in luce un eccesso di rischio in entrambi i generi per le malattie dell'apparato respiratorio. Inoltre, nelle femmine si osserva un eccesso di rischio per tutti i tumori maligni (con stime incerte) e per le malattie dell'apparato urinario. Difetti di rischio in entrambi i generi sono presenti per le malattie dell'apparato circolatorio e per quelle dell'apparato digerente.

Per quanto riguarda il profilo di salute specifico per i ricoverati rappresentato dalle cause di interesse *a priori* associabili alle fonti di esposizioni ambientali (**Tabella APT_4**), per entrambi i generi, si osservano eccessi di rischio per i tumori maligni del colon retto (nel genere maschile con stima incerta), del polmone, della mammella, per le malattie dell'apparato respiratorio e per quelle polmonari acute. Un eccesso nelle femmine si osserva per l'insieme dei tumori maligni (con stime incerte) e per i tumori maligni della pleura. Eccessi con stima incerta si osservano anche nei maschi per i tumori maligni della vescica, seppure con stima incerta. Un difetto di rischio si osserva in entrambi i generi per le leucemie e nelle sole femmine per l'asma.

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** Sono stati osservati 50 decessi tra i giovani (0-29 anni) nel quinquennio in studio. La mortalità generale risulta in difetto rispetto all'atteso in tutte le classi di età, sebbene questo risultato sia associato a un alto livello di incertezza (**Tabella APT_5**). Si segnala un eccesso di mortalità per tutti i tumori, basato su 4 casi in età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni), sebbene le stime siano caratterizzate da alta incertezza.

■ **Ospedalizzazione.** Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in eccesso nel primo anno di vita, in età pediatrica e nel complesso delle età 0-19 e 0-29 anni, mentre è in difetto tra i giovani adulti (**Tabella APT_6**). In età 0-1 anni, gli eccessi di ricoverati per tutte le cause sono attribuibili alle condizioni morbose di origine perinatale e alle malattie infettive e parassitarie. I

APT AREE INDUSTRIALI DI PORTO TORRES (SS)

ricoveri per infezioni respiratorie acute sono in eccesso in tutte le sottoclassi di età, ma con più alta incertezza tra i giovani adulti. Per l'asma, si osserva invece un deficit di ospedalizzazione, soprattutto in età pediatrica (0-14 anni), ma non tra i giovani adulti, per i quali si segnala un eccesso, con stime incerte. Si riporta un eccesso di ospedalizzazione per malattie dell'apparato urinario sempre in età pediatrica e nel complesso delle età 0-19 e 0-29 anni, ma non tra i giovani (20-29 anni). Un eccesso di ospedalizzazioni con stima incerta è segnalato per linfomi non Hodgkin (12 casi) tra i giovani (20-29 anni) e per leucemie linfoidi in età pediatrica (9 casi). Quest'ultimo, in realtà, è ascrivibile a un eccesso tra i soli maschi (dato non in tabella: 7 casi, SHR 248; IC90 134-457). Difetti nei ricoveri sono evidenti per le malattie dell'apparato digerente in tutte le sottoclassi analizzate, con minore evidenza nella classe pediatrica.

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il profilo di salute generale rappresentato tramite la mortalità e i ricoverati continua a sottolineare gli eccessi di rischio in entrambi i generi già osservati nel precedente rapporto SENTIERI.¹ La mortalità è in eccesso in entrambi i generi nel suo complesso, per tutti i tumori maligni e per le malattie dell'apparato respiratorio, mentre i ricoverati sono in eccesso in entrambi i generi nel loro insieme e per le malattie dell'apparato respiratorio.

Il profilo di salute specifico rappresentato tramite le cause d'interesse *a priori* associabili alle fonti di esposizioni ambientali presenta, al di là dei singoli risultati, i seguenti elementi maggiormente caratterizzanti gli eccessi di rischio. In entrambi i generi e sia per la mortalità sia per i ricoverati, sono in eccesso il rischio di tumori al polmone e quello per l'insieme delle malattie dell'apparato respiratorio. Inoltre, sono in eccesso in entrambi i generi la mortalità per l'insieme dei tumori maligni e i ricoverati per i tumori del colon retto, della mammella e le malattie polmonari acute. Si registra la particolarità di un eccesso di rischio di ricoverati per tumori maligni della pleura nel genere femminile, mentre non si osserva l'eccesso di rischio di mortalità e di ricoverati per tali patologie nel genere maschile, evidente invece nel precedente Rapporto SENTIERI.¹

Per quanto riguarda gli eccessi di rischio per le patologie d'interesse *a priori*, vi è una sostanziale coerenza dei risultati osservati con quelli riportati nel precedente Rapporto SENTIERI per le seguenti patologie: l'insieme dei tumori maligni, il tumore del colon retto, l'insieme delle malattie respiratorie e, tra queste, quelle acute. Va sottolineato che, nel precedente rapporto SENTIERI, tra le cause tumorali d'interesse *a priori* erano incluse unicamente quelle per le seguenti sedi: stomaco, colon retto, trachea, bronchi e polmoni.

Le analisi condotte per sottogruppi di età mostrano alcune criticità nel profilo di ospedalizzazione già segnalate nel precedente Rapporto SENTIERI: l'eccesso di ricoverati per malattie respiratorie acute tra i bambini (0-14 anni) e nel complesso delle età 0-19 e 0-29 anni e, con stime incerte, anche tra i giovani adulti. A queste osservazioni si aggiunge anche l'eccesso di ricoverati per condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita e un eccesso di ricoverati per leucemia linfoidi in età pediatrica tra i soli maschi.

Successivamente al V Rapporto SENTIERI, è stato pubblicato il Rapporto *La mortalità in Sardegna nel periodo 2012-2017*.² Quest'ultimo ha valutato l'esito della mortalità per diverse aree della Sardegna, incluso il sito di Porto Torres. I dati analizzati sono da fonte Istat e per un periodo che, con l'eccezione dell'annualità 2012, è corrispondente a quello preso in considerazione nel presente Rapporto.

Per il sito di Porto Torres, sono disponibili i risultati dello studio epidemiologico descrittivo del profilo di salute dei residenti nel solo comune di Porto Torres coordinato dall'Istituto superiore di sanità ed effettuato insieme agli enti locali di riferimento nei settori "salute e ambiente" della Regione Sardegna.^{3,4} Questo studio risponde a istanze avanzate sia dai tecnici con conoscenza del territorio sia dalla popolazione locale, che convergono nel segnalare l'importanza di distinguere valutazioni sul sito (che include i due comuni di Sassari e Porto Torres) da quelle sul solo comune di Porto Torres. Infatti, mentre nell'area immediatamente prossima al nucleo urbano di Porto Torres si trova il complesso industriale petrolchimico e sono ubicate sia la centrale termoelettrica di Fiume Santo sia l'area portuale, identificate per il sito come sorgente di contaminazione o aree contaminate, nell'area del comune di Sassari, il cui principale nucleo abitativo dista circa 20 km dal complesso industriale petrolchimico, il sito contaminato di principale pertinenza per la popolazione residente è una discarica, peraltro lontana dal contesto urbano. Lo studio relativo al solo comune di Porto Torres ha prodotto, per la prima volta, valutazioni multisito, con un approccio analogo a quello di SENTIERI, ma utilizzando fonti di dati locali e regionali riguardanti la mortalità, i ricoveri ospedalieri e l'incidenza tumorale e mettendo a confronto il rischio nei residenti a Porto Torres con la popolazione di riferimento locale, rappresentata da quella dell'insieme dei comuni della ex provincia di Sassari (escluso Porto Torres). Nello studio, la descrizione del profilo di salute si basa anche sui risultati di una ricognizione e sistematizzazione delle informazioni disponibili sulle contaminazioni e i contaminanti per l'area in esame. Tali attività hanno consentito di approfondire la conoscenza del sito industriale, di identificarne l'evoluzione storica, di discutere e approfondire aspetti legati alla contaminazione ambientale, sino a ipotizzare scenari di esposizione della popolazione residente nel comune di Porto Torres. Da questo processo, è scaturito

APT AREE INDUSTRIALI DI PORTO TORRES (SS)

ta l'identificazione di inquinanti prioritari, che sono d'interesse ai fini della valutazione integrata del possibile impatto della contaminazione ambientale sulla salute. Lo studio include un piano di comunicazione definito e implementato sulla base dell'approccio metodologico di SENTIERI. In base ai risultati osservati nel presente rapporto, si raccomanda di indagare le possibili circostanze di esposizione ad amianto associate all'eccesso di rischio di mesotelioma nel genere femminile. Vi è, inoltre, la necessità di considerare i risultati sul sito alla luce di quelli ottenuti dallo studio sul solo comune di Porto Torres e prevedere nel futuro una discussione comparata dei relativi risultati, lasciando a SENTIERI valutazioni sul sito nel suo complesso, mentre alla sorveglianza epidemiologica regionale, da effettuare tramite aggiornamento dello studio sopra citato, valutazioni specifiche relative al solo comune di Porto Torres.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:161-63.
2. Russo A, Mangia C, Portaluri M, Scanu D, Zuccheddu C, Gianicolo EAL. La mortalità in Sardegna nel periodo 2012-2017. Report 2021. Disponibile all'indirizzo: https://www.researchgate.net/publication/349529384_2021-02-14-La_mortalita_in_Sardegna_nel_periodo_2012-2017_def
3. Pasetto R, Zona A, Marsili D, Fabri A (eds). Il profilo di salute di una comunità interessata da contaminazione industriale. Il caso di Porto Torres (SS): valutazioni ambiente e salute, epidemiologia e comunicazione. Rapporto ISTISAN 22/13. Roma, ISS, 2022. Disponibile all'indirizzo: https://www.sardegna.salute.it/documenti/9_231_20220620123954.pdf
4. Istituto Superiore di Sanità. Salute e ambiente a Porto Torres. Risultati dello studio epidemiologico descrittivo della popolazione residente. Roma, ISS, 2022. Disponibile all'indirizzo: <https://www.sardegna.salute.it/index.php?xsl=316&s=9&v=9&c=95339&na=1&n=10>

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 3.382 | 103 (100-106) | 3.387 | 106 (103-109) |
| Tutti i tumori maligni | 1.195 | 105 (100-110) | 921 | 107 (101-113) |
| Malattie del sistema circolatorio | 942 | 100 (95-106) | 978 | 93 (88-98) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 273 | 121 (109-133) | 261 | 142 (128-157) |
| Malattie dell'apparato digerente | 135 | 86 (74-99) | 149 | 120 (105-137) |
| Malattie dell'apparato urinario | 34 | 71 (54-94) | 70 | 106 (87-129) |

Tabella APT_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table APT_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 1.195 | 105 (100-110) | 921 | 107 (101-113) |
| Tumori maligni dello stomaco | 36 | 78 (59-102) | 25 | 73 (53-102) |
| Tumori maligni del colon retto | 138 | 103 (89-118) | 103 | 100 (85-118) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 72 | 79 (65-96) | 39 | 100 (77-131) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 314 | 113 (103-124) | 127 | 133 (115-154) |
| Mesotelioma della pleura | 8 | 119 (67-211) | <3 | |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | <3 | | 6 | 129 (67-250) |
| Tumori maligni della mammella | <3 | | 166 | 99 (88-113) |
| Tumori maligni del testicolo | <3 | | | |
| Tumori maligni della vescica | 59 | 115 (92-142) | 16 | 104 (69-157) |
| Linfomi non Hodgkin | 31 | 118 (88-159) | 32 | 112 (84-149) |
| Leucemie | 52 | 111 (89-140) | 25 | 79 (57-110) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 273 | 121 (109-133) | 261 | 142 (128-157) |
| Malattie respiratorie acute | 55 | 120 (96-150) | 39 | 73 (56-95) |
| Asma | <3 | | <3 | |

Tabella APT_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine

Table APT_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

APT AREE INDUSTRIALI DI PORTO TORRES (SS)

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 21.702 | 99 (98-100) | 22.945 | 99 (98-100) |
| Tutti i tumori maligni | 2.665 | 100 (97-104) | 2.508 | 103 (99-106) |
| Malattie del sistema circolatorio | 4.230 | 92 (90-94) | 3.205 | 86 (84-89) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 3.469 | 112 (109-115) | 3.092 | 121 (117-125) |
| Malattie dell'apparato digerente | 4.552 | 88 (85-90) | 3.216 | 80 (78-83) |
| Malattie dell'apparato urinario | 1.411 | 101 (97-106) | 1.147 | 106 (101-112) |

Tabella APT_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table APT_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.665 | 100 (97-104) | 2.508 | 103 (99-106) |
| Tumori maligni dello stomaco | 55 | 85 (68-106) | 41 | 97 (75-125) |
| Tumori maligni del colon retto | 342 | 110 (100-120) | 270 | 113 (103-125) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 128 | 97 (84-113) | 54 | 102 (81-127) |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e del polmone | 304 | 113 (103-124) | 132 | 120 (104-138) |
| Tumori maligni della pleura | 14 | 98 (63-152) | 11 | 270 (165-441) |
| Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 20 | 94 (65-136) | 17 | 88 (59-130) |
| Tumori maligni della mammella | 12 | 220 (137-352) | 835 | 113 (107-120) |
| Tumori maligni del testicolo | 35 | 112 (85-148) | | |
| Tumori maligni della vescica | 380 | 107 (98-116) | 96 | 106 (90-125) |
| Linfomi non Hodgkin | 135 | 95 (82-109) | 116 | 98 (84-114) |
| Leucemie | 72 | 71 (59-86) | 47 | 65 (51-82) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 3.469 | 112 (109-115) | 3.092 | 121 (117-125) |
| Malattie respiratorie acute | 1.222 | 106 (101-111) | 1.080 | 107 (102-112) |
| Asma | 39 | 94 (72-122) | 36 | 71 (54-93) |

Tabella APT_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table APT_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females

APT AREE INDUSTRIALI DI PORTO TORRES (SS)

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------|-------------|------|--------------|-------|-------------|------|-------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 7 | 58 (32-107) | 12 | 62 (39-99) | 23 | 86 (61-121) | 27 | 92 (67-126) | 50 | 89 (71-112) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 4 | 135 (61-302) | <3 | | 5 | 64 (31-131) |

Tabella APT_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table APT_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.435 | 142 (136-148) | 4.739 | 116 (113-119) | 5.798 | 110 (108-113) | 2.438 | 89 (86-92) | 8.152 | 103 (101-105) |
| Malattie infettive e parassitarie | 79 | 123 (102-148) | 327 | 110 (100-120) | 407 | 115 (106-125) | 139 | 105 (91-120) | 543 | 112 (104-120) |
| Tutti i tumori maligni | <3 | | 24 | 104 (74-145) | 36 | 87 (66-114) | 60 | 109 (88-134) | 94 | 99 (83-117) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 3 | 71 (28-178) | 4 | 72 (32-160) | <3 | | 5 | 67 (32-137) |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico | | | 14 | 123 (79-190) | 20 | 103 (72-149) | 19 | 102 (70-149) | 37 | 99 (76-130) |
| Linfomi | | | 4 | 89 (40-199) | 9 | 90 (53-156) | 17 | 124 (83-184) | 25 | 107 (77-149) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 4 | 80 (36-179) | 10 | 113 (68-190) | 14 | 103 (67-160) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 3 | 89 (36-223) | 6 | 91 (47-176) | 12 | 144 (90-231) | 17 | 114 (77-170) |
| Leucemie | | | 11 | 154 (94-251) | 12 | 123 (77-197) | 3 | 59 (24-148) | 14 | 97 (63-150) |
| Leucemia linfoide | | | 9 | 158 (92-272) | 10 | 137 (82-229) | 3 | 89 (35-222) | 12 | 114 (71-182) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 80 | 101 (84-122) | 144 | 104 (90-119) | 158 | 101 (89-116) | 299 | 102 (93-112) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 663 | 141 (132-150) | 687 | 139 (130-148) | 59 | 106 (86-131) | 746 | 135 (127-144) |
| Asma | | | 31 | 74 (55-99) | 35 | 79 (60-104) | 7 | 153 (83-281) | 42 | 85 (66-110) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 397 | 96 (88-104) | 534 | 81 (75-86) | 372 | 56 (51-61) | 899 | 68 (65-72) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 133 | 134 (116-155) | 170 | 131 (116-149) | 105 | 95 (81-111) | 272 | 114 (103-126) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 659 | 166 (155-177) | | | | | | | | |

Tabella APT_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

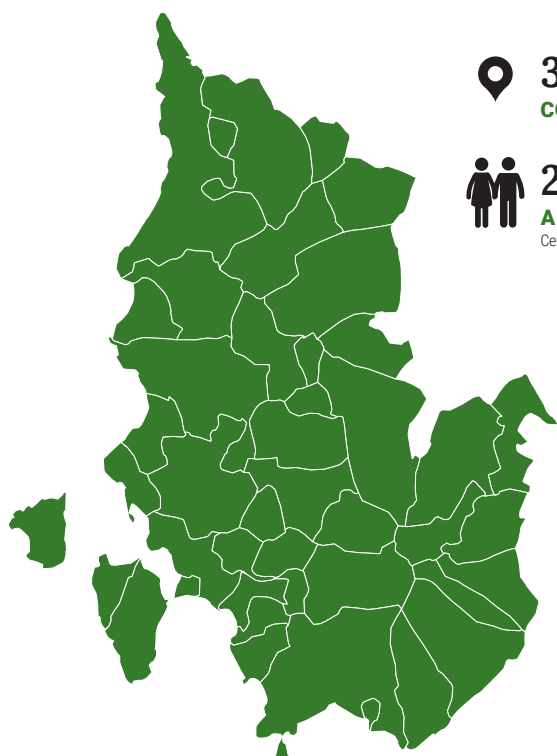
Table APT_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



SARDEGNA

ep

SIG

SULCIS-IGLESIENTE-
GUSPINESE (CA)

39
COMUNI


251 976
ABITANTI
Censimento 2019

I COMUNI DEL SITO

- Arbus
- Assemini
- Buggerru
- Calasetta
- Capoterra
- Carbonia
- Carloforte
- Domus De Maria
- Domusnovas
- Fluminimaggiore
- Giba
- Gonnese
- Gonnosfanadiga
- Guspini
- Iglesias
- Masainas
- Musei
- Narcao
- Nuxis
- Pabillonis
- Perdaxius
- Piscinas
- Portoscuso
- Pula
- San Gavino Monreale
- San Giovanni Suergiu
- Santadi
- Sant'Anna Arresi
- Sant'Antioco
- Sarroch
- Siliqua
- Teulada
- Tratalias
- Uta
- Vallermosa
- Villa San Pietro
- Villacidro
- Villamassargia
- Villaperuccio

Dalla documentazione relativa al sito, si evince la presenza di impianti chimici (C), miniere (M) e discariche (D).

Ventidue dei 39 Comuni del sito hanno un alto livello di deprivazione. Il 50,6% degli abitanti del sito risiede in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione.

Il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche mostra, rispetto al riferimento regionale, una diminuzione di 27/100.000 casi (-8,5%) nei maschi, mentre nelle femmine è allineato a quello regionale (circa 170/100.000).

Sezione popolazione generale

■ **Mortalità.** La mortalità generale e per i principali gruppi di cause mostra eccessi di rischio in entrambi i generi per le malattie dell'apparato respiratorio. Nelle sole femmine si osserva un eccesso di rischio per la mortalità generale (con stima incerta). Un difetto di rischio si osserva nei maschi per le malattie del sistema circolatorio. (**Tabella SIG_1**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* Sufficiente o Limitata con le *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, un eccesso di rischio in entrambi i generi si osserva per le malattie dell'apparato respiratorio e per le malattie polmonari croniche, nel genere femminile con stima incerta. Un eccesso di rischio si osserva nel solo genere maschile per il tumore del polmone, per quello del testicolo (4 casi osservati) e per i linfomi non Hodgkin, per queste ultime due cause con stima incerta. Un eccesso di rischio si osserva nelle sole femmine per il tumore maligno del colon retto, per il tumore maligno della mammella, per i tumori del sistema nervoso centrale, per la malattia ipertensiva e per l'asma (le stime sono incerte, con l'eccezione del tumore maligno del colon retto e della malattia ipertensiva). Un difetto del rischio si osserva in entrambi i generi per i tumori del fegato (nelle femmine con stima incerta) e per le leucemie (nei maschi con stima incerta). Un difetto si osserva anche nei soli maschi per le malattie del sistema circolatorio e nelle sole femmine per il tumore del polmone, i linfomi non Hodgkin e il tumore della vescica (con stima incerta) (**Tabella SIG_2**).

■ **Ospedalizzazione.** Il profilo di salute generale dei ricoverati rappresentato dai grandi gruppi di cause mostra un eccesso di rischio in entrambi i generi per le malattie dell'apparato respiratorio e per quelle dell'apparato urinario. Un difetto nel rischio si osserva, invece, sempre in entrambi i generi, per le malattie dell'apparato circolatorio. (**Tabella SIG_3**).

Tra le patologie con evidenza *a priori* con *fonti di esposizioni ambientali* nel sito, in entrambi i generi si osservano eccessi di rischio per i tumori alla vescica, le malattie dell'apparato respiratorio e per l'asma. Un eccesso di rischio si osserva nei soli maschi per il tumore del polmone e per i tumori del colon retto (con stima incerta). Difetti di rischio si osservano in entrambi i generi per le malattie del sistema circolatorio, per i tumori maligni dello stomaco, per i linfomi non Hodgkin e per le leucemie (con l'eccezione delle malattie del sistema circolatorio, le stime sono incerte). Un difetto con stima incerta si osserva nei soli maschi per i tumori maligni del fegato e dotti intraepatici e per quelli del testicolo, mentre nelle sole femmine si osserva un difetto di rischio per i tumori del polmone e per le malattie polmonari croniche (**Tabella SIG_4**).

SIG SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE

Sezione pediatrico-adolescenziale-giovanile

■ **Mortalità.** La mortalità generale si presenta in eccesso nel primo anno di vita e nelle classi pediatrico-adolescenziali, con stime però molto incerte (**Tabella SIG_5**). In età giovanile (20-29 anni), si segnala un eccesso per tutti i tumori tra i soli maschi (8 casi, SMR 191; IC90% 108-339) (dato non in tabella) e di leucemie linfoidi nei due generi. Altri eccessi di mortalità affetti da incertezza nelle stime riguardano le condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita.

■ **Ospedalizzazione.** I ricoverati per tutte le cause naturali sono in eccesso rispetto all'atteso in età pediatrica, pediatrico-adolescenziale, giovanile e nell'insieme di 0-29 anni (**Tabella SIG_6**), ma non nel primo anno di vita, dove si osserva un deficit di ricoverati per condizioni morbose di origine perinatale e un eccesso per tutti i tumori maligni.

Un deficit di ricoveri per malattie infettive si osserva nelle diverse classi di età, tranne che tra i giovani adulti (20-29 anni), ove queste patologie risultano in eccesso. Le infezioni respiratorie acute risultano in eccesso nelle classi pediatrico-adolescenziali (con stime incerte) e, con maggior evidenza, tra i giovani adulti e nel complesso delle età 0-29 anni.

In età pediatrica, si segnala un eccesso di tumori del tessuto linfoematopoietico, particolarmente tra i maschi (17 casi, SHR 193; IC90% 130-287) (dati non in tabella), ascrivibile sia ai linfomi non Hodgkin (7 casi, SHR 317; IC90% 172-584) sia alle leucemie linfoidi (9 casi, SHR 196; IC90% 114-336). In età pediatrica, al genere maschile è associato anche un eccesso per asma (54 casi, SHR 130; IC90% 104-163).

Tra i giovani adulti (20-29 anni), si rileva un eccesso di malattie dell'apparato digerente nei due generi e di tumori dell'encefalo tra le femmine (4 casi, SHR 313; IC90% 140-696).

Discussione, conclusioni e raccomandazioni

Il profilo di salute generale mette in evidenza, in accordo con quanto già osservato nel Quinto Rapporto SENTIERI,¹ un eccesso di mortalità in entrambi i generi per le malattie dell'apparato respiratorio e per i ricoverati per le malattie dell'apparato urinario. Inoltre, sempre in entrambi i generi, si osserva un eccesso di rischio nei ricoverati per le malattie dell'apparato respiratorio, precedentemente non segnalato.

Il profilo di salute specifico rappresentato tramite le cause d'interesse *a priori* associabili alle fonti di esposizioni ambientali presenta, al di là dei singoli risultati, i seguenti elementi maggiormente caratterizzanti gli eccessi di rischio. Va premesso che l'aggiornamento delle evidenze per le cause d'interesse *a priori*, relative in

particolare per il sito in esame alle miniere e alle discariche, ha portato all'inclusione di diverse patologie non oggetto di specifica valutazione nei precedenti rapporti SENTIERI. Un eccesso di rischio in entrambi i generi e per entrambi gli esiti si osserva per l'insieme delle malattie respiratorie. Eccessi caratterizzano, inoltre, entrambi i generi per la mortalità per le malattie polmonari croniche (nel genere femminile con stima incerta) e nei ricoverati per l'asma e per il tumore alla vescica. Nei maschi, per il tumore del polmone vi è una coerenza nel segnale di eccesso di rischio nei due esiti indagati.

Eccessi di mortalità sono rilevati in età giovanile (20-29 anni) per tutti i tumori tra i soli maschi (8 casi, SMR 208; IC90% 117-369) e di leucemie linfoidi sui due generi.

Per quanto concerne l'ospedalizzazione in età pediatrica, si segnalano eccessi nel genere maschile di linfomi non Hodgkin (7 casi, SHR 317; IC90% 172-584) e di leucemie linfoidi (9 casi, SHR 196; IC90% 114-336). Al genere maschile, in età pediatrica è associato anche un eccesso per asma (54 casi, SHR 130; IC90% 104-163). Tra i giovani adulti, si rileva un eccesso di tumori dell'encefalo tra le femmine (4 casi, SHR 313; IC90% 140-696).

Nel complesso, le diverse osservazioni per esito e genere, e nelle diverse classi di età, convergono coerentemente nell'indicare un eccesso di rischio per le patologie dell'apparato respiratorio associate *a priori* con le tre fonti di esposizione ambientale presenti nel sito, ossia gli impianti chimici, le miniere e le discariche di rifiuti pericolosi. Si segnalano, inoltre, i seguenti eccessi di rischio associabili alle discariche di rifiuti pericolosi: nella mortalità per i tumori della mammella nelle femmine e del testicolo nei maschi (quest'ultimo in difetto, invece, nei ricoverati); nei ricoverati, per i tumori della vescica in entrambi i generi e per i linfomi non Hodgkin in età pediatrica non in eccesso nel precedente Rapporto.

Permangono gli eccessi per pneumoconiosi nel genere maschile osservati sia nella mortalità (138 osservati, SMR 1.189; IC90% 1033-1367) sia nei ricoveri (18 osservati, SHR 184; IC90% 125-271) già messi in luce nel precedente Rapporto SENTIERI e associabili al rischio residuo dell'esposizione professionale per il lavoro nelle miniere ormai dismesse da tempo.^{1,2}

Altre patologie di interesse per il sito, oltre a quelle già riportate, associabili alle esposizioni a metalli e idrocarburi frutto delle molteplici lavorazioni minerarie e chimiche presenti nel passato e già studiate nel precedente rapporto SENTIERI, riguardano le patologie acute e croniche del rene.¹ Nel periodo analizzato dal presente Rapporto, oltre agli eccessi in entrambi i generi per l'insieme delle malattie dell'apparato urinario già segnalati, si osserva un eccesso di mortalità con stima incerta per l'insufficienza renale cronica nel solo genere femminile (● maschi: 47 casi, SMR 96; IC90% 76-123 ● femmine: 65

SIG SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE

casi, SMR 115; IC90% 94-141), mentre i ricoverati per nefrite, sindrome nefrosica, nefrosi, comprese le insufficienze renali sono in eccesso in entrambi i generi (● maschi: 1.141 casi, SHR 128; IC90% 122-135 ● femmine: 940 casi, SHR 131; IC90% 124-139).

Per il sito in esame, è raccomandabile l'aggiornamento degli studi di coorte occupazionale già citati nei precedenti Rapporti SENTIERI.^{1,2} Inoltre, per le aree in cui è prevista la riapertura ovvero l'attivazione di nuovi impianti industriali, si raccomanda la pianificazione ed esecuzione di uno studio di coorte residenziale retrospettivo e prospettico che includa i comuni interessati dalle emissioni e opportuni comuni limitrofi, ove sia valutata la possibilità di innestare uno studio di biomonitoraggio umano (se ritenuto opportuno e fattibile). Questo approccio di studio deve avere l'obiettivo di

valutare l'effetto di scenari espositivi e di rischio *ante* e *post-operam*, avendo inoltre le potenzialità di svolgere una funzione di sorveglianza epidemiologica. L'attenzione particolare al territorio del sito con studi *ad hoc* che possano svolgere la funzione di sorveglianza epidemiologica è raccomandabile anche in relazione alla promozione della giustizia ambientale in popolazioni che nel complesso presentano sia condizioni di deprivazione socioeconomica sia eccessi di rischio in fasce di età maggiormente vulnerabili, quali i bambini.

Bibliografia

1. Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:164-65.
2. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:130-33.

I dati integrali relativi alla mortalità e ai ricoveri sono nel Materiale allegato online: Tabelle popolazione generale (mortalità e ricoveri)

Popolazione generale

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|-------------------------------------|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| MORTALITÀ GENERALE | 6.344 | 101 (99-103) | 5.956 | 103 (100-105) |
| Tutti i tumori maligni | 2.215 | 102 (99-106) | 1.521 | 101 (97-105) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.702 | 93 (89-97) | 1.927 | 99 (95-102) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 652 | 147 (138-157) | 420 | 123 (114-134) |
| Malattie dell'apparato digerente | 292 | 97 (88-107) | 213 | 95 (85-106) |
| Malattie dell'apparato urinario | 88 | 94 (79-112) | 134 | 110 (95-127) |

Tabella SIG_1. Mortalità per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SIG_1. Mortality for the main causes of death. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di morte | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | 2.215 | 102 (99-106) | 1.521 | 101 (97-105) |
| Tumori maligni dello stomaco | 81 | 92 (77-111) | 59 | 98 (79-122) |
| Tumori maligni del colon retto | 254 | 100 (90-111) | 205 | 113 (101-127) |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 137 | 79 (69-91) | 58 | 85 (68-105) |
| Tumori maligni maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 608 | 116 (109-124) | 132 | 79 (69-92) |
| Tumori maligni maligno della mammella | <3 | | 312 | 107 (98-118) |
| Tumori maligni maligno del testicolo | 4 | 173 (77-384) | | |
| Tumori maligni maligno della vescica | 101 | 102 (87-120) | 24 | 87 (63-122) |
| Tumori maligni del sistema nervoso centrale | 60 | 103 (83-127) | 54 | 115 (92-144) |
| Linfomi non Hodgkin | 57 | 115 (92-143) | 32 | 64 (48-86) |
| Leucemie | 73 | 83 (69-101) | 42 | 75 (58-97) |
| Malattie del sistema circolatorio | 1.702 | 93 (89-97) | 1.927 | 99 (95-102) |
| Malattia ipertensiva | 211 | 99 (88-110) | 367 | 111 (102-121) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 652 | 147 (138-157) | 420 | 123 (114-134) |
| Malattie polmonari croniche | 324 | 136 (124-149) | 156 | 109 (96-124) |
| Asma | 4 | 80 (36-178) | 12 | 145 (90-231) |

Tabella SIG_2. Mortalità per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), Rapporto Standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SIG_2. Mortality for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

SIG SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE

Popolazione generale

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio) | 40.200 | 101 (100-102) | 39.620 | 99 (99-100) |
| Tutti i tumori maligni | 4.943 | 99 (97-102) | 4.134 | 98 (96-101) |
| Malattie del sistema circolatorio | 8.056 | 94 (92-95) | 6.135 | 94 (93-96) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 6.228 | 111 (108-113) | 4.840 | 109 (107-112) |
| Malattie dell'apparato digerente | 9.515 | 100 (98-102) | 6.940 | 101 (99-103) |
| Malattie dell'apparato urinario | 3.035 | 118 (114-121) | 2.272 | 121 (117-126) |

Tabella SIG_3. Ricoverati per le principali cause. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SIG_3. Hospitalization for the main causes. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

| Cause di ricovero | Maschi | | Femmine | |
|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutti i tumori maligni | | | | |
| Tumori maligni dello stomaco | | | | |
| Tumori maligni del colon retto | | | | |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | | | | |
| Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 456 | 130 (120-141) | 271 | 159 (144-176) |
| Tumori maligni della mammella | 911 | 101 (96-107) | 328 | 96 (88-105) |
| Tumori maligni del testicolo | 65 | 184 (150-226) | 21 | 146 (102-209) |
| Tumori maligni della vescica | 25 | 148 (107-206) | 1.704 | 105 (100-109) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso centrale | | | 179 | 99 (87-112) |
| Linfomi non Hodgkin | 112 | 114 (98-133) | | |
| Leucemie | 1.273 | 112 (107-118) | 275 | 106 (96-117) |
| Malattie del sistema circolatorio | 324 | 99 (90-108) | 270 | 101 (91-112) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 8.763 | 92 (90-93) | 6.923 | 89 (87-91) |
| Malattie polmonari croniche | 191 | 51 (45-57) | 219 | 55 (50-62) |
| Asma | 12 | 334 (209-534) | <3 | |

Tabella SIG_4. Ricoverati per cause con evidenza di associazione con le fonti di esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SIG_4. Hospitalization for causes with sufficient or limited evidence of association with environmental exposures. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

SIG SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE

Età pediatrica, adolescenziale e giovanile

| Cause di morte | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|--------------|------|--------------|------|--------------|-------|---------------|------|--------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Mortalità generale | 22 | 111 (78-157) | 36 | 112 (86-148) | 45 | 102 (80-130) | 55 | 106 (85-132) | 100 | 104 (88-123) |
| Tutti i tumori | <3 | | <3 | | 3 | 62 (25-154) | 11 | 127 (78-207) | 14 | 103 (67-170) |
| Tumori del sistema nervoso centrale | | | <3 | | <3 | | 3 | 109 (44-274) | 4 | 127 (57-286) |
| Tumori del sistema linfematopoietico totale | | | <3 | | <3 | | 3 | 129 (52-323) | 3 | 69 (28-162) |
| Leucemie | | | <3 | | <3 | | 3 | 236 (94-590) | 3 | 111 (44-278) |
| Leucemia linfoide | | | <3 | | <3 | | 3 | 355 (142-890) | 3 | 181 (72-453) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | <3 | | <3 | | <3 | | 4 | 58 (26-129) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 16 | 144 (96-217) | | | | | | | | |
| Malformazioni congenite | 3 | 48 (19-120) | | | | | | | | |

Tabella SIG_5. Mortalità per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale 2013-2017. Maschi e femmine.

Table SIG_5. Mortality for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2013-2017. Males and females.

| Cause di ricovero | Età (anni) | | | | | | | | | |
|---|------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|--------|---------------|
| | <1 | | 0-14 | | 0-19 | | 20-29 | | 0-29 | |
| | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 1.595 | 97 (94-102) | 7.033 | 105 (103-107) | 9.008 | 105 (103-107) | 5.029 | 107 (104-109) | 13.874 | 106 (104-107) |
| Malattie infettive e parassitarie | 69 | 67 (55-81) | 386 | 79 (72-86) | 502 | 87 (81-93) | 304 | 133 (121-146) | 802 | 99 (94-105) |
| Tutti i tumori maligni | 4 | 223 (100-497) | 42 | 111 (86-143) | 64 | 95 (77-116) | 85 | 89 (74-106) | 148 | 92 (80-105) |
| Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del sistema nervoso | | | 3 | 44 (17-109) | 4 | 44 (20-98) | 4 | 112 (50-250) | 8 | 64 (36-114) |
| Tumori maligni del tessuto linfematopoietico | | | 24 | 129 (92-180) | 35 | 111 (84-147) | 31 | 97 (72-130) | 66 | 106 (87-130) |
| Linfomi | | | 11 | 151 (93-247) | 21 | 131 (91-187) | 24 | 101 (72-141) | 45 | 115 (90-147) |
| Linfoma di Hodgkin | | | <3 | | 8 | 100 (56-177) | 13 | 86 (54-135) | 21 | 92 (64-132) |
| Linfomi non Hodgkin | | | 10 | 183 (110-307) | 14 | 131 (85-203) | 18 | 125 (85-184) | 32 | 128 (96-171) |
| Leucemie | | | 13 | 111 (70-174) | 14 | 94 (61-146) | 8 | 92 (52-163) | 22 | 91 (64-130) |
| Leucemia linfoide | | | 12 | 129 (80-206) | 12 | 87 (57-136) | 4 | 69 (31-153) | 16 | 91 (64-130) |
| Leucemia mieloide | | | <3 | | <3 | | 4 | 101 (45-225) | 4 | 51 (23-115) |
| Malattie del sistema circolatorio | | | 116 | 90 (77-105) | 218 | 97 (87-108) | 274 | 102 (92-112) | 489 | 99 (92-107) |
| Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza | | | 804 | 104 (98-110) | 849 | 105 (99-111) | 123 | 128 (110-148) | 971 | 107 (101-113) |
| Asma | | | 76 | 110 (91-133) | 85 | 116 (98-139) | 6 | 76 (39-147) | 91 | 112 (94-133) |
| Malattie dell'apparato digerente | | | 650 | 96 (90-103) | 1018 | 95 (90-99) | 1.225 | 106 (101-111) | 2.224 | 101 (97-104) |
| Malattie dell'apparato urinario | | | 132 | 82 (71-94) | 194 | 92 (82-103) | 195 | 102 (91-115) | 386 | 97 (89-105) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 583 | 91 (85-97) | | | | | | | | |

Tabella SIG_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

Table SIG_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

CONCLUSIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

Conclusioni

La sesta edizione del Progetto SENTIERI si è sviluppata in un'ottica di aggiornamento, approfondimento ed esplorazione di nuovi approcci. Tematiche di interesse specifico portate avanti da componenti del Gruppo di lavoro SENTIERI 2019-2022 sono presenti in forma di articoli scientifici in questo stesso Supplemento.¹⁻⁸ Il nucleo centrale è rappresentato dall'analisi e l'interpretazione dei dati di mortalità e ospedalizzazione della popolazione generale, e di fasce d'età specifiche, residenti in 46 siti contaminati di interesse per le bonifiche. Per 21 di essi sono state studiate le anomalie congenite (AC) diagnosticate entro il primo anno di vita. Per ciascun sito, è presente una descrizione della popolazione residente in termini di fragilità socioeconomiche attraverso l'utilizzo di tre indicatori descrittivi diretti o indiretti di deprivazione socioeconomica, le cui caratteristiche sono state dettagliate nel capitolo «Obiettivi e metodologia» (pp. 21-30) del presente Rapporto. È noto che le condizioni ambientali sono importanti determinanti di salute e che, nel contempo, non vi sia una distribuzione omogenea nella popolazione, poiché rischi ambientali più elevati si riscontrano di frequente in soggetti e in popolazioni, o in sottogruppi di popolazioni, più svantaggiati a livello socioeconomico (per esempio, nei residenti dei quartieri più vicini agli impianti industriali e maggiormente esposti alle emissioni da tali impianti).^{9,10} È utile sottolineare che l'insieme dei fattori di rischio influisce sul profilo di salute di una popolazione; per motivi di equità rispetto all'influenza di fattori di rischio ambientale (cioè, di giustizia ambientale),⁷ le comunità che presentano maggiori fragilità socioeconomiche dovrebbero ricevere maggiore attenzione. In due precedenti edizioni di SENTIERI, erano presentate anche le analisi dei dati di incidenza oncologica,

non surrogabili dai dati relativi ai ricoveri.^{11,12} Erano il frutto della collaborazione con l'Associazione italiana registri tumori (AIRTUM), che non è stata possibile in questo aggiornamento, perché l'operatività di molti registri è condizionata negativamente dall'interpretazione restrittiva data al Regolamento generale sulla protezione dei dati personali e della privacy emessa dalla Comunità europea (GDPR, n. 2016/679),¹³ che ostacola l'accesso a flussi informativi indispensabili per l'attività. Un *vulnus* che ci si augura venga quanto prima normativamente superato per il bene della sanità pubblica. È stato aggiornato il patrimonio conoscitivo dei siti inclusi nel Progetto, per i quali nel tempo possono variare il quadro legislativo specifico di riferimento (riperimetrazioni e ridenominazioni) e le informazioni di tipo ambientale relativamente alla caratterizzazione chimica dei suoli e delle acque.² I dati sono disponibili nei materiali aggiuntivi online (SENTIERI6_Siti_decreti.xlsx, SENTIERI6_Siti_informazioni.docx).

La peculiarità dell'approccio del Progetto SENTIERI, sin dal suo esordio, è rappresentata da un'attenzione specifica verso le patologie di interesse *a priori*, ovvero di quelle per le quali l'evidenza scientifica ha messo in luce un'associazione con la residenza presso le fonti di esposizione ambientale presenti specificamente in ogni sito. La prima valutazione delle evidenze disponibili aveva rappresentato il passo iniziale e fondante del Progetto.¹⁴ In questa edizione, si è proceduto a un aggiornamento delle evidenze (si veda il capitolo «Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento» (pp. 31-35), sulla base di una revisione sistematica della letteratura epidemiologica (rapporti e articoli scientifici) pubblicata dal gennaio 2009 (primo anno non incluso nella revisione precedente) al maggio 2020.¹ Seguendo le linee guida

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*),¹⁵ è stata svolta una revisione applicando una metodologia sistematica e standardizzata, secondo criteri accreditati non disponibili nella precedente valutazione.¹⁴ Le metodologie utilizzate e la descrizione secondo i criteri PRISMA delle diverse fasi del lavoro, delle caratteristiche dei singoli studi esclusi e di quelli inclusi, così come la valutazione della qualità attribuita agli studi inclusi, forniscono uno strumento aggiornato e più raffinato per la valutazione dell'evidenza *a priori*, quindi per l'interpretazione dei risultati epidemiologici. Strumento fondamentale per il Progetto SENTIERI, ma utile anche per coloro che volessero utilizzarlo in indagini di epidemiologia ambientale.

L'analisi delle AC nei siti contaminati era stata oggetto di un precedente progetto CCM,^{16,17} e gli indicatori sulle AC sono inclusi nel precedente Rapporto SENTIERI.¹² Le AC rappresentano una delle principali cause di mortalità neonatale e infantile,¹⁸ nonché di morbidità in età pediatrica e di disabilità di lungo periodo.¹⁹ La sorveglianza epidemiologica si basa sulla raccolta e sulla validazione di casi riferiti a nati vivi, morti fetali e interruzioni volontarie di gravidanza (IVG) a seguito di diagnosi prenatale. I registri di popolazione delle AC rappresentano la fonte più attendibile per la raccolta sistematica dei casi e per la conduzione di attività epidemiologiche, fondando la propria attività sulla gestione di una rete eterogenea di segnalazione, per la quale si auspicano un consolidamento e un'estensione. Di recente, i registri procedono all'identificazione con specifici algoritmi dei casi probabili di AC da diversi sistemi informativi sanitari correnti,²⁰⁻²² successivamente sottoposti a validazione attraverso la consultazione della documentazione clinica, che richiede una ben diversa applicazione della tutela della privacy. La rarità degli eventi, la tempistica di accertamento e l'elevata eterogeneità clinico-diagnostica che caratterizza le AC rendono il processo di raccolta e validazione estremamente complesso e oneroso. Negli anni, la sorveglianza epidemiologica si è potenziata in virtù dell'aumento dei registri attivi sul territorio nazionale. Molti dei registri partecipanti sono accreditati, o in fase di accreditamento, presso EUROCAT, la rete dei registri europei delle AC.²³⁻²⁵ Tali elementi attestano la qualità di questi sistemi che si fondano su attività multidisciplinari in ambito regionale o di ASL. Gli indicatori sulle AC rappresentano una fonte informativa rilevante sia per lo studio dello stato di salute di popolazioni residenti in aree a forte pressione ambientale, sia per l'adozione delle misure di prevenzione.

Le cause *a priori* studiate più frequentemente nei singoli siti, selezionate a seconda delle *fonti di esposizione ambientale* specifiche, sono rappresentate dalle malat-

tie dell'apparato respiratorio, da tumori maligni (stomaco, colon retto, mammella, linfomi non Hodgkin, fegato, testicolo, polmone, vescica, pleura, tutti i tumori maligni, leucemie, tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli, ovaio), dalle malattie respiratorie acute, asma e asbestosi. Naturalmente, in ciascun sito, gli eccessi non sono sempre sovrapponibili tra i due esiti (mortalità e ospedalizzazione) né tra i due generi per le caratteristiche intrinseche delle patologie (maggiore, minore letalità, diversità di suscettibilità tra generi), gli stili di vita, i fattori occupazionali e altri fattori non identificabili.

Per una valutazione degli eccessi di rischio per l'insieme delle popolazioni residenti nei siti rispetto al resto della popolazione, sono state svolte analisi *pooled* delle stime di rischio di mortalità e ospedalizzazione in ciascun sito e stimato il numero di decessi in eccesso nell'insieme dei siti.⁶

L'analisi ha permesso di osservare che le popolazioni residenti nei 46 siti contaminati indagati esperiscono una sovrarmortalità e una sovraospedalizzazione rispetto al resto della popolazione e sono stati stimati in queste aree circa 1.668 decessi in eccesso all'anno (IC90% 375-2.962). I deceduti per tutti i tumori maligni contribuiscono maggiormente agli eccessi osservati, rappresentandone il 56%; l'eccesso di rischio di mortalità per tumore maligno nell'insieme dei siti, rispetto alle popolazioni di riferimento, è pari al 4% nella popolazione maschile (SMR_{pooled} 1,04; IC90% 1,01-1,06) e del 3% tra quella femminile (SMR_{pooled} 1,03; IC90% 1,01-1,05).

L'eccesso della mortalità nell'insieme dei siti sembra a carico della popolazione adulta (al di sopra dei 30 anni), in quanto per la mortalità nelle classi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili non si rilevano scostamenti di rilievo rispetto all'atteso, mentre eccessi di ospedalizzazione per tutte le cause si osservano anche nel primo anno di vita e nelle classi di età 0-19 e 20-29 anni. Inoltre, gli eccessi di specifiche patologie riscontrati nell'insieme dei siti in cui sono presenti *fonti di esposizione ambientale* a esse associabili forniscono un ulteriore segnale del loro possibile contributo casuale e/o concausale nel determinarle. In particolare, si tratta degli eccessi della mortalità per mesoteliomi in siti con la presenza di sorgenti dirette di amianto (excave e fabbriche del cemento-amianto, un impianto di decoibentazione di carrozze ferroviarie) e di aree portuali; del tumore del polmone nell'insieme dei siti con petrolchimici, siderurgici, miniere, amianto, centrali elettriche e inceneritore; il tumore del colon retto nell'insieme dei siti con impianti chimici e del tumore della vescica nella popolazione maschile dei due siti con discariche illegali/non controllate. Questo dato fornisce una stima quantitativa dell'impatto sanitario

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

complessivo dei siti contaminati nel nostro Paese. Questa valutazione è rilevante, poiché offre una visione globale degli effetti sulla salute associabili alla presenza nel nostro Paese dei 46 siti studiati in SENTIERI, integrando il quadro analitico di ciascun sito, riportato nel capitolo «Risultati» (pp.41-282).

È stato condotto uno studio su alcuni siti che ospitano impianti petrolchimici e/o raffinerie oppure impianti siderurgici al fine di mettere in luce, sulla base della più aggiornata letteratura scientifica, il profilo di salute specifico per patologie associate all'esposizione delle popolazioni residenti agli inquinanti prioritari selezionati per ciascun sito.³ Si sottolinea l'opportunità di effettuare questi approfondimenti basati su caratteristiche di contaminazione peculiari per ciascun sito, anche se le informazioni relative a specifici inquinanti non sono sempre disponibili.

È stato valutato l'impatto sulla salute derivante dall'esposizione a PM_{2,5} e PM₁₀ nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI caratterizzate da impianti industriali con processi di combustione rilevanti con emissioni puntuali (ciminiera).⁴ I decessi attribuibili all'esposizione a PM_{2,5} e a PM₁₀ tendono a seguire un gradiente Nord-Centro-Sud e Isole. I risultati sono suggestivi di un impatto sulla salute per esposizione a PM nelle aree industriali considerate, con impatto maggiore in prossimità degli impianti, e inducono a raccomandare l'attuazione di azioni urgenti di mitigazione.

In questa edizione di SENTIERI, è stata presa per la prima volta in considerazione l'analisi di lungo periodo per comprendere i mutamenti nel tempo dei profili di salute anche in funzione dei cambiamenti avvenuti nei territori. Questa valutazione è di rilievo, in quanto sono poche le aree per le quali le attività di bonifica sono terminate e non è ancora possibile individuare una data a partire dalla quale ci sia stata una diminuzione dell'esposizione a contaminanti ambientali in molti siti. L'analisi degli andamenti temporali, in particolare l'analisi per coorte di nascita, consente una lettura più specifica delle interazioni esistenti fra le possibili esposizioni e le ricadute in termini di rischio sanitario nelle popolazioni residenti nei siti.⁵ Un ulteriore nuovo tema introdotto nel Progetto è rappresentato dalla giustizia ambientale.⁷ Tale prospettiva mette in luce la necessità di indagare le relazioni ambiente e salute considerando l'equità nella distribuzione dei rischi ambientali. L'obiettivo è quello di mettere l'accento sulle ingiustizie da contrastare tramite attività che promuovano la giustizia ambientale. Sono considerate condizioni ingiuste quelle che vedono il sovrapporsi sproporzionato di pericoli ambientali (come quelli associati al vivere in prossimità di siti contaminati) in individui, popolazioni o sottogruppi di popolazione che presentino fragilità socioeconomiche e che

siano esclusi o marginalizzati nei processi decisionali che riguardano il loro territorio (caratterizzato, per esempio, dalla presenza di siti contaminati), Complessivamente, nelle comunità residenti nei siti contaminati italiani, più frequentemente in quelli del Sud e delle Isole, sono presenti condizioni di ingiustizia distributiva associate al sommarsi di pericolo da pressioni ambientali dovute ai siti contaminati, maggiore deprivazione socioeconomica e maggior rischio di mortalità. Nello sviluppo del tema della comunicazione, sono state valutate l'applicabilità e lo sviluppo ai contenuti della sorveglianza epidemiologica di SENTIERI di una tecnica di organizzazione grafica della struttura della conoscenza utilizzata nelle scienze sociali, le mappe concettuali. È stata così creata la mappa concettuale SENTIERI 2019-2022,⁸ la cui finalità è favorire l'accesso a informazioni scientifiche complesse garantendo fruibilità e comunicazione con i diversi *stakeholder* per promuovere l'*environmental health literacy* nei siti contaminati.²⁶ La mappa può essere utilizzata nel suo complesso o per sue singole parti che trattano aspetti specifici come, per esempio, quello della giustizia ambientale.⁷

Prospettive

I risultati di questa edizione del Progetto SENTIERI richiamano l'importanza di intervenire in queste aree contaminate e in favore delle popolazioni residenti, primariamente in termini di riduzione delle esposizioni ambientali, tramite le bonifiche e idonei interventi ambientali, ma anche in termini di assistenza e servizi sanitari, in un'ottica di tutela ambientale e della salute pubblica. Le attività svolte documentano le potenzialità immutate nel tempo di un costante sviluppo del Progetto SENTIERI, della sua capacità di individuare nuove tematiche e approcci innovativi nello studio delle relazioni tra ambiente e salute, con modalità che possono essere esportate come modello per altri studi epidemiologici. L'ampliamento delle modalità di comunicazione dei risultati, che ha visto il progressivo e positivo coinvolgimento delle popolazioni residenti in singoli siti, delle amministrazioni locali, delle autorità sanitarie, delle associazioni ambientaliste, non può non rimandare a una futura riflessione sull'esplorazione delle potenzialità della *citizen science*, non su larga scala, che coinvolgerebbe, con modalità tutte da definire, i cittadini in fasi più precoci di progettazione di uno studio, di raccolta e di interpretazione dei dati in collaborazione con i ricercatori. La *citizen science* è citata in questo Rapporto⁷ e da tempo è ampiamente discussa in ambito scientifico (si veda, per esempio, i contributi presenti nella Sezione «EpiChange» di *Epidemiologia&Prevenzione*).²⁷ È di fondamentale importanza che SENTIERI assuma caratteristiche di stabilità nel tempo con un adegua-

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

to supporto istituzionale a lungo termine, auspicabilmente assumendo la connotazione di sistema di sorveglianza definito con una norma *ad hoc*.

Una possibilità di sviluppo del Progetto SENTIERI è prefigurabile negli obiettivi del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR)²⁸ nell'ambito del Programma operativo salute, ambiente, biodiversità e clima, che prevede la definizione di un nuovo assetto istituzionale con la costituzione di una piattaforma di rete digitale nazionale a supporto del "Sistema nazionale di prevenzione salute-ambiente-clima" (SNPS), in raccordo con le agenzie del Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA). In questo nuovo contesto istituzionale, sarebbe auspicabile realizzare un'interoperabilità tra i sistemi di sorveglianza epidemiologica, tra

i quali SENTIERI, e le banche dati appartenenti ai sistemi di monitoraggio dei parametri meteo-climatici, delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera e nelle altre matrici ambientali, nel contesto della prevista piattaforma di rete digitale nazionale SNPA-SNPS. Ciò consentirebbe di costruire un sistema informativo integrato nazionale per l'acquisizione, l'analisi e la gestione di dati sanitari e ambientali in grado di studiare l'evolversi del profilo di salute delle popolazioni che risiedono in siti contaminati in funzione dei cambiamenti negli scenari di esposizione a inquinanti ambientali derivanti dalle opere di bonifica e ammodernamento dei sistemi produttivi e di controllo delle emissioni previsti dagli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 delle Nazioni unite.²⁹

Bibliografia

- Vecchi S, Benedetti M, Fazzo L, Bruno C, Zona A. Revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute, Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:289-309.
- Scaini F, Benedetti M, Soggiu ME, Zona A, Settimo G, Beccaloni E. I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:310-15.
- Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M, et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.
- Bauleo L, Fabri A, De Santis M, Soggiu ME, Ancona C. Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:338-53.
- Stoppa G, Mineli G, Manno V et al & Gruppo di lavoro Statistica SENTIERI. Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di Sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:354-65.
- Fazzo L, Minichilli F, Manno V et al. Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:366-74.
- Pasetto R, Marsili D. Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:375-84.
- Marsili D, Iavarone I, Pasetto R et al. La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica "SENTIERI" nei siti contaminati. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:385-91.
- World Health Organization. Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2019. Disponibile all'indirizzo: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289054157>
- Di Fonzo D, Fabri A, Pasetto R. Distributive justice in environmental health hazards from industrial contamination: A systematic review of national and near-national assessments of social inequalities. *Soc Sci Med* 2022;297:114834.
- Pirastu R, Comba P, Conti S et al (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Inseguimenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:1-170.
- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Inseguimenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-208.
- Regolamento generale sulla protezione dei dati. Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L. 119/1. Disponibile all'indirizzo: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=IT>
- Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Inseguimenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl 3:1-96.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *J Clin Epidemiol* 2009;6(7):e1000097.
- Progetto CCM 2012. Valutazione del rischio riproduttivo in aree a forte pressione ambientale (RiscRipeo_SENTIERI). Rapporto conclusivo, luglio 2015. Disponibile all'indirizzo: <https://www.ccm-network.it/progetto.jsp?id=node/1822&idP=740>
- Santoro M, Minichilli F, Pierini A et al. Congenital Anomalies in Contaminated Sites: A Multisite Study in Italy. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(3):292.
- Murray CJ, Ezzati M, Flaxman AD et al. GBD 2010: a multi-investigator collaboration for global comparative descriptive epidemiology. *Lancet* 2012;380(9859):2055-58.
- Boyle B, Addor MC, Arriola L et al. Estimating Global Burden of Disease due to congenital anomaly: an analysis of European data. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2018;103(1):F22-28.
- Astolfi G, Ricci P, Calzolari E et al. Validazione di un algoritmo per l'identificazione di casi con malformazioni congenite nelle schede di dimissione ospedaliera. *Epidemiol Prev* 2016;40(2):124-30.
- Greco MT, Russo AG. Validazione di un nuovo algoritmo per identificare le anomalie cromosomiche utilizzando i flussi sanitari correnti: il Registro delle malformazioni congenite di Milano. *Epidemiol Prev* 2021;45(3):196-204.
- Drago G, Tavormina E, Ruggieri S et al. Applicazione di un algoritmo per la validazione dei casi di malformazione congenita provenienti dal flusso delle schede di dimissione ospedaliera. *Epidemiol Prev* 2022;46(1-2):84-91.
- Boyd PA, Haeusler M, Barisic I et al. Paper 1: The EUROCAT network—organization and processes. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol* 2011;91 Suppl 1:S2-15.
- Kinsner-Ovaskainen A, Lanzoni M, Garne E et al. A sustainable solution for the activities of the European network for surveillance of congenital anomalies: EUROCAT as part of the EU Platform on Rare Diseases Registration. *Eur J Med Genet* 2018;61(9):513-17.
- EUROCAT – European network for the surveillance of Congenital Anomalies. Disponibile all'indirizzo: https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/eurocat_en
- Marsili D, Pasetto R, Iavarone I, Fazzo L, Zona A, Comba P. Fostering Environmental Health Literacy in Contaminated Sites: National and Local Experience in Italy From a Public Health and Equity Perspective. *Front Commun* 2021;6:697547.
- Epidemiologia&Prevenzione. Sezione «EpiChange». Disponibile all'indirizzo: <https://epiprev.it/EPICHANGE/home>
- Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Aggiornamento: 25.01.2021. Disponibile all'indirizzo: <https://www.mef.gov.it/focus/II-Piano-Nazionale-di-Ripresa-e-Resilienza-PNRR/>
- Nazioni Unite. Obiettivi per lo sviluppo sostenibile. Disponibile all'indirizzo: <https://unric.org/it/agenda-2030/>

SENTIERI - SESTO RAPPORTO
SENTIERI - SIXTH REPORT

Sezione II

Section II



Progetto SENTIERI: revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute

SENTIERI project: a systematic review on the association between sources of environmental exposure in contaminated sites and health outcomes

Simona Vecchi,¹ Marta Benedetti,^{2,3} Lucia Fazzo,^{2,3} Caterina Bruno,^{4,5} Amerigo Zona^{2,3}

¹ Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale, Regione Lazio, ASL Roma 1, Roma

² Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

³ WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

⁴ Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

⁵ WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

Corrispondenza: Simona Vecchi; s.vecchi@deplazio.it

Riassunto

Introduzione: il piano di sorveglianza epidemiologica nei siti contaminati italiani (Progetto SENTIERI) nell'interpretazione dei dati epidemiologici utilizza l'approccio a priori, basato sull'evidenza di associazione tra la residenza in prossimità di *fonti di esposizione ambientale* e l'insorgenza di patologie.

Obiettivi: aggiornamento della revisione sistematica della letteratura scientifica (gennaio 2009-maggio 2020) relativa all'associazione tra residenza in prossimità di *fonti di esposizione ambientale* e patologie indagate in SENTIERI.

Metodi: è stata eseguita una ricerca sistematica su MEDLINE, EMBASE e Web of Science e sono stati consultati i siti web di organizzazioni internazionali. Le *fonti di esposizione ambientale* considerate sono quelle presenti nei siti contaminati selezionati in SENTIERI (petrolchimico e raffinerie, discariche, inceneritori, miniere, centrali elettriche, industria chimica, amianto, aree portuali, industrie siderurgiche).

Risultati: dei 16.817 studi emersi dalla ricerca bibliografica, sono stati selezionati: 14 revisioni sistematiche, due monografie IARC, due rapporti dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS), un rapporto OMS/UNEP e 15 studi di primari osservazionali. L'analisi della letteratura mette in evidenza che la residenza in prossimità di siti contaminati è associata a specifiche patologie (mortalità o incidenza), con risultati eterogenei per i diversi tipi di *fonti di esposizione ambientale*. Per alcune esposizioni i dati suggeriscono un possibile effetto specifico per genere.

Conclusioni: il presente aggiornamento ha messo in evidenza, rispetto alla revisione del 2010, un maggior numero di patologie associate alla residenza in prossimità di alcune fonti di contaminazione ambientale (impianti petrolchimici, discariche, miniere e amianto). Sulla base della presente revisione, è stata aggiornata la valutazione del grado di evidenza a priori utilizzata nell'interpretazione dei dati epidemiologici del Sesto Rapporto SENTIERI.

Parole chiave: revisione sistematica, siti contaminati, effetti sanitari, mortalità, incidenza

Cosa si sapeva già

■ I precedenti Rapporti SENTIERI hanno consentito di individuare a priori le principali patologie da sottoporre a sorveglianza grazie alla valutazione delle evidenze disponibili sull'associazione fra gli esiti di salute e i fattori di rischio ambientali che caratterizzano i siti contaminati.

Cosa si aggiunge di nuovo

■ L'aggiornamento della revisione della letteratura disponibile (2009-2020) attraverso una metodologia sistematica e standardizzata ha permesso l'identificazione di nuovi studi sull'associazione tra patologie di interesse e residenza della popolazione presso fonti di contaminazione ambientale.

■ Sulla base della nuova revisione, è stata aggiornata la valutazione dell'evidenza a priori di associazione tra residenza in prossimità di *fonti di esposizione ambientale* ed esiti sanitari.

Abstract

Background: the epidemiological surveillance programme carried out in the Italian Contaminated Sites (SENTIERI Project) is based on an a priori evaluation of the epidemiological evidence of a causal association between environmental exposures and health outcomes.

Objectives: to produce an updated review of the epidemiological evidence (January 2009-May 2020) on the association between environmental exposures and health outcomes predefined and published by the SENTIERI working group.

Methods: a systematic review was conducted on MEDLINE, EMBASE, and Web of Science. Additional searches were conducted on the websites of relevant organizations. The sources of environmental exposure considered were the ones included in SENTIERI Projects (chemicals, petrochemicals and refineries, steel plants, power plants, port area, waste, mines and source of asbestos).

Results: a total of 16,817 records were identified and, after the screening process, 14 systematic reviews were identified: two IARC Monograph, two WHO Reports, one WHO/UNEP Report, and 15 observational

studies. Living in proximity of contaminated sites was associated with specific diseases (mortality or incidence), with a high heterogeneity across environmental sources. For some exposures, data suggests a gender differential effect for some causes of disease.

Conclusions: compared to a previous evidence evaluation, this systematic review shows a higher number of diseases associated with residential exposure to some

contaminated sites (petrochemical facilities, waste, mines, and sources of asbestos). According to the results of this review, the a priori evidence evaluation was updated and used to interpret the epidemiological data of the Sixth SENTIERI Project Report.

Keywords: systematic review, contaminated sites, health effects, mortality, incidence

Introduzione

Il Progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento),¹ avviato nel 2006 e finanziato dal Ministero della salute nell'ambito del Primo programma strategico nazionale "Ambiente e salute", aveva l'obiettivo di valutare «l'impatto sanitario associato alla residenza in siti inquinati in territori interessati dalla presenza di impianti di smaltimento/incenerimento rifiuti e dall'esposizione a inquinamento atmosferico in aree urbane».

La prima attività di SENTIERI fu quella di condurre una revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra la mortalità per 63 cause (o gruppi di cause) e le tipologie di *fonti di esposizione ambientale* presenti nei siti di interesse nazionale per le bonifiche selezionati dal Progetto.¹

Obiettivo

Nel presente contributo si illustra l'aggiornamento, svolto nell'attuale sesta edizione del Progetto, delle evidenze relative all'associazione tra la residenza in prossimità delle fonti di esposizione a inquinanti ambientali presenti nei siti e l'insorgenza delle patologie indagate in SENTIERI.

Tale attività è alla base del capitolo "Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra *fonti di esposizione ambientale* nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento" (pp. 31-35), del Sesto Rapporto SENTIERI.²

Metodi

La stesura del presente documento è stata realizzata seguendo le linee guida PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).³ Per la definizione dei criteri di inclusione ed esclusione, è stato considerato l'approccio PECOS (Popolazione, Esposizione, Confronto, Outcome, Disegno di studio) riportato in tabella 1.⁴

Fonti di dati e strategia di ricerca

È stata condotta una ricerca bibliografica sulle seguenti banche dati (vedi tabella S1, materiali supplementari):

- MEDLINE (via OVID): gennaio 2009-aprile 2020;
- EMBASE (via OVID): gennaio 2009- aprile 2020;
- Web of Science (aprile 2020).

Per l'identificazione degli studi sono state messe a punto strategie di ricerca specifiche per ogni banca dati utilizzando termini MeSH (Medical Subject Headings) e parole chiave contenute nel titolo e nell'abstract. Nel materiale supplementare vengono riportati i dettagli della strategia di ricerca per MEDLINE. Sono stati ricercati studi pubblicati da dicembre 2009 ad aprile 2020 nelle lingue conosciute dagli autori (italiano, inglese, francese, spagnolo). Sono stati esclusi gli studi che non presentavano dati originali (editoriali, revisioni non sistematiche, lettere), che non riportavano dati quantitativi, studi relativi a modelli matematici, casi studio e studi condotti su animali.

Inoltre, sono state condotte ricerche nei seguenti siti di organizzazioni scientifiche internazionali per l'identificazione di ulteriori documenti:

- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) (<http://oehha.ca.gov/>);
- United State Environmental Protection Agency (EPA) (<https://www.epa.gov/>);
- National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS) (<http://www.niehs.nih.gov/>);
- International Agency for Research on Cancer (IARC) (<http://www.iarc.fr/>);
- International Programme on Chemical Safety (IPCS INCHEM) (<http://www.inchem.org/>);
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (<http://www.cdc.gov/>);
- Toxicology Excellence for Risk Assessment (TERA) (<http://www.tera.org/>);
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (<http://www.atsdr.cdc.gov/>);
- World Health Organization (WHO) (<http://www.who.int/ipcs/en/>).

Revisione della letteratura

I record ottenuti dalla ricerca bibliografica sono stati valutati in base a titolo e abstract in doppio. Gli articoli ritenuti potenzialmente rilevanti sono stati reperiti in full text e valutati, in base ai criteri di in-

| Tema | Definizione |
|-------------------|---|
| Popolazione | Popolazione generale (tutte le età) residente in prossimità di siti contaminati. Sono stati esclusi i lavoratori impiegati in qualsiasi tipologia di sito e con qualsiasi mansione lavorativa. |
| Esposizione | Residenza in siti contaminati. Sono stati inclusi solo studi che hanno utilizzato misure obiettive di esposizione (no informazioni autoriportate). |
| Confronto | Non residenza presso siti contaminati, residenza con basso livello di esposizione o a distanze diverse dai siti contaminati. |
| Outcome | Mortalità per tutte le cause e per causa specifica. Incidenza di patologie considerate in SENTIERI 2019-2022. |
| Disegno di studio | Monografie; rapporti di istituzioni scientifiche, nazionali e internazionali, revisioni sistematiche; metanalisi di studi osservazionali. In caso di revisioni sistematiche non recenti o non disponibili, sono stati ricercati studi primari che riportavano almeno una stima di associazione tra esposizione ed esito di salute. In caso di studi condotti sulla stessa popolazione, è stato considerato solo il più recente. |

Tabella 1. Criteri di inclusione ed esclusione secondo l'approccio PECOS.

Table 1. Inclusion and exclusion criteria following the PECOS approach.

clusione ed esclusione definiti nel PECOS, da quattro autori (AZ, LF, CB, MB) in modo indipendente e in doppio. Eventuali disaccordi sull'inclusione sono stati risolti con una discussione tra gli autori.

Per ogni revisione sistematica (RS), sono stati estratti i dati relativi a:

- metodi (fonte degli studi e anni coperti dalla ricerca bibliografica);
- numero e caratteristiche degli studi inclusi;
- fonti di esposizione e misura di esposizione;
- caratteristiche della popolazione in studio;
- esiti studiati;
- analisi statistica (metanalisi, metaregressione);
- risultati della valutazione della qualità, se presente.

Per gli studi primari, sono stati estratti i dati relativi a:

- disegno dello studio;
- popolazione;
- misura di esposizione;
- esiti studiati;
- risultati quantitativi.

I risultati degli studi condotti esclusivamente nelle fasce d'età comprese tra 0 e 29 anni non sono stati estratti poiché non sono oggetto del presente aggiornamento.

Per la valutazione della qualità metodologica degli studi sono stati utilizzati strumenti validati per i diversi disegni di studio. Ogni valutazione è stata condotta da due autori, in maniera indipendente. Per la valutazione della qualità metodologica delle revisioni sistematiche è stato utilizzato AMSTAR 2,⁵ uno strumento che comprende 16 item, 7 dei quali sono considerati più rilevanti per esprimere una valutazione globale della qualità: protocollo registrato prima della pubblicazione della revisione, adeguatezza della ricerca di letteratura, giustificazione dell'eventuale

esclusione degli studi, valutazione del rischio di bias degli studi inclusi, appropriatezza dei metodi di metanalisi, considerazione del rischio di bias nell'interpretazione dei risultati, valutazione dell'impatto del publication bias.

La "confidenza" globale nei risultati della RS è stata considerata:

■ **alta:** nessuno tra gli item considerati rilevanti presenta una criticità; tra quelli meno rilevanti, uno mostra una criticità. La RS fornisce una sintesi, completa e accurata, dei risultati degli studi disponibili su un determinato quesito di ricerca;

■ **moderata:** nessuno tra gli item considerati rilevanti presenta una criticità; tra gli item considerati meno rilevanti più di uno presenta criticità. La RS ha più di un elemento di debolezza ma non critico. La RS fornisce un'accurata sintesi dei risultati degli studi disponibili su un determinato quesito di ricerca;

■ **bassa:** tra gli item considerati rilevanti, uno presenta criticità. La RS ha delle debolezze metodologiche e non garantisce una sintesi, completa e accurata, dei risultati degli studi disponibili su un determinato quesito di ricerca;

■ **criticamente bassa:** tra gli item considerati rilevanti, più di uno presenta criticità. La RS ha debolezze metodologiche e non dovrebbe essere presa in considerazione per una sintesi, completa e accurata, dei risultati degli studi disponibili su un determinato quesito di ricerca.

Nel caso di revisioni sul medesimo oggetto, è stata considerata quella con qualità più alta.

Per la valutazione degli studi di coorte e caso-controllo, è stata utilizzata la checklist Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale (NOQAS) per gli studi osservazionali.⁶ Per altri disegni di studio (ecologici, trasversali), è sta-

ta utilizzata una versione modificata della NOQAS. La checklist assegna un massimo di 9 stelle per i domini: selezione, comparabilità, esposizione ed esiti.

Per le monografie e i rapporti di istituzioni scientifiche, nazionali e internazionali, non è stata condotta una valutazione della qualità metodologica, considerato che i dati e/o le conclusioni riportate sono basati su valutazioni effettuate da gruppi di lavoro multidisciplinari di esperti del settore.

Sintesi dei risultati

Per singola fonte di esposizione, sono stati riportati i risultati degli studi inclusi, sia qualitativi sia quantitativi. In caso di metanalisi, sono stati riportati sia le stime quantitative sia i dati relativi agli aspetti metodologici (analisi dell'eterogeneità tra studi, metaregressione, analisi di sensibilità).

Non è stata condotta alcuna analisi statistica, poiché l'obiettivo di questo lavoro è di fornire una sintesi delle evidenze disponibili in letteratura.

Sulla base del metodo utilizzato in Pirastu et al.,¹ l'evidenza è stata classificata in sufficiente, limitata e inadeguata per le patologie considerate nel Sesto Rapporto di SENTIERI.⁷ Per la valutazione delle evidenze, si rimanda al capitolo "Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento".²

Risultati

Attraverso la ricerca bibliografica, sono stati individuati 16.817 record dopo rimozione dei duplicati. In base al titolo e all'abstract, sono stati selezionati 70 articoli giudicati potenzialmente rilevanti e acquisiti in full text. Al termine del processo di selezione, sono state incluse 14 RS e 15 studi primari sugli effetti sanitari dell'esposizione alle fonti di esposizione ambientale come classificate da SENTIERI, sulla base delle informazioni presenti nella documentazione ufficiale relativa a ciascun sito studiato. La ricerca su siti di organizzazioni scientifiche internazionali ha portato all'identificazione di 6 monografie/rapporti.

La figura 1 illustra il processo di selezione degli studi. Per un dettaglio degli studi esclusi e dei motivi di esclusione si veda la tabella S2 nel materiale supplementare online.

Caratteristiche degli studi inclusi

Nelle tabelle S3 e S4 del materiale supplementare online è riportata una sintesi delle principali caratteristiche delle RS e degli studi osservazionali inclusi. Le RS sono state pubblicate da gruppi di ricercatori di Stati Uniti,⁸⁻¹² Taiwan,¹³⁻¹⁵ Australia,^{16,17} Italia,^{18,19}

Regno Unito²⁰ e Israele.²¹ Le fonti di esposizione ambientale studiate sono state:

- impianti petrolchimici;^{8,9,13-15,20}
- inceneritori;^{17,19}
- miniere;^{10,16}
- centrali elettriche;²¹
- discariche;¹⁸
- amianto.^{11,12}

Sono stati, inoltre, identificati un rapporto dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) per l'esposizione a discariche e inceneritori,²² una monografia dell'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) e OMS,²³ un rapporto di OMS e del Programma delle Nazioni unite per l'ambiente (UNEP)²⁴ per esposizione a contaminanti emessi da inceneritori, impianti petrolchimici e siderurgici, due Monografie IARC^{25,26} per l'amianto e un documento pubblicato dall'International Labour Organization (ILO) e dall'OMS²⁷ per le malattie correlate ad amianto.

Per l'esposizione ad amianto, inoltre, è stato identificato uno studio primario,²⁸ mentre per l'esposizione a industrie chimiche e aree portuali non sono state identificate revisioni sistematiche, ma solo studi primari.²⁹⁻³⁴ Per diverse esposizioni sono stati identificati ulteriori studi primari pubblicati successivamente alle RS.³⁵⁻⁴¹

Qualità metodologica degli studi

Applicando la checklist AMSTAR2 alle RS, 4 sono state giudicate di alta qualità metodologica,^{8,13,14-20} 3 di qualità moderata,^{10,16,18} 3 di bassa qualità^{17,19,21} e quattro di qualità molto bassa.^{9-11,15} Le più frequenti fonti di distorsione sono state la mancanza di un protocollo definito prima di condurre la revisione (7 RS), la selezione degli studi condotta da un solo autore (10 RS) e la mancanza della lista di studi esclusi (13 RS). La maggioranza delle revisioni sintetizza i risultati in maniera narrativa e solo 7 combinano i dati con una metanalisi. A eccezione delle revisioni di Boonhat 2020, Chang 2020 e Jephote 2020, il rischio di *publication bias* non è stata valutata.

Applicando la checklist Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale agli studi osservazionali, tutti gli studi, tranne uno, risultano di qualità metodologica buona. Nelle tabelle da S5 a S8 nel materiale supplementare online sono riportati i risultati della valutazione della qualità metodologica.

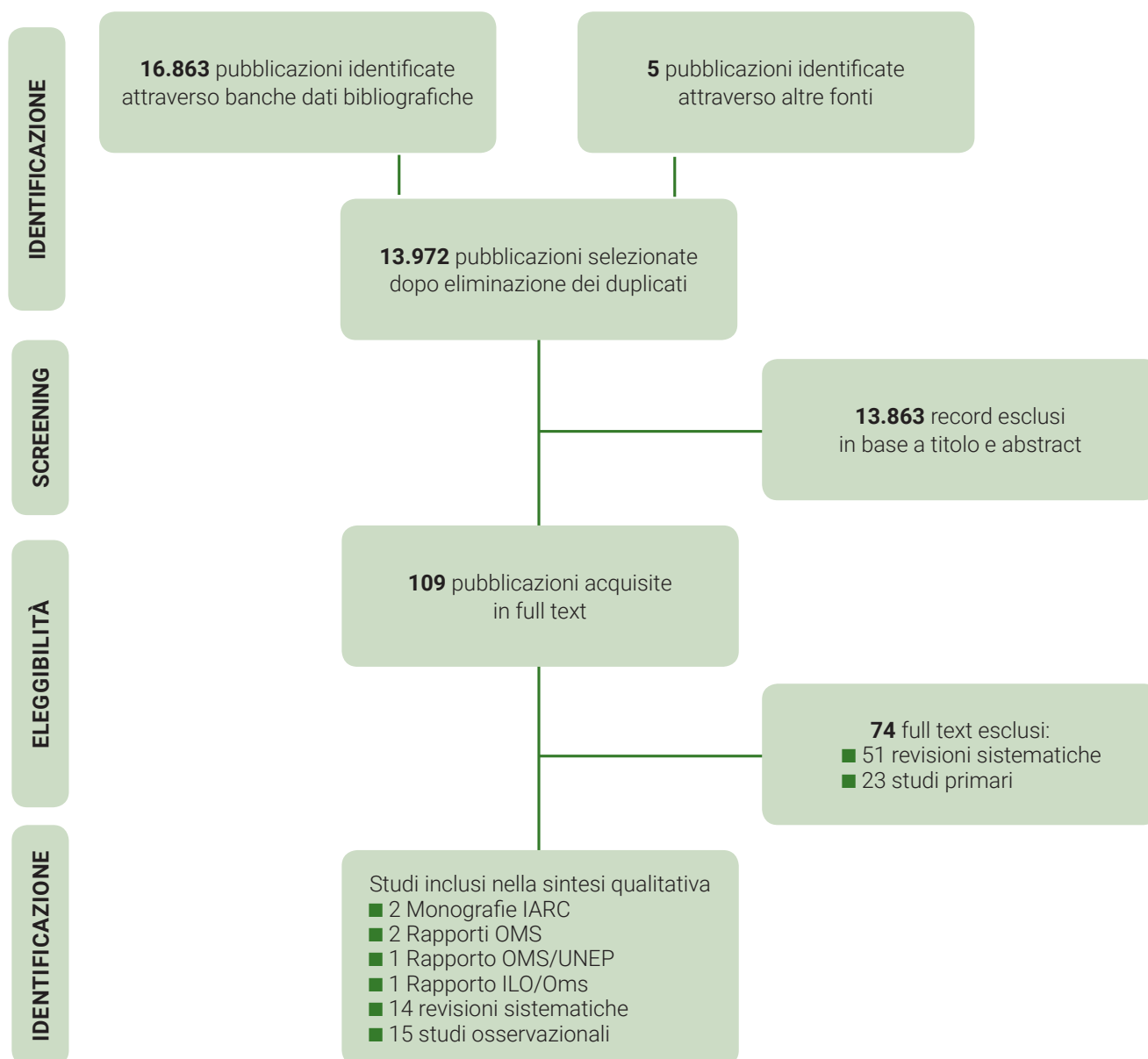


Figura 1. Processo di selezione degli studi secondo le linee guida PRISMA.

Figure 1. Flowchart of study selection based on the PRISMA statement.

Sintesi degli studi

■ Petrolchimico

Sono stati identificati 6 RS^{8,9,13-15,20} e 3 studi osservazionali^{36,37,39} che hanno valutato l'impatto della residenza in prossimità di impianti petrolchimici sugli esiti di salute. Gli esiti considerati nelle revisioni sono stati la mortalità e l'incidenza di tutti i tumori maligni, tumori ematologici, mieloma, tumore del polmone, tumore della mammella, sintomi respiratori e patologie renali. In tabella 2 è riportata una sintesi dei risultati per la popolazione generale.

Inoltre, visto che gli impianti petrolchimici potenzialmente emettono diossine e furani, è stato considerato anche quanto messo in evidenza da Organismi internazionali sugli effetti sanitari dell'esposizione a tali sostanze.

In particolare, si è tenuto conto di quanto riportato:

- in Monografie della IARC²³ sulla cancerogenicità della 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-diossina (TCDD): l'associazione è stata valutata Sufficiente per tutti i tumori e Limitata per i tumori dei tessuti molli, le leucemie e i linfomi;
- nel Rapporto del OMS/UNEP 2013, dove viene messa in luce una possibile associazione tra esposizione a diossine, furani e cadmio e tumore della mammella.²⁴

■ Discariche

La ricerca della letteratura ha identificato un Rapporto dell'OMS, 1 RS e 1 studio osservazionale che hanno valutato l'associazione tra residenza in prossimità di discariche ed esiti di salute.^{18,23,38}

In tabella 3 è riportata una sintesi dei risultati per la sola popolazione generale.

Il Rapporto dell'OMS,²³ nel riportare le conoscenze sui possibili effetti sanitari della gestione dei rifiuti, mette in evidenza che i risultati più consistenti per le popolazioni residenti in prossimità di discariche di rifiuti riguardano i tumori e gli effetti avversi della riproduzione. Inoltre, viene sottolineato che studi più recenti hanno riportato disturbi olfattivi ed eccessi di malattie respiratorie, queste ultime proposte tra gli esiti sanitari da considerare per la valutazione dell'impatto sanitario delle discariche. Per i tumori si osserva che diversi studi hanno segnalato eccessi di tumori del pancreas, laringe, fegato, rene e linfomi non Hodgkin, ma l'evidenza complessiva viene valutata non sufficiente per trarre conclusioni.

La revisione di Fazzo 2017 ha classificato l'evidenza di associazione tra la residenza in prossimità di siti di rifiuti pericolosi e l'insorgenza di patologie in sufficiente (più di uno studio di alta/moderata qualità metodologica riporta una forte e consistente associazione),

limitata (più di uno studio di alta o alta/moderata qualità riporta una forte e precisa misura di associazione) e inadeguata (meno di due studi di alta/moderata qualità metodologica riportano un eccesso di rischio oppure due o più studi di moderata/alta qualità metodologica riportano risultati non consistenti e/o l'associazione debole).¹⁸

Lo studio di coorte residenziale di Salerno 2019 ha indagato la mortalità per causa della popolazione residente in due comuni, a diverse distanze da un sito di smaltimento di rifiuti urbani e industriali, con documentata contaminazione ambientale.³⁸ È stato svolto un confronto interno, calcolando le stime di rischio (HR) nelle aree a diversa distanza dalla discarica così definite: "Near", entro 2,9 (Ghemme) e 1,9 km (Cavaglio); "Medium", tra 3,4 (Ghemme) e 2,4 km (Cavaglio); "Far zone", oltre i 3,9 (Ghemme) e 2,9 km (Cavaglio).

■ Inceneritori

La ricerca della letteratura ha identificato un Rapporto dell'OMS e 2 RS che hanno valutato l'impatto della residenza in prossimità di inceneritori ed esiti di salute.^{17,19,22}

In tabella 4 è riportata una sintesi dei risultati, per la popolazione generale.

Il Rapporto dell'OMS ha riportato stime quantitative di eccesso di rischio in popolazioni residenti in prossimità di inceneritori di vecchia generazione per tutti i tumori e, nello specifico, per i tumori dello stomaco, del colon, del fegato e del polmone.²² Inoltre, vengono segnalati possibili eccessi di linfomi non Hodgkin e sarcomi dei tessuti molli, anche se i risultati vengono reputati non consistenti tra i diversi studi.

Inoltre, visto che per gli inceneritori di prima generazione è stata spesso documentata l'emissione di diossine, è stato considerato anche quanto messo in evidenza da Organismi internazionali sugli effetti sanitari dell'esposizione a tali sostanze.

In particolare, si è tenuto conto di quanto riportato:

- in Monografie della IARC²³ sulla cancerogenicità della 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-diossina (TCDD): l'associazione è stata valutata Sufficiente per tutti i tumori e Limitata per i tumori dei tessuti molli, le leucemie e i linfomi;
- nel Rapporto OMS/UNEP 2013,²⁴ dove viene riportata una possibile associazione tra esposizione a diossine, furani e cadmio e tumore della mammella.

■ Miniere

Due RS e 1 studio osservazionale hanno valutato l'impatto sulla salute della popolazione residente in prossimità di miniere di carbone.^{10,16,32} In tabella 5 è riportata una sintesi dei risultati.

■ Centrali elettriche

Sono stati identificati 1 RS e 3 studi osservazionali che hanno valutato l'impatto della residenza in prossimità di centrali elettriche sugli esiti di mortalità e morbilità.^{21,31,39,40} In tabella 6 è riportata una sintesi dei risultati per la popolazione generale.

■ Industria chimica

La ricerca bibliografica ha identificato 5 studi osservazionali che hanno valutato l'associazione tra esposizione a industrie chimiche ed esiti di salute.^{29,30,31,33,34} In tabella 7 è riportata una sintesi dei risultati.

La ricerca bibliografica ha inoltre identificato 3 studi osservazionali^{32,37,41} che hanno valutato l'associazione tra esposizione a industria della ceramica ed esiti di salute. Pur non essendo inclusa tra le fonti di esposizione ambientale in SENTIERI, i risultati sono stati ritenuti di interesse per la presenza, tra i territori studiati, del Sito di Sassuolo-Scandiano, importante polo produttivo della ceramica. In tabella 8 è riportata una sintesi dei risultati.

■ Industria siderurgica

La ricerca della letteratura ha identificato cinque studi osservazionali che hanno valutato l'impatto della residenza in prossimità di impianti siderurgici sugli esiti di mortalità e morbilità.^{30,31,35,39,41}

In tabella 9 è riportata una sintesi dei risultati.

Inoltre, sono stati considerati Rapporti di istituzioni internazionali sugli effetti sanitari dell'esposizione a specifiche sostanze potenzialmente emesse da impianti siderurgici quali diossine e metalli pesanti.

In particolare:

- le Monografie della IARC sulla cancerogenicità di diossine e metalli pesanti: l'associazione è stata valutata "sufficiente" per tutti i tumori per esposizione alla 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-para-diossina (TCDD), "limitata" per tumore dello stomaco per esposizione al piombo, "sufficiente" per tumore del polmone per esposizione a cadmio e cromo e per produzione di coke, "limitata" per i tumori dei tessuti molli, leucemie e linfomi per esposizione a TCDD e "limitata" per il tumore della prostata e del rene per esposizione a cadmio;²³

- la pubblicazione OMS/UNEP 2013, dove è riportata una possibile associazione tra esposizione a diossine, furani e cadmio e tumore della mammella.²⁴

- il Rapporto del OMS del 2007, dove è riportata un'associazione tra esposizione a cadmio, piombo e mercurio e insorgenza di patologie renali.⁴²

■ Amianto

La ricerca della letteratura ha identificato 2 RS^{11,12} e 1 studio trasversale²⁸ sull'associazione tra esposizione ad amianto e incidenza di mesotelioma.

Nella Monografia IARC 2012²⁶ su cancerogenità dell'amianto, le evidenze sono state valutate sufficienti per il mesotelioma, il tumore maligno del polmone, della laringe e tumore dell'ovaio; limitate per tumore della faringe, dello stomaco e del colon retto. La IARC ha osservato nella popolazione un'associazione tra esposizione ambientale ad amianto, mesoteliomi e tumori del polmone.²⁶

Inoltre, è stata considerata la fluoro-edenite, fibra asbestiforme di origine naturale presente in uno dei siti di SENTIERI (Biancavilla), la cui esposizione ambientale è stata valutata nella Monografia IARC 2017²⁵ come sufficiente a causare mesoteliomi nella popolazione generale.

È stato reperito un documento della International Labour Organization e dell'OMS (ILO/OMS) del 2007²⁷ che riguarda l'associazione tra l'amianto e l'asbestosi, patologia non tumorale.

In tabella 10 è riportata una sintesi dei risultati degli studi.

■ Aree portuali

La ricerca della letteratura ha identificato uno studio osservazionale³² sull'associazione tra residenza presso aree portuali con cantieri navali e incidenza di tumore. In tabella 11 è riportata una sintesi dei risultati dello studio.

Conclusioni

Successivamente alla revisione della letteratura svolta nel 2010 nell'ambito del Progetto SENTIERI, sono state pubblicate numerose revisioni sistematiche e nuovi studi che hanno messo in luce nella popolazione generale ulteriori possibili associazioni tra alcune patologie e la residenza in prossimità di impianti petrolchimici e siderurgici, discariche, miniere e fonti di amianto. Il lavoro condotto in questo studio ha, in alcuni casi, ampliato il numero di patologie associate con un certo grado di evidenza ad alcune *fonti di esposizione ambientale*, in altri ha reso possibile il passaggio da un livello Limitato a uno Sufficiente, dotando il Progetto SENTIERI di uno strumento di lettura dei dati aggiornato, più raffinato, ma anche più complesso. Quanto riportato nel presente contributo, oltre a essere stato la base per l'aggiornamento delle evidenze *a priori*,² può rappresentare un punto di partenza utile per la conduzione di studi epidemiologici di tipo eziologico.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

| Esito | Risultati (IC95%) | Studio | |
|--------------------------------------|---|---|-----------------------------|
| Tutti i tumori maligni | <p>Incidenza <i>Impianto attivo da 0-9 anni</i> Tasso di incidenza standardizzato per età per 1.000 anni persona: Alta esposizione: 1,53 (0,59-2,47) Bassa esposizione: 1,45 (0,78-2,12) RR 1,06 (0,50-2,23) <i>Adulti >60 anni</i> Alta esposizione: 2,70 (0,86, 4,54) Bassa esposizione: 3,17 (1,69-4,64) RR 0,85 (0,38-1,92) <i>Solo femmine</i> Alta esposizione: 1,06 (0,38-1,92) Bassa esposizione: 1,64 (0,76-2,53) RR 0,65 (0,76-2,53)</p> | <p><i>Impianto attivo da 10-12 anni</i> Alta esposizione: 4,44 (0,72-8,16) Bassa esposizione: 2,48 (1,22-3,74) RR 1,79 (0,56-5,75) <i>Adulti >60 anni</i> Alta esposizione: 15,2 (3,14-27,3) Bassa esposizione: 4,86 (1,64-8,08) RR 3,14 (0,79-12,5) <i>Solo femmine</i> Alta esposizione: 2,94 (0,63-5,24) Bassa esposizione: 2,71 (0,95-4,47) RR 1,08 (0,38-3,11)</p> <p>L'analisi stratificata per età, genere, indice di massa corporea (BMI), abitudine al fumo ed epatite C mostra un effetto significativo dell'età (RR 1,05; 1,04-1,06) e dell'epatite C (RR 2,15; 1,57-2,94) sull'incidenza dei tumori in tutti i residenti e un effetto maggiore negli adulti di età superiore a 60 anni (RR 2,42; 1,61-3,63) e nelle femmine con epatite C (RR 2,37; 1,61-3,48).</p> | Yuan 2018 ³⁷ |
| Tumore maligno del polmone | <p>Mortalità Tutti gli studi RR 1,03 (0,98-1,09) (13 studi) I²=25,3% Genere Femmine: RR 1,07 (0,98-1,16), p=0,137 (5 studi) Maschi: RR 1,02 (0,93-1,11); p=0,728 (7 studi)</p> | <p>Area geografica Europa: RR 1,07; p=0,302 (4 studi) Asia: RR 1,09; p=0,311 (2 studi) Stati Uniti: RR 1,07; p=0,119 (4 studi) Periodo di latenza >20 anni: RR 1,00; p=0,990 (9 studi) ≤20 anni: RR 1,10; p=0,056 (4 studi) Concentrazione PM₁₀ >150 µg/m³: RR 1,12; p=0,117 (4 studi) ≤150 µg/m³: RR 1,01; p=0,724 (9 studi)</p> | Lin 2017 ¹⁵ |
| | <p>Incidenza Tutti gli studi RR 1,19 (1,06-1,32) Genere Femmine: RR 1,29; p=0,004; Maschi: RR 1,12; p=0,173; Area geografica Europa: RR 1,17; p=0,019; Stati Uniti: RR 1,11; p=0,762 Sudafrica: RR 1,56; p=0,342 Medioriente: RR 1,42; p=0,617 Periodo di osservazione ≥7 anni rispetto a periodo con durata inferiore: stima pooled RR 1,25 (1,17-1,34); p<0,001.</p> | <p>Rischio maggiore di tumore del polmone tra i residenti in prossimità di impianti petrolchimici che producono composti organici volatili, idrocarburi aromatici policiclici, metalli e policlorobifenili (RR 1,24). I residenti in prossimità di impianti con esposizione al benzene hanno un maggior rischio, anche se non significativo, di tumore al polmone RR 1,06 (0,74-1,53).</p> | Lin 2018 ⁹ |
| Tumore maligno della mammella | <p><i>Residenza inferiore a 0,8 km:</i> Donne in premenopausa: OR 1,00 (0,35-2,85) Donne in post menopausa: OR 1,15 (0,62-2,13) Donne in premenopausa e post menopausa (overall): OR 1,25 (0,75-2,06)</p> | <p><i>Residenza tra 0,8 e 3,2 km:</i> Donne in premenopausa: OR 1,24 (0,88-1,75) Donne in post menopausa: OR 1,29 (1,00-1,66) Donne in premenopausa e post menopausa (overall): OR 1,31 (1,07-1,60).</p> | Pan 2011 ³⁹ |
| Tumori ematologici | <p>Incidenza <i>Tutti gli studi:</i> RR 1,24 (1,06-1,46) <i>Per esposizione ≤5 km</i> RR 1,30 (1,09-1,55) I²=52,2%</p> | <p><i>Per esposizione tra 5 e 10 km</i> RR 0,86 (0,52-1,43) I²=0,0% Metaregressione Qualità degli studi Bassa qualità: RR 1,01 (0,90-1,14) Alta qualità: RR 1,58 (1,32-1,90)</p> | Pan 2011 ³⁹ |
| Linfoma di Hodgkin | <p>Incidenza RR 1,03 (0,81-1,30)</p> | | Jepchote 2020 ²⁰ |
| Linfomi non Hodgkin | <p>Incidenza Distanza <7,5 km RR 1,06 (0,97-1,17)</p> | | Jepchote 2020 ²⁰ |
| Mieloma multiplo | <p>Incidenza Distanza <3 km (include studi che considerano distanze <2,5 km) RR 1,16 (0,83-1,63)</p> | | Jepchote 2020 ²⁰ |

Tabella 2. Sintesi dei risultati degli studi sull'esposizione a impianti petrolchimici (popolazione generale).
Table 2. Summary of the results of the studies on exposure to petrochemical plants (general population).

Continua →

| Esito | Risultati (IC95%) | Studio | |
|---------------------|--|--|-------------------------|
| Leucemia | Mortalità <i>Overall</i> RR 1,26 (1,10-1,45) (2 studi) | Boonhat 2020 ¹³ | |
| | Incidenza <i>Tutti gli studi</i> RR 1,18 (1,03-1,35) <i>Analisi di sottogruppo</i> Studi con follow-up >10 anni: RR 1,24 (1,06-1,45) rispetto a quelli con follow-up più breve RR 1,00 (0,73-1,35); Esposizione in base alla distanza dal sito: RR 1,11 (1,00-1,23); Esposizione con un indicatore area-based: RR 1,15 (0,73-1,82). | Boonhat 2020 ¹³ | |
| | Incidenza <i>Tutti gli studi</i> RR 1,36 (1,14-1,62) <i>Genere</i> Maschi: RR 2,46 (1,22-4,97) (2 studi); I ² =58,1% Femmine: RR 1,88 (1,32-2,67) (2 studi); I ² =0% <i>Tipo di leucemia</i> leucemia mieloide acuta: RR 1,61 (1,12-2,31); I ² =50,6% leucemia mieloide cronica: RR 1,09 (0,96-1,25); leucemia linfoblastica cronica: RR 1,85 (1,01-6,42); I ² =92% leucemia linfoblastica acuta: RR 1,50 (0,97-1,69); I ² =64,4% linfoma non Hodgkin: RR 1,01 (0,95-1,06) | <i>Tipologia di leucemia</i> Leucemia linfocitica cronica: RR 2,89 (1,13-7,41); Leucemia mieloide acuta: RR 1,59 (0,85-2,98); Leucemia mieloide cronica: RR 1,55 (1,13-2,12); Leucemia linfoblastica acuta: RR 1,42 (0,79-2,53). <i>Età</i> <30 anni: RR 1,22 (0,96-1,56); I ² =27,1% Tutte le età: RR 1,43 (1,15-1,79); I ² =77,8% <i>Area geografica</i> Nord America: RR 1,13 (0,92-1,40); I ² =0% Asia: RR 1,25 (0,96-1,64); I ² =42,6% Europa: RR 1,50 (1,15-1,96); I ² =76,1% | Lin 2020 ⁸ |
| Sintomi respiratori | Tosse: OR 1,35 (1,09-1,66); I ² =0% Respiro sibilante: OR 1,28 (1,10-1,50); I ² =71% Bronchite: OR 1,26 (1,09-1,45); I ² =13,2% Rinite: OR 1,17 (0,93-1,48); I ² =88,5% Asma: OR 1,15 (0,86-1,53); I ² =82,3% | Chang 2020 ¹⁴ | |
| | Analisi di sottogruppo <i>Tosse</i> <i>Area geografica</i> Asia: OR 1,30 (1,04-1,62); I ² =0% Europa: NR <i>Periodo di follow-up</i> ≥3 anni: OR 2,49 (1,01-6,11) <3 anni: OR 1,30 (1,04-1,62) <i>Respiro sibilante</i> <i>Area geografica</i> Asia: OR 0,98 (0,83-1,14) Sudamerica: OR 1,94 (1,45-2,61) Europa: OR 1,31 (1,11-1,54) <i>Periodo di follow-up</i> ≥3 anni: OR 1,25 (1,07-1,33) <3 anni: OR 1,30 (1,04-1,62) | <i>Bronchite</i> <i>Area geografica</i> Asia: OR 1,28 (1,07-1,53) Europa: OR 1,23 (0,93-1,63) <i>Rinite</i> <i>Area geografica</i> Asia: OR 1,22 (0,82-1,80) Sudamerica: OR 1,87 (1,12-3,12) Europa: OR 1,02 (0,78-1,32) <i>Periodo di follow-up</i> ≥3 anni: OR 1,17 (0,86-1,59) <3 anni: OR 1,16 (0,86-1,57) <i>Asma</i> <i>Area geografica</i> Asia: OR 1,46 (1,08-1,96) Sudamerica: OR 2,76 (1,96-3,89) Europa: OR 0,83 (0,72-0,97) <i>Periodo di follow-up</i> ≥3 anni: OR 0,97 (0,78-1,20) <3 anni: OR 1,93 (0,93-3,99) | |
| Patologie renali | Nei soggetti residenti nell'area definita ad alta esposizione sono state osservate: concentrazioni urinarie di arsenico, cadmio, mercurio, tallio e 1-idrossipirene significativamente più alte, un valore ridotto della velocità di filtrazione glomerulare stimata (eGFR) e una maggiore prevalenza di patologie renali croniche (CDK). Nessuna differenza per età, genere, abitudine al fumo, uso di alcol e distanza da vie ad alto scorrimento stradale. <i>Velocità di filtrazione glomerulare stimata (eGFR)</i> Alta esposizione: 63,7 ± 12,6 ml/min/1,73 m ² Bassa esposizione: 66,9 ± 14,0 ml/min/1,73 m ² <i>Prevalenza di patologie renali croniche (CDK)</i> Alta esposizione: 38,3% Bassa esposizione: 29,7% | Una minore distanza dall'impianto risulta essere associata con un valore più basso di eGFR (β=2,90; 3,58-2,21), una maggiore probabilità di CDK (OR 1,55; 1,32-1,81), un rischio elevato o moderato di CDK (elevato se GFR ≤60 ml/min/1,73 m ² , intermedio se GFR ≥60 ml/min/1,73 m ² e il dipstick urinario rileva valori di proteine maggiori di 1) (OR 1,37; 1,18-1,60). Similmente, vivere nell'area ad alta esposizione rispetto a quella a bassa esposizione risulta essere associato con un basso valore di eGFR (β 3,18; -4,28 -2,08), una maggiore probabilità di CDK (OR 1,68; 1,32-2,01) e un rischio alto o moderato di patologia renale (OR 1,45; 1,15-1,82). | Yuan 2020 ³⁶ |

RR: rischio relativo / relative risk; OR: odds ratio / odds ratio;

eGFR: velocità di filtrazione glomerulare stimata / estimated glomerular filtration rate

Tabella 2. Sintesi dei risultati degli studi sull'esposizione a impianti petrolchimici (popolazione generale).

Table 2. Summary of the results of the studies on exposure to petrochemical plants (general population).

| Esiti | Risultati | Studio | |
|---|--|----------------------------|----------------------------|
| Tutte le cause | Evidenza inadeguata (6 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ | |
| | Eccesso della mortalità per tutte le cause negli uomini residenti nella <i>near zone</i> (+23%) e nella <i>medium zone</i> (+ 21%) di Ghemme. Eccesso significativo del 27% nei residenti della <i>near zone</i> di Cavaglio. Minore mortalità tra i residenti della <i>medium zone</i> di Cavaglio. | Salerno 2019 ³⁸ | |
| Tutti i tumori | Evidenza inadeguata (11 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ | |
| | Eccesso della mortalità tra i residenti nella <i>medium zone</i> di Ghemme (+17%). A Cavaglio si osserva un eccesso di mortalità per tumori del 36% tra i residenti della <i>near zone</i> . | Salerno 2019 ³⁸ | |
| Tumori maligno dell'apparato digerente | Evidenza inadeguata (2 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ | |
| Tumore maligno dell'esofago | Evidenza inadeguata (2 studi) | | |
| Tumore maligno dello stomaco | Evidenza inadeguata (10 studi) | | |
| Tumore maligno del colon retto | Evidenza inadeguata (3 studi) | | |
| | Eccesso di rischio di più del doppio, significativo, della mortalità per tumore del colon retto nella <i>near zone</i> di Cavaglio. Eccesso dell'83% della mortalità per tumore del colon retto tra i residenti della <i>medium zone</i> a Ghemme. | Salerno 2019 ³⁸ | |
| Tumore maligno del colon | Evidenza inadeguata (1 studio) | Fazzo 2017 ¹⁸ | |
| Tumore maligno del retto | Evidenza inadeguata (1 studio) | | |
| Tumore maligno del fegato | Evidenza limitata (11 studi) | | |
| Tumore maligno del tratto biliare | Evidenza inadeguata (1 studio) | | |
| Tumore maligno del tratto epatobiliare | Evidenza inadeguata (1 studio) | | |
| Tumore maligno della cistifellea | Evidenza inadeguata (1 studio) | | |
| Tumore maligno del pancreas | Evidenza inadeguata (1 studio) | | |
| Tumore maligno della laringe | Evidenza inadeguata (3 studi) | | |
| Tumore maligno dell'apparato respiratorio, della faringe e del cavo orale | Evidenza inadeguata (singoli studi) | | |
| Tumore maligno della trachea, dei bronchi e della pleura | Evidenza inadeguata (11 studi) Non si osserva un effetto dell'area geografica, a eccezione della <i>medium zone</i> di Ghemme, dove si osserva +34% di rischio vicino alla significatività statistica. | | Salerno 2019 ³⁸ |
| Tumore maligno della pleura | Evidenza inadeguata (4 studi) | | Fazzo 2017 ¹⁸ |
| Tumore maligno della pelle | Evidenza inadeguata (1 studio) | | |
| Tumore maligno del tessuto connettivo e dei tessuti molli | Evidenza inadeguata (6 studi) | | |
| Tumore maligno della mammella | Evidenza limitata (5 studi) | | |
| Tumore maligno dell'apparato genitourinario | Evidenza inadeguata (2 studi) | | |
| Tumore maligno dell'utero | Evidenza inadeguata (2 studi) | | |
| Tumore maligno dell'ovaio | Evidenza inadeguata (3 studi) | | |
| Tumore maligno della prostata | Evidenza inadeguata (2 studi) Eccessi della mortalità di più di 3 volte nella <i>near zone</i> di Cavaglio | Salerno 2019 ³⁸ | |
| Tumore maligno del testicolo | Evidenza limitata (2 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ | |
| Tumore maligno della vescica | Evidenza limitata (10 studi) Eccesso significativo della mortalità di 5 volte nella <i>near zone</i> di Cavaglio | Salerno 2019 ³⁸ | |
| Tumore maligno del rene | Evidenza inadeguata (8 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ | |
| Tumore maligno del cervello | Evidenza inadeguata (5 studi) | Salerno 2019 ³⁸ | |
| Tumori ematologici | Eccesso di mortalità di 4,6 volte maggiore rispetto all'atteso nell'area più vicina alla discarica (p-value 0,048) a Ghemme | | |
| Tumori maligni del sistema linfematoipoietico | Evidenza inadeguata (5 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ | |
| Linfoma non Hodgkin | Evidenza limitata (9 studi) | | |
| Linfoma Hodgkin | Evidenza inadeguata (2 studi) | | |
| Linfoma | Evidenza inadeguata (2 studi) | | |
| Mieloma | Evidenza inadeguata (3 studi) | | |

Tabella 3. Risultati sull'esposizione a discariche (popolazione generale)
Table 3. Summary of the results of the studies on exposure to landfills (general population)

Continua →

| Esiti | Risultati | Studio |
|---|--|----------------------------|
| Leucemia | Evidenza inadeguata (8 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ |
| | Mortalità più alta di 4,6 volte tra i residenti nella <i>near zone</i> di Ghemme, anche se sulla base di 2 casi | Salerno 2019 ³⁸ |
| Leucemie linfatiche croniche | Evidenza inadeguata (1 studio) | Fazzo 2017 ¹⁸ |
| Leucemie linfatiche acute | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Leucemie mieloidi croniche | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Leucemie mieloidi acute | Evidenza inadeguata (2 studi) | |
| Disordini della tiroide | Evidenza inadeguata (2 studi) | |
| Diabete | Evidenza inadeguata (3 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ |
| Malattia di Parkinson e altri disordini del sistema nervoso centrale | Evidenza inadeguata (2 studi) | |
| Malattia di Alzheimer | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Disordini del sistema nervoso periferico | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Malattie del sistema cardiovascolare/circolatorio | Evidenza inadeguata (5 studi) Cause prevalenti di mortalità nella <i>medium zone</i> di Ghemme, in prossimità della strada a veloce scorrimento e nella zona vicino alla discarica (<i>near zone</i>) di Cavaglio | |
| Ipertensione | Evidenza inadeguata (3 studi) | Fazzo 2017 ¹⁸ |
| Malattia cardiaca | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Malattie ischemiche | Evidenza inadeguata (singoli studi) | |
| Infarto | Evidenza inadeguata (3 studi) | |
| Infarto acuto del miocardio | Evidenza inadeguata (2 studi) | |
| Malattie cerebrovascolari | Evidenza inadeguata (2 studi) | Salerno 2019 ³⁸ |
| Malattie dell'apparato respiratorio | Evidenza inadeguata (5 studi) A Cavaglio, la mortalità per malattie respiratorie rappresenta la seconda causa di morte nella <i>near zone</i> e nella <i>medium zone</i> , mentre nella <i>far zone</i> prevale la mortalità per malattie polmonari e del tratto digestivo. Maggior rischio di mortalità per malattie respiratorie tra i residenti delle <i>medium zone</i> a Ghemme. | |
| Malattie polmonari ostruttive, incluse BPCO, bronchiti ed enfisema | Evidenza inadeguata (4 studi) | |
| Infezioni acute dell'apparato respiratorio, incluse polmoniti e influenza | Evidenza inadeguata (4 studi) | |
| Asma | Evidenza limitata (5 studi) | |
| Malattie dell'apparato digerente | Evidenza inadeguata (studi 3) Maggior rischio di mortalità per malattie dell'apparato gastro-intestinale tra i residenti della <i>medium zone</i> a Ghemme | Salerno 2019 ³⁸ |
| Cirrosi biliare | Evidenza inadeguata (1 studio) | Fazzo 2017 ¹⁸ |
| Cirrosi epatica | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Sindrome metabolica | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Malattie endocrine e metaboliche | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Disfunzioni ovariche | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Disfunzioni testicolari | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Malattie del sistema genitourinario | Evidenza inadeguata (2 studi) | |
| Altri disordini del tratto genitale femminile, inclusa endometriosi | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Lesioni esterne | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Infertilità | Evidenza inadeguata (1 studio) | |
| Sintomi acuti generali e neurologici | Evidenza Sufficiente per discariche di rifiuti di industrie petroliere con emissioni di alte concentrazioni di acido solfidrico (1 studio) | |
| Sintomi acuti dell'apparato digerente | Evidenza Sufficiente per discariche di rifiuti di industrie petroliere con emissioni di alte concentrazioni di acido solfidrico (2 studi) | |
| Sintomi acuti respiratori e cutanei | Evidenza Sufficiente per discariche di rifiuti di industrie petrolifere con emissione di alte concentrazioni di acido solfidrico (2 studi) | |

Tabella 3. Risultati sull'esposizione a discariche (popolazione generale)

Table 3. Summary of the results of the studies on exposure to landfills (general population)

| Esiti | Risultati | Studio |
|--|--|--------------------------|
| Tutti i tumori | <p>Impianti di I generazione <i>Goria 2009</i>: eccesso di incidenza al crescere del valore di esposizione a diossine da inceneritore per le femmine (coeff. 0,671) e un rischio non significativo per gli uomini (coeff.0,214). <i>Michelozzi 1998</i>: non riporta eccessi significativi di mortalità nei residenti tra 0-10 km dall'impianto: femmine osservati/attesi (O/E) 1,02 (0,96-1,05); maschi O/E 0,97 (0,94-1,01). <i>Elliott 1996</i>: moderato eccesso di incidenza tra i residenti nell'area tra 0- 7,5 km dall'impianto: O/E 1,02, p-value di Sotne: 0,0001.</p> <p>Impianti di II generazione <i>Ancona 2015</i>: nessun eccesso significativo in relazione al valore di esposizione al particolato sottile PM₁₀. Mortalità: maschi HR 1,02 (0,92-1,12); femmine HR 1,04 (0,92-1,17); Ospedalizzazione: maschi HR=0,95 (0,89-1,02), femmine HR 0,96 (0,89-1,03). <i>Federico 2010</i>: incidenza tra i residenti nella fascia 0-5 km dall'inceneritore in linea con l'atteso (SIR 1,00 (0,98-1,02)) <i>Ranzi 2011</i>: tra gli esposti a concentrazioni >2 ng/m³ di metalli pesanti, eccesso di mortalità tra le femmine RR 1,47 (1,09-1,99); non osservato nei maschi: RR 0,85 (0,64-1,12); incidenza: femmine: RR 0,90 (0,73-1,11); maschi: RR 0,87 (0,72-1,06). <i>Garcia-Perez 2013</i>: eccesso di mortalità tra i residenti entro 5 km dall'impianto SMR 1,09 (1,01-0,18). <i>Fakuda 2003</i>: il tasso di mortalità non è maggiore nelle città con un inceneritore rispetto a quelle con un impianto.</p> | Negri 2020 ¹⁹ |
| Tumore maligno del polmone | <p>Impianti di I generazione <i>Biggeri 1996</i>: eccesso significativo in prossimità della sorgente di esposizione che diminuisce con la distanza (OR 6,7). <i>Parodi 2004</i>: aumento del rischio di tumore del polmone nelle donne sia per alte esposizioni (RR 2,14; 1,09-4,20) sia per basse esposizioni (RR 1,54; 1,01-2,36) (si intende sia esposizione a inceneritore sia a centrale elettrica e industria). <i>Elliott 1996</i>: eccesso tra i residenti entro i 7,5 km dall'impianto (SMR 1,10). Due studi non mostrano associazione significativa (Elliott 1992, Michelozzi 1998).</p> <p>Impianti di II generazione Due studi su 7 studi mostrano un eccesso di rischio di mortalità nei residenti in prossimità dell'inceneritore (Garcia-Perez 2013, Fukuda 2003).</p> | |
| Tumore maligno della laringe | <p>Impianti di I generazione <i>Elliott 1996</i>: eccesso per il tumore della laringe tra i residenti entro i 7,5 km dall'impianto (SMR 1,10). Nessuna associazione significativa in 2 studi (Elliott 1992, Michelozzi 1998).</p> <p>Impianti di II generazione <i>Ancona 2015</i>: eccesso tra la popolazione femminile esposta a contaminanti emessi dall'inceneritore. Due studi riportano nessuna associazione (Federico 2010, Ranzi, 2011).</p> | |
| Tumore maligno dell'intestino | Uno studio di coorte ha messo in evidenza il rischio in eccesso tra i residenti vicino l'inceneritore (Ranzi 2011) | Tait 2020 ¹⁷ |
| Tumore maligno dello stomaco | <i>Ranzi 2011</i> : eccesso di rischio tra i residenti vicino l'inceneritore | |
| Tumore maligno della mammella | <i>Viel 2008</i> : eccesso di rischio tra i residenti vicino l'inceneritore | |
| Tumori maligno del sistema linfoematopoietico | <p>Impianti I generazione <i>Michelozzi 1998</i>: nessun eccesso della mortalità nei residenti in prossimità (0-10 km) dell'inceneritore. <i>Elliott 1996</i>: eccesso dell'incidenza tra i residenti nella fascia tra 0 e 3 km dall'inceneritore (O/E 1,05).</p> <p>Impianti II generazione Due studi non hanno messo in evidenza alcun eccesso per tumori del sistema linfoematopoietico complessivamente (Ancona, 2015, Ranzi 2011). <i>Romanelli 2019</i>: eccesso dei ricoveri nelle classi maggiormente esposte a NO_x, sia tra i maschi (SMR 1,41; 0,92-2,15) sia tra le femmine (SMR 1,21; 0,78-1,88), anche se non significativi. La mortalità è risultata in eccesso significativo tra i soli maschi: SMR 1,79 (1,03-3,12); femmine SMR 1,26 (0,71-2,21).</p> | Negri 2020 ¹⁹ |

Tabella 4. Sintesi dei risultati degli studi sull'esposizione a inceneritori (popolazione generale).
Table 4. Summary of the results of the studies on exposure to incinerators (general population).

Continua →

| Esiti | Risultati | Studio |
|----------------------------------|---|--------------------------|
| Linfoma non Hodgkin | <p>Eccessi sono stati riportati in alcuni studi, in particolare per impianti di I generazione.</p> <p>Impianti di I generazione <i>Floret 2003</i>: eccesso di rischio di incidenza per alte esposizioni (OR 2,3; 1,4-3,8). <i>Elliott 1996</i>: eccesso di rischio per incidenza nei residenti nell'area 0-7,5 km dall'impianto SIR (1,04;1,10-1,08). <i>Michelozzi 1998</i>: eccesso della mortalità nella fascia 0-10 km tra le femmine (SIR 116;90-149) e non tra i maschi (SMR 100;77-127).</p> <p>Impianti di II generazione <i>Viel 2008</i>: eccesso significativo di rischio di incidenza tra gli esposti al 90 percentile di diossine (1,00-1,25). Tre studi non riportano eccessi dell'incidenza tra i residenti in aree più vicine agli inceneritori (Federico, 2010; Reeve, 2013; Pronk 2013). <i>Ranzi 2011</i>: per i residenti esposti a concentrazioni >2 ng/m³ di metalli pesanti: mortalità, femmine RR 2,03 (0,48-8,67); maschi RR 0,52 (0,11-2,45) – incidenza: femmine RR 1,06 (0,39-2,93); maschi RR 0,59 (0,23-1,57). <i>Romanelli 2019</i>: tra gli esposti a NO_x >0,031 µg/m³: eccessi di mortalità e incidenza in entrambi i generi, anche se non significativi. <i>Garcia-Perez 2013, Ortega Garcia 2017</i>: eccessi di mortalità, seppure non significativi, tra i residenti <5 km e <4 km dall'inceneritore, rispettivamente.</p> | Negri 2020 ¹⁹ |
| Linfoma di Hodgkin | <p>Impianti di I generazione <i>Viel 2000</i>: eccesso di incidenza nel cluster intorno l'inceneritore, anche se non significativi. Due studi (Michelozzi 1998, Elliott 1996) non hanno riportato eccessi significativi nelle popolazioni residenti in prossimità degli impianti.</p> | |
| Mieloma multiplo | <p>Impianti di I generazione Nessuno studio ha riportato eccessi significativi nelle popolazioni residenti in prossimità degli impianti. <i>Michelozzi 1998</i>: eccesso di incidenza tra le femmine residenti tra 3-8 km dall'inceneritore (115; 50-223). <i>Elliott 1996</i>: eccesso di mortalità non significativo tra le femmine residenti tra 0 e 3 km da un inceneritore (SMR 1,08; 0,98-1,19)</p> | |
| Leucemie | <p>Impianti di I generazione Nessuno studio ha riportato eccessi significativi nelle popolazioni residenti in prossimità degli impianti (Michelozzi 1998, Elliott 1996).</p> <p>Impianti di II generazione <i>Federico 2010</i>: eccesso di incidenza in entrambi i generi residenti tra 0-2 km e 2-3,5 km dall'inceneritore. <i>Romanelli 2019</i>: eccessi non significativi di mortalità e incidenza sia tra i maschi sia tra le femmine maggiormente esposte a NO_x, rispetto ai meno esposti. Nessuno studio ha riportato eccessi significativi nelle popolazioni residenti in prossimità degli impianti.</p> | |
| Sarcomi dei tessuti molli | <p>Possibili eccessi sono stati evidenziati per i primi inceneritori nelle aree più vicine agli impianti</p> <p>Impianti di I generazione 3 studi su 4 mostrano un eccesso di incidenza tra i residenti con alta esposizione a diossine (Zambon 2007), oppure in prossimità dell'impianto (Viel 2000, Comba 2003, Elliott 1996)</p> <p>Impianti di II generazione <i>Ranzi 2011</i>: nessun eccesso di incidenza tra gli esposti a >2ng/m³ di metalli pesanti. <i>Garcia Perez 2013</i>: eccesso di mortalità (RR 1,04; 0,74-1,41) tra i residenti a una distanza <5 km dall'inceneritore.</p> | |
| Esiti cardiovascolari | Non si osserva alcun pattern consistente tra gli studi né per mortalità né per incidenza di patologie cardiovascolari. | |
| Malattie respiratorie | Non si osserva alcun pattern di associazione consistente per patologie respiratorie e la presenza di inceneritori. | |

RR: rischio relativo / relative risk; OR: odds ratio / odds ratio

Tabella 4. Sintesi dei risultati degli studi sull'esposizione a inceneritori (popolazione generale).

Table 4. Summary of the results of the studies on exposure to incinerators (general population).

| Esiti | Risultati | Studio |
|--|---|-----------------------------------|
| Tutte le cause | Tutte le forme di produzione di carbone non sembrano essere correlate a un eccesso di mortalità totale (Bucanich 2014) | Boyles* 2017 ¹⁶ |
| Tutti i tumori maligni | RR mortalità compreso tra 1,01 e 1,06; $p < 0,05$ (Bucanich 2014) Aumento del tasso mortalità per residenza e produzione di carbone (214 contee USA). (Mueller 2015, Hendryx 2010, Hitt 2010, Hendryx 2010) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| | Tutte le forme di produzione di carbone erano associate a un eccesso di mortalità per cancro (Bucanich 2014). Tasso di mortalità per tutti i tumori maligni associata a esposizione georeferenziata più che alle quantità in tonnellate di carbone estratto (Hendryx 2010). | Boyles 2017 ¹⁶ |
| Tumore maligno dell'esofago | Aumento del tasso di mortalità aggiustato per età: beta 0,766 (0,353); $p < 0,05$. 82 contee USA con miniere di carbone (anni 2003-2007). (Ahern and Hendryx 2012) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| Tumore maligno dello stomaco | Aumento del tasso mortalità aggiustato per età: beta 0,935 (0,482); $p < 0,05$. 82 contee USA con miniere di carbone (anni 2003-2007) (Ahern 2012). | |
| Tumore maligno del colon retto | Mortalità Maschi-femmine: RR 1,27 (1,12-1,44) <i>Residenza <5 km estrazione carbone</i> Maschi: RR 1,31(1,13-1,52) tasso di mortalità Aumento dei tassi di mortalità per residenza, produzione di carbone e tipo di estrazione del carbone. 127 contee USA e 87 città spagnole (Mueller 2015, Buchanich 2014, Ahern 2012) | |
| Tumore maligno del fegato e dei dotti biliari intraepatici | Aumento del tasso mortalità beta 0,788 (0,395); $p < 0,05$ nelle contee con miniere di carbone (anni 1999-2002) (Ahern 2012) <i>Residenza <5 km estrazione carbone</i> Maschi: RR 1,69 (1,09-2,63) (Fernandez-Navarro 2012) 82 contee USA e 48 città spagnole | |
| Tumore maligno della laringe | Aumento coefficiente di regressione (standardizzato/aggiustato R2) tasso mortalità aggiustato per età nelle contee USA con miniere di carbone r/R^2 0,367/0,42; $p < 0,002$ (Hendryx 2010) | |
| Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | Mortalità Maschi-femmine: RR 1,22 (1,01-1,49) <i>Residenza <5 km estrazione carbone</i> Maschi: RR 1,29 (1,05-1,59) tasso mortalità (Fernandez-Navarro 2012). Aumento del tasso di mortalità per residenza, produzione di carbone, tipo di estrazione mineraria e tipologia di estrazione del carbone nella contea. 82 contee USA e 48 città spagnole (Mueller 2015, Buchanich 2014, Ahern 2012, Hendryx 2010, Hendryx 2008) | |
| | L'esposizione ad attività di estrazione mineraria di carbone potrebbe contribuire all'elevata incidenza del cancro polmonare nel Kentucky sud-orientale (Christian 2011). Quantità di carbone estratto non è stato associato a un aumento del rischio di ospedalizzazione per cancro polmonare (Hendryx 2007). Mortalità per tumore polmonare più elevata nelle aree degli Appalachi con elevata estrazione di carbone (Hendryx 2008). | Boyles 2017 ¹⁶ |
| Melanoma maligno della cute | Aumento del tasso mortalità aggiustato per età nelle contee con miniere di carbone beta/R ² 0,441/0,16; $p < 0,002$ Aumento tasso mortalità aggiustato per età per tonnellate di carbone prodotte beta/R ² 0,324/0,1; $p < 0,02$ 29 contee USA (Hendryx 2010) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| Tumore maligno della mammella | Debole associazione tra mortalità per tumore e residenza in prossimità di strutture minerarie (4 Km) RR 1,10 (1,00-1,21) | Garcia-Perez 2016 ³² |
| Tumore maligno della prostata | Associazione tra la recente produzione di carbone e la mortalità per cancro alla prostata, popolazione residente r -0,27 ($p=0,047$) (Mueller 2015) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| Tumore maligno della prostata | Nessuna associazione tra mortalità per tumore in prossimità di strutture minerarie (4 Km) RR 0,92(0,83-1,02) | Garcia-Perez 2016 ³² |
| Tumore maligno della vescica | Aumento di mortalità aggiustata per età (contee minerarie, miniere nelle contee minerarie-rimozione cime montagne) Beta 1,33 (0,438); $p < 0,01$ Popolazione in 82 contee USA (anni 2003-2007) (Ahern 2012) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |

Tabella 5. Risultati degli studi sull'esposizione a miniere (popolazione generale).
Table 5. Summary of the results of the studies on exposure to mines (general population).

Continua →

| Esiti | Risultati | Studio |
|--|---|-----------------------------------|
| Tumori del sistema nervoso centrale | Incrementi della mortalità aggiustata per età, separatamente per tumore delle meningi (C70), del cervello (C71), del midollo spinale, dei nervi cranici e altre sedi del SNC (C72) (Fernandez-Navarro 2012, Hendryx 2010) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| Malattia di Hodgkin | Aumento della mortalità aggiustata per età, nelle contee con miniere di carbone beta/R ² 0,41/0,16; p<0,002 Aumento della mortalità aggiustata per età, per tonnellate di carbone prodotte beta/R ² 0,324/0,1; p<0,02 29 contee USA (Hendryx 2010) | |
| Linfomi non Hodgkin | Aumento della mortalità aggiustata per età, nelle contee con miniere di carbone r/R ² 0,441/0,16; p<0,002 Aumento della mortalità aggiustata per età, per tonnellate di carbone prodotte r/R ² 0,324/0,1; p<0,02 29 contee USA (Hendryx 2010) | |
| Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi | Aumento della mortalità aggiustata per età, nelle contee con miniere di carbone r/R ² 0,41/0,16; p<0,002 Aumento della mortalità aggiustata per età, per tonnellate di carbone prodotte r/R ² 0,324/0,1; p<0,02 29 contee USA (Hendryx 2010) | |
| Leucemie | Aumento mortalità in contee con miniere di carbone Beta 1,102 (0,554); p < 0,05 (Ahern 2012) r (standardizzato/aggiustato R ²) r/R ² 0,441/0,16; p <0,002 in contee con miniere di carbone r 0,324/0,1 p <0,02 per produzione di carbone 82 contee USA (Hendryx 2010) | |
| Diabete | Quantità di carbone estratto non associate ad aumentato rischio di ospedalizzazione (Hendryx 2007) | Boyles 2017 ¹⁶ |
| Malattie del sistema circolatorio | Aumento del tasso di mortalità aggiustato per età, in contee con miniere di carbone ad alta produzione Beta 14,32 (6,61) p <0,03 (Hendryx 2010) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| | I residenti delle aree minerarie del carbone degli Appalachi hanno riportato tassi più elevati di malattie cardiovascolari (Hendryx 2009). La produzione di carbone non era correlata, dopo aggiustamento, al tasso di ospedalizzazione per malattie circolatorie (Talbot 2015). Estrazione di carbone (rimozione cima montagne) associata con incremento tassi mortalità patologie cardiovascolari croniche (Esch 2011). | Boyles 2017 ¹⁶ |
| Malattia ipertensiva | Aumento del tasso di mortalità aggiustata per età, contee con miniere di carbone r 16,9 (7,5); p <0,03 Aumento coefficiente regressione (errore standard) mortalità aggiustata per età, per tonnellate di carbone estratto r 11,4 (5,5); p <0,05 (Esch 2011) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| | Quantità di carbone prodotto associata a un aumento del rischio di ospedalizzazione per ipertensione (Hendryx 2007). Alti livelli di produzione di carbone associati a tassi più elevati di ipertensione (Hendryx 2008). | Boyles 2017 ¹⁶ |
| Malattie dell'apparato respiratorio | Aumento del tasso di mortalità aggiustato per età beta 6,29 (1,79); p <0,001 Aumento del tasso di mortalità per tipologia di estrazione mineraria Beta 9,81 (2,32); p <0,0001 (Hendryx 2010) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| | La produzione di carbone in superficie fornisce un contributo piccolo ma significativo ai tassi di ospedalizzazione per malattie respiratorie (Brink 2014) | Boyles 2017 ¹⁶ |
| Malattie polmonari cronico-ostruttive | Quantità di carbone prodotto associata a un aumento del rischio di ospedalizzazione per malattie polmonari cronico-ostruttive (BPCO) (Hendryx 2007). Alti livelli di produzione di carbone associati a tassi più elevati di BPCO (Hendryx 2008). I residenti delle contee minerarie con rimozione della cima delle montagne avevano un'elevata prevalenza di BPCO (Hendryx 2015). | |
| Asma | Aumento del rischio relativo di mortalità maschile, aggiustato per età, contee minerarie/contee non minerarie Maschi: RR 1,04 (IC95% 1,02-1,06) (Liao Y 2016) | Cortes-Ramirez 2018 ¹⁰ |
| Malattie dell'apparato urinario | Quantità di carbone estratto non associate ad aumentato rischio di ospedalizzazione (Hendryx et al. 2007). Elevata produzione di carbone associata ad alti tassi di patologie renali (Hendryx 2008). | Boyles 2017 ¹⁶ |

* Boyles et al. riportano che «Questa revisione sistematica non ha potuto trarre conclusioni sugli effetti sulla salute della comunità delle miniere (tecnica rimozione cima montagne, MTR) a causa del forte potenziale di distorsione [...]. Una migliore caratterizzazione delle esposizioni mediante futuri studi sulla salute della comunità e ulteriori studi sugli effetti delle miscele chimiche di estrazione di MTR nei modelli sperimentali saranno fondamentali per determinare i rischi per la salute dell'estrazione di MTR per le comunità. Senza tale lavoro, rimarrà l'incertezza sull'impatto di queste pratiche sulla salute delle persone che respirano l'aria e bevono l'acqua affette dall'estrazione mineraria con MTR» / Boyles et al. stated that «This systematic review could not reach conclusions on community health effects of MTR mining because of the strong potential for bias in the current body of human literature [...]. Improved characterization of exposures by future community health studies and further study of the effects of MTR mining chemical mixtures in experimental models will be critical to determining health risks of MTR mining to communities. Without such work, uncertainty will remain regarding the impact of these practices on the health of the people who breathe the air and drink the water affected by MTR mining».

RR: rischio relativo / relative risk; OR: odds ratio / odds ratio

Tabella 5. Risultati degli studi sull'esposizione a miniere (popolazione generale).

Table 5. Summary of the results of the studies on exposure to mines (general population).

| Esiti | Risultati | Studio |
|---|--|-------------------------------------|
| Tutte le cause | Aumento di rischio di mortalità Maschi: OR 1,42; 1,16-1,73 Femmine: OR 1,19; 1,02-1,37 (Ruiz-Rudolph 2016) | Amster 2019 ²¹ |
| | Il modello tiene conto anche della deprivazione (anni 1996-2003) <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,05 (IC90% 0,96-1,14) Femmine: RR 1,03 (IC90% 0,94-1,14) <i>Residenza <2km</i> Maschi RR 1,00 (IC90% 0,95-1,05) Femmine RR 1,02 (IC90% 0,97-1,07) | Cambra 2011 ³¹ |
| Tutti i tumori maligni | Aumento di rischio per esposizione ad arsenico, cadmio cromo e nickel significativamente più alto nei residenti nelle zone sottovento rispetto alla centrale elettrica (Tang 2013). | Amster 2019 ²¹ |
| | Aumento di rischio Maschi: OR 1,94; 1,36-2,74 Femmine: OR 1,25; 1,04-1,50 (Ruiz-Rudolph 2016) | |
| Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | Il modello tiene conto anche della deprivazione (mortalità anni 1996-2003) <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,28 (IC90% 1,06-1,53) Femmine: RR 0,75 (IC90% 0,35-1,29) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,06 (IC90% 0,96-1,17) Femmine: RR 1,00 (IC90% 0,79-1,28) | Cambra 2011 ³¹ |
| | L'aumento dell'esposizione al benzene è significativamente associato all'aumento di rischio di tumore del polmone tra le donne di età maggiore di 75 anni: IRR 1,86 (1,15-3,00) terzile intermedio vs terzile più basso; IRR: 2,00 (1,23-3,25) terzile più alto vs terzile più basso. Aumento associato anche ad esposizione a SO _x e NO _x . NO ₂ IRR: 1,70 (1,07-2,71) terzile intermedio vs terzile più basso; IRR: 1,72 (1,07-2,77) terzile più alto vs. terzile più basso. SO ₂ IRR: 1,55 (0,96-2,49) terzile intermedio vs. terzile più basso; IRR: 1,71 (1,07-2,73) terzile più alto vs. terzile più basso Nessuna associazione significativa per il tumore del polmone in persone <75 anni in entrambi i sessi. (Collarile 2017) | Amster 2019 ²¹ |
| Neoplasie cutanee non melanomatose | Uno studio (Pesch et al. 2002) riporta un'alta incidenza rispetto ai valori di riferimento nazionale associate a esposizione ad arsenico (SIR 1,64; 1,24-2,17) | |
| Tumore maligno della mammella | Il modello utilizzato nell'analisi tiene conto anche della deprivazione (anni 1996-2003) Mortalità <i>Residenza <1km</i> RR 0,97 (IC90% 0,70-1,31) <i>Residenza <2km</i> RR 1,09 (IC90% 0,96-1,27) <i>Residenza inferiore a 0,8 km</i> Donne in premenopausa: OR 1,00 (0,35-2,85) Donne in post menopausa: OR 1,15 (0,62-2,13) Donne in premenopausa e post menopausa (overall): OR 1,25 (0,75-2,06) <i>Residenza tra 0,8 e 3,2 km</i> Donne in premenopausa: OR 1,24 (0,88-1,75) Donne in post menopausa: OR 1,29 (1,00-1,66) Donne in premenopausa e post menopausa (overall): OR 1,31 (1,07-1,60) | Cambra 2011 ³¹ |
| | | Pan 2011 ³⁹ |
| Tumore maligno della vescica | Nessuna associazione significativa per il tumore del polmone in persone <75 anni in entrambi i sessi (Collarile 2017). | Amster 2019 ²¹ |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico e tessuti correlati | Il modello tiene conto anche della deprivazione (mortalità anni 1996-2003) <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 0,90 (IC90% 0,61-1,33) Femmine: RR 0,76 (IC90% 0,46-1,21) <i>Residenza <2km</i> Maschi RR 1,00 (IC90% 0,84-1,18) Femmine RR 1,01 (IC90% 0,84-1,21) | Cambra 2011 ³¹ |
| Leucemia mieloide acuta | Tasso di incidenza standardizzato (SIR) più elevato nei comuni a <7,5 km di distanza da una centrale termoelettrica (9,58 vs 1,72; p = 0,004) o a meno di 10 km dal punto di massima densità della rete ad alta tensione. | Rodriguez-Garcia 2012 ⁴⁰ |
| Malattie ischemiche del cuore | Incremento di mortalità associato all'incremento di 1 mg/m ³ del PM _{2,5} attribuito alla combustione (Hazard Risk 1,05; 1,02-1,08) (Thurston 2016) | Amster 2019 ²¹ |
| | Il modello tiene conto anche della deprivazione (anni 1996-2003) <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 0,93 (IC90% 0,7-1,13) Femmine: RR 0,90 (IC90% 0,69-1,19) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,00 (IC90% 0,84-1,18) Femmine: RR 1,02 (IC90% 0,90-1,16) | Cambra 2011 ³¹ |
| Malattie cerebrovascolari | Il modello tiene conto anche della deprivazione (mortalità anni 1996-2003) <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 0,99 (IC90% 0,79-1,24) Femmine: RR 1,12 (IC90% 0,91-1,38) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 0,92 (IC90% 0,83-1,03) Femmine: RR 1,04 (IC90% 0,94-1,16) | |
| | | |
| Malattie dell'apparato respiratorio | Il modello tiene conto anche della deprivazione (mortalità anni 1996-2003) <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,11 (IC90% 0,86-1,42) Femmine: RR 0,74 (IC90% 0,47-1,12) <i>Residenza <1km</i> Maschi RR: 0,99 (0,88-1,15) Femmine RR: 0,82 (0,68-1,01) | |
| Sintomi respiratori | Uno studio (Amster 2014) riporta tosse cronica OR 1,58 (1,19-2,22), catarro cronico OR 1,45 (1,06-1,98), per ogni aumento di 1 ppb di NO _x . | Amster 2019 ²¹ |

RR: rischio relativo / relative risk; OR: odds ratio / odds ratio; SIR: rapporto standardizzato di mortalità / standardized incidence ratio

Tabella 6. Risultati degli studi per esposizione a centrali elettriche (popolazione generale).

Table 6. Summary of the results of the studies on exposure to power plants (general population).

| Esiti | Risultati | Studio |
|---|--|----------------------------------|
| Tutte le cause | Mortalità <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 0,90 (IC90% 0,85-0,97); Femmine: RR 0,97 (IC90% 0,90-1,04); <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,00 (IC90% 0,96-1,06); Femmine: RR 1,03 (IC90% 0,98-1,09) | Cambra 2011 ³¹ |
| Tumore maligno della bocca e della faringe | Mortalità Maschi: RR 1,03 (0,97-1,09) Femmine: RR 1,05 (0,94-1,17) | Ayuso-Alvarez 2020 ²⁹ |
| Tumore maligno dell'esofago | Mortalità Maschi: RR 1,01 (0,94-1,08) Femmine: RR 1,05 (0,90-1,23) | |
| Tumore maligno dello stomaco | Mortalità Maschi: RR 1,12 (1,06-1,19); Femmine: RR 1,04 (0,98-1,11) | |
| Tumore maligno dell'intestino tenue | Mortalità Maschi: RR 1,04 (0,83-1,30) Femmine: RR 0,97 (0,76-1,25) | |
| Tumore maligno del colon retto | Mortalità Maschi: RR 1,06 (1,03-1,10) Femmine: RR 1,05 (1,01-1,09) | |
| | Eccesso di rischio per mortalità, in entrambi i sessi, associato a impianti di produzione di fertilizzanti RR 1,06 (1,008 -1,115) | |
| Tumore maligno del fegato | Mortalità Maschi: RR 1,12 (1,04-1,21) Femmine: RR 1,04 (0,92-1,17) | Ayuso-Alvarez 2020 ²⁹ |
| Tumore maligno della cistifellea | Mortalità Maschi: RR 1,22 (1,09-1,37) Femmine: RR 1,01 (0,93-1,11) | |
| Tumore maligno del pancreas | Mortalità Maschi: RR 1,05 (1,00-1,11) Femmine: RR 1,02 (0,96-1,07) | |
| Tumore maligno del peritoneo | Mortalità Maschi: RR 1,30 (1,06-1,60) Femmine: RR 0,88 (0,73-1,06) | |
| | | |
| Tumori maligni del tessuto linfoematopoietico e tessuti correlati | Mortalità <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,27 (IC90% 0,99-1,61) Femmine: RR 1,09 (IC90% 0,81-1,42) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,18 (IC90% 0,99-1,40) Femmine: RR 1,08 (IC90% 0,90-1,31) | Cambra 2011 ³¹ |
| Tumori maligni nasali | Mortalità Maschi: RR 0,97 (0,75-1,26) Femmine: RR 0,81 (0,57-1,17) | Ayuso-Alvarez 2020 ²⁹ |
| Tumore maligno del polmone | Mortalità Maschi: RR 1,06 (1,03-1,10) Femmine: RR 0,96 (0,90-1,02) | Cambra 2011 ³¹ |
| | Mortalità <i>Maschi</i> <1 km: RR 0,90 (IC90% 0,77-1,04) <2 km: RR 1,03 (IC90% 0,93-1,15) <i>Femmine</i> <1 km: RR 0,97 (IC90% 0,65-1,37) <2 km: RR 1,03 (IC90% 0,79-1,30) | |
| Tumore maligno della pleura | Mortalità Maschi: RR 1,40 (1,11-1,78) Femmine: RR 1,34 (0,99-1,84) | |
| Tumori maligni delle ossa | Mortalità Maschi: RR 0,94 (0,80-1,10) Femmine: RR 0,97 (0,71-1,18) | Ayuso-Alvarez 2020 ²⁹ |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e dei tessuti molli | Mortalità Maschi: RR 1,15 (1,01-1,32) Femmine: RR 1,04 (0,89-1,21) | |
| Melanoma | Mortalità Maschi: RR 1,01 (0,91-1,12) Femmine: RR 1,09 (0,98-1,22) | |
| Tumore maligno della cute | Mortalità Maschi: RR 1,00 (0,86-1,15) Femmine: RR 0,98 (0,83-1,15) | |
| Tumore maligno della mammella | Mortalità RR 1,02 (1,00-1,06) Eccesso di rischio per tutte le distanze dalle industrie , significativo per i 3 km tutti i soggetti: OR 1,30 (1,00-1,69) residenti da lungo tempo: OR 1,36 (1,01-1,85) <i>Industrie di chimica organica</i> OR 3,08 (1,33-7,15) a 1,5 km di distanza dall'impianto OR 2,19 (1,18-4,07) a 2 km di distanza dall'impianto OR 2,12 (1,20-3,76) a 2,5 km di distanza dall'impianto <i>Industria alimentare</i> OR 1,85 (1,05-3,26) a 2 km di distanza dall'impianto OR 2,04 (1,22-3,42) a 2,5 km di distanza dall'impianto OR 1,87 (1,26-2,78) a 3 km di distanza dall'impianto <i>Trattamenti di superficie con solventi organici</i> OR 2,00 (1,23-3,24) a 3 km di distanza dall'impianto <i>Trattamenti di superficie con solventi organici</i> OR 1,51 (1,06-2,14) a 3 km di distanza dall'impianto L'analisi ristretta ai lungo residenti dà simili risultati. | Garcia-Perez 2018 ³³ |

Tabella 7. Risultati degli studi per esposizione a industria chimica (popolazione generale).

Table 7. Summary of the results of the studies on exposure to chemical industry (general population).

Continua →

| Esiti | Risultati | Studio |
|---------------------------------------|---|---------------------------------|
| Tumore maligno del colon retto | Mortalità Eccesso di rischio RR 1,050 (1,004-1,099) Nelle donne residenti in città situate in prossimità di industrie della ceramica è stato osservato un eccesso di mortalità statisticamente significativo in entrambi i modelli di analisi utilizzati (modello misto di regressione di Poisson e modello di Besag-York-Mollié - BYM) Per BYM: RR 1,085 (1,024-1,150) | Lopez Abente 2012 ³⁰ |
| Tumore maligno della mammella | Mortalità RR 1.05 (1,00-1,09) a 5 km di distanza dall'impianto | Garcia-Perez 2016 ³² |
| | Incidenza OR 4,19 (1.00-17,52) a 1 km di distanza dall'impianto OR 4,71 (1,62-13,66) a 1,5 km di distanza dall'impianto | Garcia-Perez 2018 ³³ |
| | Mortalità RR 1.03 (0,97-1,09) a 2 km di distanza dall'impianto RR 1,02 (0,98-1,07) a 5 km di distanza dall'impianto | Garcia-Perez 2016 ³² |

RR: rischio relativo / relative risk; OR: odds ratio / odds ratio
In grassetto, gli eccessi statisticamente significativi / In bold, statistically significant excesses

Tabella 8. Risultati degli studi per esposizione a industria della ceramica (popolazione generale).

Table 8. Summary of the results of the studies on exposure to ceramic industry (general population).

| Esiti | Risultati | Studio |
|--|--|---------------------------------|
| Tutte le cause | Mortalità Aumento percentuale del rischio di mortalità per cause naturali (1,86%; -0,06;3,83%) per 1 µg/m ³ di cambiamento annuale di PM ₁₀ industriale dovuto principalmente a: <i>patologie respiratorie</i> (8,74%; 1,50-16,51%); <i>patologie cardiache</i> (1,91%; 1,55-5,50), con associazioni significative solo negli adulti con 65+ anni. | Leogrande 2019 ⁴¹ |
| | Mortalità <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 0,99 (IC90% 0,96-1,04) Femmine: RR 1,00 (IC90% 0,95-1,04) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,01 (IC90% 0,98-1,04) Femmine: RR 1,01 (IC90% 0,98-1,04) | Cambra 2011 ³¹ |
| Tumore maligno del colon retto e dell'ano | Mortalità Eccesso di rischio in entrambi i sessi, associato a impianti di produzione e lavorazione di metalli (RR 1,065; 1,011-1,123). L'analisi stratificata per genere mostra un eccesso maggiore nei maschi (RR 1,059; IC non riportato) rispetto alle femmine (RR 1,033; IC non riportato). | Lopez-Abente 2012 ³⁰ |
| Tumore maligno del polmone | Incidenza In soggetti residenti nell'area più vicina alle seguenti fonti di emissione (zona 3): <i>Acciaieria</i> : OR 1,88 (0,92-3,87) <i>Cockeria</i> : OR 1,45 (0,74-2,81) <i>Deposito di minerali</i> : OR 1,38 (0,71-2,69) <i>Cantiere navale</i> : OR 1,57 (0,79-3,15) Eccesso di rischio per tumore al polmone in soggetti residenti in zona 2: <i>Acciaieria</i> : OR 2,87 (1,45-5,79) <i>Cockeria</i> : OR 2,05 (1,07-3,93) <i>Depositi minerali</i> : OR 2,06 (1,08-3,94) <i>Cantiere navale</i> : OR 2,25 (1,16-4,36) Stime di rischio non statisticamente significative sono state rilevate in associazioni con qualsiasi distanza da quattro delle strutture indagate: raffineria di petrolio, depositi di petrolio, industria del cemento e arsenale della marina. | Marinaccio 2011 ³⁵ |
| | Incidenza <i>Residenza <1 km</i> Maschi: RR 0,96 (IC90% 0,88-1,06) Femmine: RR 0,88 (IC90% 0,70-1,09) <i>Residenza <2 km</i> Maschi: RR 1,02 (IC90% 0,96-1,09) Femmine: RR 1,10 (IC90% 0,96-1,26) | Cambra 2011 ³¹ |
| Tumore maligno della pleura | Incidenza <i>Acciaieria</i> : OR 1,62 (0,37-7,10) <i>Cockeria</i> : OR 2,18 (0,31-15,31) <i>Deposito di minerali</i> : OR 1,17 (0,24-5,58) <i>Cantiere navale</i> : OR 2,82 (0,41-19,69) | Marinaccio 2011 ³⁵ |
| Tumore maligno della mammella | Incidenza (femmine) <i>Residenza <1km</i> RR 1,12 (IC90% 0,98-1,27); <i>Residenza <2km</i> RR 0,96 (IC90% 0,88-1,04) | Cambra 2011 ³¹ |
| | Acciaieria OR 1,18 (1,02-1,37) Donne in premenopausa: OR 1,28 (1,00-1,63) Donne in post menopausa: OR 1,10 (0,91-1,33) Donne in pre e post menopausa (overall): OR 1,18 (1,02-1,37) | Pan 2011 ³⁹ |

Tabella 9. Risultati degli studi per esposizione a industria siderurgica (popolazione generale).

Table 9. Summary of the results of the studies on exposure to metal-processing industry (general population).

Continua →

| Esiti | Risultati | Studio |
|--------------------------------------|---|---------------------------|
| Tumori ematologici | Incidenza <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,10 (IC90% 0,93-1,30) Femmine: RR 1,05 (IC90% 0,88-1,25) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,06 (IC90% 0,95-1,18) Femmine: RR 1,05 (IC90% 0,93-1,18) | Cambra 2011 ³¹ |
| Malattie ischemiche del cuore | Mortalità <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,06 (IC90% 0,97-1,15); Femmine: RR 1,12 (IC90% 1,01-1,25) <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,01 (IC90% 0,95-1,07) Femmine: RR 1,09 (IC90% 1,01-1,17) | |
| Malattie cerebrovascolari | Mortalità <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 1,04 (IC90% 0,95-1,14) Femmine: RR 0,95 (IC90% 0,86-1,04) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,02 (IC90% 0,96-1,09) Femmine: RR 0,97 (IC90% 0,91-1,03) | |
| Malattie respiratorie | Mortalità <i>Residenza <1km</i> Maschi: RR 0,97 (IC90% 0,86-1,08) Femmine: RR 1,12 (IC90% 0,95-1,32) <i>Residenza <2km</i> Maschi: RR 1,04 (IC90% 0,96-1,13) Femmine: RR 1,12 (IC90% 1,0-1,24) | |

RR: rischio relativo / relative risk; OR: odds ratio / odds ratio

Tabella 9. Risultati degli studi per esposizione a industria siderurgica (popolazione generale).

Table 9. Summary of the results of the studies on exposure to metal-processing industry (general population).

| Esiti | Risultati | Studio |
|--------------------|--|----------------------------|
| Mesotelioma | Incidenza <i>Overall</i> (14 studi) RR 5,88 (2,62-13,16); I ² =99,1% <i>Genere</i> Maschi: RR 5,71 (1,18-27,54) (4 studi) Femmine: RR 7,69 (1,91, 31,00) (5 studi) <i>Tipo di fibre</i> Crisotilo: RR 2,70 (0,03- 273,75) (2 studi) Mix: RR 10,36 (3,24-33,16) (7 studi) Non riportato: 3,53 (1,27-9,81) (6 studi) <i>Regione</i> Europa: 7,59 (3,24-17,77) (10 studi) USA/Canada: 0,77 (0,30, 1,95) SudAfrica/Egitto: 22,27 (6,35-81,32) (2 studi) Australia: 2,55 (1,09-4,64) (2 studi) <i>Disegno di studio</i> <i>Coorte:</i> RR 11,59 (4,37-30,79) (4 studi) RR 3,37 (2,08-5,46) (12 studi) | Xu 2018 ¹¹ |
| | Incidenza <i>Overall</i> (13 studi) RR 6,9 (4,2-11,4); I ² =85,9%; p <0,0001 <i>Crisotile</i> (3 studi) RR 3,8 (0,4-38,4) <i>Mix</i> (6 studi) RR 8,4 (4,7-14,9) <i>Amfibole</i> (2 studi) RR 21,1 (5,3 to 84,5) | Marsh 2017 ¹² |
| | Incidenza Stima metanalitica delle frazioni attribuibili <i>Solo cemento-amianto</i> Maschi: 91 (87 - 93) Femmine: 94 (91 - 95) | Pasetto 2019 ²⁸ |

RR: rischio relativo / relative risk

Tabella 10. Risultati degli studi per esposizione a amianto

Table 10. Summary of the results of the studies on exposure to asbestos (general population)

| Esiti | Risultati | Studio |
|------------------------------|--|---------------------------------|
| Tumore della mammella | Mortalità Cantieristica navale <i>Distanza ≤5 km</i> RR 1,12 (1,00-1,26) | Garcia-Perez 2016 ³² |

RR: rischio relativo / relative risk

Tabella 11. Risultati degli studi per esposizione ad aree portuali (popolazione generale).

Table 11. Summary of the results of the studies on exposure to harbour area (general population)

Bibliografia

- Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl 3:1-96.
- Fazzo L, Benedetti M, Bruno C, Vecchi S, Zona A. Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento. In: Zona A, Fazzo L, Pasetto R (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:366-74.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. *J Clin Epidemiol* 2009;62(7):1006-12.
- Johnson PI, Sutton P, Atchley DS et al. The Navigation Guide – evidence-based medicine meets environmental health: systematic review of human evidence for PFOA effects on fetal growth. *Environ Health Perspect* 2014;122(10):1028-39.
- Shea BJ, Reeves BC, Wells G et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017;358:j4008. Disponibile all'indirizzo: <https://amstar.ca/Amstar-2.php>
- Wells G, Shea B, O'Connell D et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomized studies in metaanalysis. Disponibile all'indirizzo: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp
- Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al. (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:1-286.
- Lin CK, Hsu YT, Brown KD, Pokharel B, Wei Y, Chen ST. Residential exposure to petrochemical industrial complexes and the risk of leukemia: A systematic review and exposure-response meta-analysis. *Environ Pollut* 2020;258:113476.
- Lin CK, Hsu YT, Christiani DC, Hung HY, Lin RT. Risks and burden of lung cancer incidence for residential petrochemical industrial complexes: A meta-analysis and application. *Environ Int* 2018;121(Pt 1):404-14.
- Cortes-Ramirez J, Naish S, Sly PD, Jagals P. Mortality and morbidity in populations in the vicinity of coal mining: a systematic review. *BMC Public Health* 2018;18(1):721.
- Xu R, Barg FK, Emmett EA, Wiebe DJ, Hwang WT. Association between mesothelioma and non-occupational asbestos exposure: systematic review and meta-analysis. *Environ Health* 2018;17(1):90.
- Marsh GM, Riordan AS, Keeton KA, Benson SM. Non-occupational exposure to asbestos and risk of pleural mesothelioma: review and meta-analysis. *Occup Environ Med* 2017;74(11):838-46.
- Boonhat H, Lin RT. Association between leukemia incidence and mortality and residential petrochemical exposure: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int* 2020;145:106090.
- Chang W, Boonhat H, Lin RT. Incidence of Respiratory Symptoms for Residents Living Near a Petrochemical Industrial Complex: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(7):2474.
- Lin CK, Hung HY, Christiani DC, Forastiere F, Lin RT. Lung cancer mortality of residents living near petrochemical industrial complexes: a meta-analysis. *Environ Health* 2017;16(1):101.
- Boyles AL, Blain RB, Rochester JR et al. Systematic review of community health impacts of mountaintop removal mining. *Environ Int* 2017;107:163-72.
- Tait PW, Brew J, Che A et al. The health impact of waste incineration: a systematic review. *Aust N Z J Public Health* 2020;44(1):40-48
- Fazzo L, Minichilli F, Santoro M et al. Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environ Health* 2017;16(1):107.
- Negri E, Bravi F, Catalani S et al. Health effects of living near an incinerator: A systematic review of epidemiological studies, with focus on last generation plants. *Environ Res* 2020;184:109305.
- Jephcote C, Brown D, Verbeek T, Mah A. A systematic review and meta-analysis of haematological malignancies in residents living near petrochemical facilities. *Environ Health* 2020;19(1):53.
- Amster E. Public health impact of coal-fired power plants: a critical systematic review of the epidemiological literature. *Int J Environ Health Res* 2021;31(5):558-80
- World Health Organization. Waste and human health: Evidence and needs. WHO Meeting Report, 5-6 November 2015. Disponibile all'indirizzo: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf
- International Agency for Research on Cancer/ World Health Organization. List of classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf
- Bergman Å, Heindel JJ, Jobling S, Kidd KA, Zoeller RT (eds). World Health Organization/United Nations Environment Programme. State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals 2012. Geneva, UNEP/WHO, 2013. Disponibile all'indirizzo: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78102/WHO_HSE_PHE_IHE_2013.1_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- International Agency for Research on Cancer. IARC. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some nanomaterials and some fibres. Volume 111. IARC, Lione, 2017; pp. 215-242. Disponibile all'indirizzo: https://publications.iarc.fr/_publications/media/download/4518/8df270f8d3c20015be01cb6b4f6313b7b5047f14.pdf
- International Agency for Research on Cancer. Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts. A review of Human Carcinogens. Volume 100C. IARC, Lione, 2012; pp. 169-211.
- International Labour Organization and World Health Organization. Outline for the Development of National Programmes for Elimination of Asbestos-Related Diseases. 2007. Disponibile all'indirizzo: <https://www.who.int/publications/item/WHO-SDE-PHE-07-02>
- Pasetto R, Zona A, Fazzo L et al. Proportion of mesothelioma attributable to living in industrially contaminated areas in Italy. *Scand J Work Environ Health* 2019;45(5):444-49.
- Ayuso-Alvarez A, García-Pérez J, Triviño-Juárez JM et al. Association between proximity to industrial chemical installations and cancer mortality in Spain. *Environ Pollut* 2020;260:113869.
- López-Abente G, García-Pérez J, Fernández-Navarro P, Boldo E, Ramis R. Colorectal cancer mortality and industrial pollution in Spain. *BMC public health* 2012;12:589.
- Cambrá K, Martínez-Rueda T, Alonso-Fustel E et al. Mortality in small geographical areas and proximity to air polluting industries in the Basque Country (Spain). *Occup Environ Med* 2011;68(2):140-47
- García-Pérez J, Pérez-Abad N, Lope V et al. Breast and prostate cancer mortality and industrial pollution. *Environ Pollut* 2016;214:394-99.
- García-Pérez J, Lope V, Pérez-Gómez B et al. Risk of breast cancer and residential proximity to industrial installations: New findings from a multicase-control study (MCC-Spain). *Environ Pollut* 2018;237:559-68
- Kloczko N. Residential Proximity To Manufacturing Facilities And Risk Of Thyroid Cancer. *Public Health Theses* 2016;1152.
- Marinaccio A, Belli S, Binazzi A et al. Residential proximity to industrial sites in the area of Taranto (Southern Italy). A case-control cancer incidence study. *Ann Ist Super Sanita* 2011;47(2):192-99.
- Yuan TH, Ke DY, Wang JEH, Chan CC. Associations between renal functions and exposure of arsenic and polycyclic aromatic hydrocarbon in adults living near a petrochemical complex. *Environ Pollut* 2020;256:113457.
- Yuan TH, Shen YC, Shiea RH, Hung SH, Chena CF, Chan CC. Increased cancers among residents living in the neighborhood of a petrochemical complex: A 12-year retrospective cohort study. *Int J Hyg Environ Health* 2018;221(2):308-14.
- Salerno C, Marciani P, Esposito A, Palin LA. Mortality in the district of Ghemme and Cavaglio d'Agogna, site of an urban waste landfill. *Ig Sanita Pubbl* 2018;74(1):35-48.
- Pan SY, Morrison H, Gibbons L et al. Breast cancer risk associated with residential proximity to industrial plants in Canada. *J Occup Environ Med* 2011;53(5):522-29.
- Rodriguez-Garcia JA, Ramos F. High incidence of acute leukemia in the proximity of some industrial facilities in El Bierzo, northwestern Spain. *Int J Occup Med Environ Health* 2012;25(1):22-30.
- Leogrande S, Alessandrini ER, Stafoggia M et al. Industrial air pollution and mortality in the Taranto area, Southern Italy: A difference-in-differences approach. *Environ Int* 2019;132:105030.
- World Health Organization. Health risks of heavy metals from long-range transboundary air pollution. Geneva, WHO, 2007. Disponibile all'indirizzo: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107872>

I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale

The contaminated sites in the SENTIERI Project: an update of legislative, contamination, and sources of environmental exposure aspects in Italy

Federica Scaini,¹ Marta Benedetti,^{1,2} Maria Eleonora Soggiu,¹ Amerigo Zona,^{1,2} Gaetano Settimo,¹ Eleonora Beccaloni¹

¹ Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

² WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

Corrispondenza: Federica Scaini; federica.scaini@iss.it

Riassunto

La problematica dei siti contaminati viene introdotta per la prima volta a livello normativo con il Decreto Ronchi n. 22 del 1997. Successivamente, le norme che hanno definito la maggior parte dei Siti contaminati di interesse nazionale (SIN) sono state la Legge n. 426 del 09.12.1998 e la Legge n. 179 del 31.07.2002. Attualmente, il riferimento è il D.lgs. 152/2006 "Testo Unico Ambientale", che nella Parte IV, Titolo V "Bonifica di siti contaminati", detta le procedure amministrative e tecniche per la bonifica dei siti contaminati. Nel tempo, ci sono stati numerosi aggiornamenti normativi che hanno modificato i criteri di selezione dei SIN, portando alcuni di questi a essere declassati a siti di interesse regionale (SIR).

I SIN nella loro interezza sono gestiti dal Ministero dell'ambiente, oggi della Transizione ecologica, mentre i SIR passano per competenza alle Regioni territorialmente interessate per le operazioni di verifica ed eventuale bonifica. Al momento, in Italia sono presenti 42 SIN e 17 SIR. Tutte le informazioni derivate dalle varie normative ambientali e quelle reperite nell'ambito delle procedure delle bonifiche hanno permesso di definire l'esposizione della popolazione residente nelle aree limitrofe ai SIN e ai SIR, nonché l'elaborazione di specifiche schede dove sono riportate tutte le informazioni specifiche per ogni sito.

Parole chiave: siti di interesse nazionale, siti di interesse regionale, bonifica, legislazione, esposizione ambientale

Abstract

In Italy, the problem of contaminated sites was introduced for the first time at a regulatory level with the 'Ronchi Decree' No. 22 of 1997. Subsequently, the regulations that defined most of the contaminated Sites of National Interest (SINs) were Law No. 426 of 09.12.1998 and Law no. 179 of 31.07.2002. Today, the reference directive is the Legislative Decree 152/2006 'Consolidated Environmental Act', which in Part IV, Title V 'Remediation of contaminated sites', dictates the administrative and technical procedures for the remediation of contaminated sites. Over time, there have been numerous regulatory updates that have changed the selection criteria for the SINs, leading some of these to be downgraded to Sites of Regional Interest (SIRs).

The SINs in their entirety are managed by the Italian Ministry of the Environment, today called 'of the Ecological Transition', while the pass to the competence of the territorially concerned Regions SIRs regarding the verification and eventual remediation operations. Currently, in Italy there are 42 SINs and 17 SIRs. All the information derived from the various environmental regulations and that found in the context of the remediation procedures made it possible to define the exposure of the population residing in the areas adjacent to the SINs and SIRs as well as the elaboration of sheets containing all the site-specific information.

Keywords: national priority contaminated sites, regional priority contaminated sites, reclamation, legislation, environmental exposure

Introduzione

I siti di interesse nazionale (SIN) rappresentano aree «individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali e ambientali». Queste aree sono definite con apposito decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM, ora Ministero della transizione ecologica, MiTE) sulla base dei criteri fissati dall'art. 252 del D.lgs. 152/2006¹ e sono connotate da particolare complessità e da specifiche

problematiche ambientali e/o sanitarie, i cui procedimenti sono in capo al Ministero stesso.

Il decreto legislativo 22/1997² (Decreto Ronchi) fu il primo atto normativo che affrontò questa tematica nell'art. 17 "Bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati", approfondita nel Decreto ministeriale 471/1999³ e ripresa nella sua interezza nel D.lgs.152/2006,¹ all'art. 252 "Siti di Interesse Nazionale". I SIN, nella loro complessità, raffigurano aree contaminate molto estese classificate come pericolose dallo Stato italiano e che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque su-

perficiale e sotterranee al fine di evitare danni all'ambiente e alla salute umana, nonché il rischio per i beni di interesse storico-culturale e il rilevante impatto socioeconomico.

Sono state, quindi, individuate come SIN le aree nelle quali, a seguito di attività umane svolte o ancora in corso, è stata riscontrata una contaminazione del terreno, delle acque superficiali e sotterranee; per alcuni SIN, la perimetrazione ha interessato sia aree a terra sia aree marine. Alla perimetrazione di dettaglio di ciascun SIN ha provveduto (o provvede) il MATTM con decreto dedicato, sentiti i Comuni, le Province, le Regioni e gli altri enti locali, assicurando la partecipazione dei responsabili, nonché dei proprietari delle aree da bonificare se diversi dai soggetti responsabili. Con questo criteri e procedure, sono stati individuati dal MATTM 57 siti localizzati su tutto il territorio nazionale, dei quali 28 interessano la fascia costiera.

Le prime normative che hanno identificato la maggior parte dei SIN sono state emanate dal 1998 con la Legge n. 426⁴ del 09.12.1998 fino al 2002 con la Legge n. 179⁵ del 31.07.2002.

Normativa di riferimento

Il D.lgs. 152/2006¹ ss.mm.ii. "Testo Unico Ambientale", nell'articolato e nei cinque allegati alla parte IV Titolo V, detta i criteri tecnici e definisce le procedure amministrative di un sito contaminato.

In particolare, l'art. 252 "Siti di interesse nazionale", ai commi 1, 2 e 3, definisce i criteri di classificazione di sito d'interesse nazionale che vengono di seguito riportati:

1. i siti di interesse nazionale, ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali e ambientali;

2. all'individuazione dei siti di interesse nazionale si provvede con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, d'intesa con le Regioni interessate, secondo i seguenti principi e criteri direttivi:

- a.** gli interventi di bonifica devono riguardare aree e territori, compresi i corpi idrici, di particolare pregio ambientale;
- b.** la bonifica deve riguardare aree e territori tutelati ai sensi del decreto legislativo 22.01.2004, n. 42;
- c.** il rischio sanitario e ambientale che deriva dal rilevato superamento delle concentrazioni soglia di rischio deve risultare particolarmente elevato in ragione della densità della popolazione o dell'estensione dell'area interessata;
- d.** l'impatto socioeconomico causato dall'inquinamento dell'area deve essere rilevante;

e. la contaminazione deve costituire un rischio per i beni di interesse storico e culturale di rilevanza nazionale;

f. gli interventi da attuare devono riguardare siti compresi nel territorio di più regioni;

f-bis. l'insistenza, attualmente o in passato, di attività di raffinerie, di impianti chimici integrati o di acciaierie.

2-bis. sono, in ogni caso, individuati quali siti di interesse nazionale, ai fini della bonifica, i siti interessati da attività produttive ed estrattive di amianto;

3. ai fini della perimetrazione del sito, inteso nelle diverse matrici ambientali, compresi i corpi idrici superficiali e i relativi sedimenti, sono sentiti i Comuni, le Province, le Regioni e gli altri enti locali, assicurando la partecipazione dei responsabili, nonché dei proprietari delle aree da bonificare se diversi dai soggetti responsabili. I valori d'intervento specifici per sito delle matrici ambientali in aree marine, che costituiscono i livelli di contaminazione al di sopra dei quali devono essere previste misure d'intervento funzionali all'uso legittimo delle aree e proporzionali all'entità della contaminazione, sono individuati con decreto di natura non regolamentare del Ministero della transizione ecologica su proposta dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA) (art. 37, comma 1, lettera h), della legge n. 108⁶ del 2021).

Aggiornamento della normativa

Nel 2012, è stata effettuata una rivalutazione della classificazione dei 57 SIN sulla base delle modifiche integrate ai criteri di individuazione, introdotte dalla legge n. 134⁷ del 07.08.2012, art. 36-bis "Razionalizzazione dei criteri di individuazione di siti di interesse nazionale". Dalla ricognizione effettuata e da quanto previsto nel comma 3 del succitato decreto – che recita: «Su richiesta della regione interessata, con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentiti gli enti locali interessati, può essere ridefinito il perimetro dei siti di interesse nazionale, fermo restando che rimangono di competenza regionale le necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica della porzione di siti che, all'esito di tale ridefinizione, esuli dal sito di interesse nazionale» – il numero complessivo dei SIN è stato ridotto.

Con il decreto del MATTM dell'11.01.2013⁸ ("Approvazione dell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui ai commi 2 e 2-bis dell'art. 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e che non sono più ricompresi tra i SIN"), approvando l'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui all'art. 252, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152,¹ come modificato dal comma 1 dell'art. 36 -bis della legge 7 agosto

2012, n. 134,⁷ e che pertanto non sono più compresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale, i SIN sono stati ridotti da 57 a 39. Inoltre, la competenza per le operazioni di verifica ed eventuale bonifica all'interno dei siti viene trasferita alle Regioni territorialmente interessate che subentrano nella titolarità dei relativi procedimenti di bonifica.

I siti che non soddisfano i requisiti di cui sopra passano di competenza alle Regioni e sono indicati come siti di interesse regionale (SIR). È pertanto definita SIR l'area interessata da procedimenti di bonifica non ricompresa nei siti di interesse nazionale e il cui procedimento (in corso o concluso), è in capo alla Regione o a enti territoriali da essa delegati.

Di seguito, se ne riporta l'elenco per regione:

- Regione Abruzzo: "Fiumi Saline Alento";
- Regione Campania: "Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano", "Pianura", "Bacino idrografico del fiume Sarno", "Aree del Litorale Vesuviano";
- Regione Emilia-Romagna: "Sassuolo-Scandiano";
- Regione Lazio: "Bacino del fiume Sacco", "Frosinone";
- Regione Liguria: "Pitelli (La Spezia)";
- Regione Lombardia: "Milano-Bovisa", "Cerro al Lambro";
- Regione Marche: "Basso Bacino del fiume Chienti";
- Regione Molise: "Guglionesi II";
- Regione Piemonte: "Basse di Stura";
- Regione autonoma della Sardegna: "La Maddalena";
- Regione Toscana: "Le Strillaie";
- Regione del Veneto: "Mardimago-Ceregnano";
- Provincia autonoma di Bolzano: "Bolzano" (questo sito non è più compreso tra i SIR).

Si precisa che non tutti i siti elencati sono attualmente considerati nel Progetto SENTIERI.

Successivamente, la sentenza del TAR Lazio n. 7586 del 17.07.2014 ha determinato il reinserimento, tra i SIN, dell'area del bacino del Fiume Sacco e ha annullato la precedente attribuzione delle competenze alla Regione Lazio. La titolarità sul procedimento amministrativo di bonifica è ritornata al MATTM (ora MiTE). L'iter amministrativo di ripermetroazione si è concluso con il D.M. n. 321 del 22.11.2016,⁹ che ha approvato il perimetro definitivo del SIN aumentandone la superficie complessiva pari a circa 7.200 ettari. Il sito attualmente comprende Comuni o parti di essi afferenti alle Province di Roma e di Frosinone.

Con la legge n. 205¹⁰ del 27.12.2017 "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020", è stata inserita, tra i SIN, l'area di Bologna denominata "Officina Grande Riparazione ETR di Bologna". Inoltre, nella legge n. 120¹¹ dell'11.09.2020 "Conversione in legge, con modificazione, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recan-

te misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale", è stato introdotto il comma 9-bis dell'art. 252 del D.lgs. n. 152/2006 che individua quale ulteriore SIN l'Area vasta di Giugliano (NA).

Per cui, al momento, risultano 42 siti d'interesse nazionale e 17 siti d'interesse regionale, il sito di Bolzano non è più presente tra tutti i siti contaminati.

Il D.M. n. 144¹² del 24.04.2013 ha ridefinito, diminuendolo, il perimetro del SIN di "Venezia - Porto Marghera", lasciando la competenza alla Regione Veneto per le operazioni di verifica ed eventuale bonifica della porzione di territorio già compreso nella perimetrazione del SIN e ora non più incluso nella nuova perimetrazione.

Il SIN di "Massa e Carrara" è stato ripermetroato nell'ottobre 2013, con l'emanazione del D.M. n. 312,¹³ che ha eliminato la parte a mare lasciando le seguenti aree a terra: area ex Farmoplant; area ex Ferroleghie; area Solvay Chimica Italia S.p.A.; area Syndial S.p.A. (ora Eni Rewind S.p.A.).

Il SIN di "Crotone-Cassano-Cerchiara" è stato ridefinito con decreto prot. n. 304¹⁴ del 09.11.2017 a firma del Ministro dell'ambiente per quanto riguarda le aree a terra, includendo i siti con presenza di conglomerato idraulico catalizzato (CIC).

Il SIN di Trieste è stato ridefinito con decreto del 02.02.2018 e in ultimo con decreto del MiTE del 16.03.2021.¹⁵ La nuova area perimetrata a terra ricomprende la zona portuale e industriale a Sud-Ovest della città di Trieste e l'area marina della Baia di Muggia, oltre alla ferriera di Servola e alcune aree di discarica. Il sito di interesse nazionale di "Laguna di Grado e Marano" comprendeva una superficie complessiva di circa 10.695 ettari, di cui 3.755 ettari di aree a terra e 6.940 ettari di aree a mare (60% della laguna). Con il D.M. del 31.03.2017¹⁶ è stata modificata la denominazione del SIN da "Laguna di Grado e Marano" a "Caffaro di Torviscosa" ed è stata ridefinita la perimetrazione dello stesso. Il SIN "Caffaro di Torviscosa" comprende attualmente le aree Caffaro (aree di stabilimento e aree esterne), superficie complessiva pari a circa 200 ettari, e l'area della Lavanderia Adriatica S.r.l., con una superficie pari a circa 1 ettaro.

Il SIN di Orbetello (Area ex Sitoco) comprendeva sia l'area circostante lo stabilimento ex Sitoco sia l'area lagunare a esso prospiciente. Con successivo decreto del MATTM del 26.11.2007,¹⁷ il SIN è stato esteso sino a comprendere l'intero bacino lagunare (Laguna di Ponente e di Levante) e ulteriormente ampliato, con O.P.C.M. n.3841 del 19.01.2010, che ha compreso, tra l'altro, anche aree a terra, tra cui l'area denominata "Patanello".

Il SIN "Aree industriali di Porto Torres" è stato ripermetroato con decreto del 21.07.2016¹⁸ recante "Rettifica

del decreto 3 agosto 2005 nella ripermimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale Aree industriali di Porto Torres”, che ha inserito nel perimetro del SIN anche l’area a mare.

Il SIN di “Bussi sul Tirino” ha subito diverse ripermimetrazioni nel tempo. Con il D.M. del 10.08.2016¹⁹ è stato ridefinito il perimetro mediante lo stralcio di un’area non contaminata pari a circa 2,6 ettari, situata a monte dello stabilimento industriale di Bussi. Nel 2021, con il D.M. n. 49²⁰ del 27 gennaio il perimetro è stato ridefinito mediante l’inclusione di un’ulteriore porzione di circa 4 ettari in località Piano d’Orta, nel Comune di Bolognana, interessata dalla presenza di rifiuti simili a quelli già rilevati all’interno del SIN, che attualmente interessa circa 236 ettari.

Siti di interesse nazionale

I SIN sono aree nelle quali, in seguito ad attività produttive/industriali svolte nel passato o in corso, è stata accertata un’alterazione delle caratteristiche qualitative dei terreni, delle acque superficiali e sotterranee e, nello specifico, comprendono:

- aree industriali dismesse;
- aree industriali in corso di riconversione;
- aree industriali in attività;
- siti interessati da attività produttive ed estrattive di amianto;
- porti;
- aree che sono state oggetto in passato di incidenti con rilascio di inquinanti chimici;
- ex miniere, cave, discariche non conformi alla legislazione, discariche abusive.

In questi siti, l’esposizione alle sostanze contaminanti per la popolazione generale può avvenire dalle emissioni industriali e dallo stato di contaminazione di suoli e falde acquifere, oltre che dall’esposizione professionale. I SIN sono stati individuati con norme di varia natura e sono stati perimetrati mediante decreti del MATTM (ora MiTE), d’intesa con le regioni interessate.

La procedura di bonifica dei SIN è di competenza del MiTE che si avvale per l’istruttoria tecnica ambientale del Sistema nazionale a rete per la protezione dell’ambiente (SNPA) e per l’istruttoria tecnica sanitaria dell’Istituto superiore di sanità, nonché, per competenza, di altri soggetti qualificati pubblici o privati (art. 252, comma 4 del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.).

La perimetratura dei SIN è nel tempo variata con incrementi o riduzioni delle superfici coinvolte sulla base di informazioni aggiornate sulla contaminazione potenziale e/o accertata di nuove aree o sulla base di una più accurata definizione delle zone interessate dalle potenziali sorgenti di contaminazione. Per alcuni SIN, la perimetratura interessa sia aree a terra sia

aree a mare: la superficie complessiva a terra è pari a 171.211 ettari e rappresenta lo 0,57% della superficie del territorio italiano, l’estensione complessiva delle aree a mare è pari a 77.733 ettari.

Nella figura 1, tratta dal sito del MiTE,²¹ viene illustrato l’elenco di tutti i SIN con la propria numerazione originale; i numeri assenti corrispondono agli odierni SIR. I SIN presenti nella figura 1 interessati da attività produttive ed estrattive di amianto sono 10: Priolo (n. 4), Casale Monferrato (n. 11), Balangero (n. 14), Napoli Bagnoli (n. 17), Tito (n. 20), Bari Fibronit (n. 33), Biancavilla (n. 35), Emarese (n. 38), Broni (n. 43), Officina Grande Riparazione ETR di Bologna (n. 58).

Tutte le notificazioni derivate dalla consultazione delle normative sopraccitate e dalle informazioni reperite nell’ambito delle procedure di bonifica, in particolare dalle caratterizzazioni ambientali specifiche per ogni sito contaminato condotte nelle relative aree, hanno permesso l’elaborazione e il successivo aggiornamento delle schede allegate al Rapporto SENTIERI del 2011.

Nelle schede²² erano presenti, per ogni sito allora studiato in SENTIERI (Pirastu et al. 2011),²³ una serie di dettagli relativi a:

- nome del SIN o SIR;
- Regione di appartenenza;
- superficie dell’area a terra e a mare;
- tipologia di impianti presenti nell’area;
- denominazione degli impianti;
- comparto ambientale interessato alla contaminazione (suolo/acque di falda);
- tempi di attività o di dismissione dell’impianto;
- tipologia dei contaminati presenti nei comparti ambientali.

Nelle schede nominate sopra, sono stati aggiunti ex-novo (Materiale supplementare, SENTIERI6_Siti_informazioni.docx):

- l’anno di inizio della prima attività industriale svolta nel sito;
- la tipologia e la denominazione degli impianti (attivi oppure non più attivi);
- l’attività di bonifica condotta;
- una nuova scheda relativa al sito “Officina grande riparazione ETR di Bologna”.

Nel “Comparto contaminanti”, in alcune schede, è stato indicato con l’apice (a) (per esempio, Suolo^(a)), l’inserimento di ulteriori informazioni per quanto attiene alla presenza di nuovi contaminanti riscontrati nei suoli e nelle acque di falda. Questo aggiornamento è a valle di verifiche delle attività di caratterizzazione condotte nei SIN, in particolare riguarda i risultati di indagini di integrazioni in aree già indagate e di nuove caratterizzazioni in aree che non erano state ancora indagate.

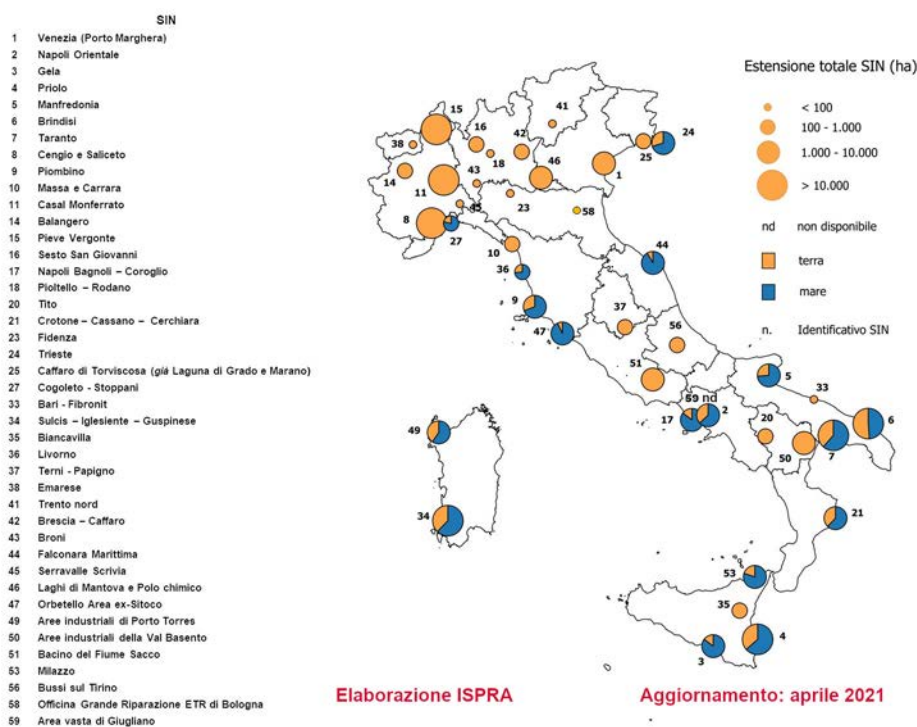


Figura 1. Siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN).
Figure 1. Italian contaminated sites of national interest (SIN).

Si ricorda, infatti, che le attività di caratterizzazione nei SIN sono generalmente attuate sulle diverse porzioni di territorio in tempi diversi, poiché la procedura specifica di caratterizzazione deve essere approvata dal Ministero prima che questa possa essere realizzata. Negli aggiornamenti delle schede dei SIN di questo Sesto Rapporto SENTIERI²⁴ si potranno pertanto riscontrare nuove e diverse sostanze in relazione alle recenti attività di caratterizzazione.

Oltre alle schede citate, nel materiale supplementare disponibile online il file SENTIERI6_Siti_decreti.xlsx che riporta informazioni relative ai decreti di istituzione e perimetrazione dei siti.

Gli aggiornamenti hanno riguardato i decreti relativi alle nuove perimetrazioni dei SIN e al decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare dell'11.01.2013 "Approvazione dell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui ai commi 2 e 2-bis dell'art. 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e che non sono più ricompresi tra i SIN", che declassificano i SIN a SIR.

Conclusioni

Negli ultimi anni, sono state apportate modifiche legislative che hanno istituito nuovi SIN, definito i SIR e riprodotto alcuni di essi. Sono stati ridotti di dimen-

sione, per esempio, il SIN di Venezia Porto Marghera, il SIN della Laguna di Grado e Marano (oggi Caffaro di Torviscosa) e il SIN di Trieste; altri, invece, sono stati ampliati, come accaduto per il territorio del SIN Bacino Idrografico del Fiume Sacco.

SENTIERI valuta lo stato di salute della popolazione residente nelle aree definite come contaminate, muovendosi su basi di dati aggiornati, necessitando quindi di informazioni sempre più attuali che devono tener conto dell'evoluzione normativa.

Rispetto al trasferimento di alcuni SIN a SIR, l'approccio di valutazione epidemiologica rimane inalterato, considerando che tale cambiamento è quasi sempre solo di tipo amministrativo. Risulta, invece, rilevante l'aggiornamento relativo alle riprodotte delle aree, poiché in questi casi potrebbero presentarsi variazioni, non trascurabili, relativamente alla diminuzione/aumento del numero dei Comuni interessati; di conseguenza, è stato necessario procedere a un aggiornamento dell'identificazione e della definizione della numerosità della popolazione su cui condurre le valutazioni sanitarie.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Bibliografia

1. D.lgs. n. 152 del 03.04.2006 "Norme in materia ambientale".
2. D.lgs. n. 22 del 05.02.1997 (Decreto Ronchi) "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio".
3. D.M. n. 471 del 25.10.1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni".
4. Legge n. 426 del 09.12.1998 "Nuovi interventi in campo ambientale".
5. Legge n. 179 del 31.07.2002 "Disposizioni in materia ambientale".
6. Ripubblicazione del testo del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, coordinato con la legge di conversione 29 luglio 2021, n. 108, recante: «Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure.», corredato delle relative note.
7. Legge n. 134 del 07.08.2012 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del Paese".
8. D.M. 1.01.2013 "Approvazione dell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui ai commi 2 e 2-bis dell'art. 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e che non sono più ricompresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale".
9. D.M. del 22.11.2016 "Perimetrazione del sito di interesse nazionale 'Bacino del fiume Sacco'".
10. Legge n. 205 del 27.12.2017 "Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2018 e bilancio pluriennale per il triennio 2018-2020".
11. Legge n. 120 dell'11.09.2020 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recante misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale".
12. D.M. del 24.04.2013 "Ridefinizione del perimetro del sito di bonifica di interesse nazionale di 'Venezia (Porto Marghera)'".
13. D.M. del 29.10.2013 "Ridefinizione del perimetro del sito di bonifica di interesse nazionale di 'Massa e Carrara'".
14. D.M. del 09.11.2017 "Nuova perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale 'Crotone, Cassano e Cerchiara'".
15. Decreto del Ministro della transizione ecologica del 16.03.2021 "Nuova perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di 'Trieste'".
16. D.M. del 31.03.2017 "Nuova denominazione e nuova perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale 'Caffaro di Torviscosa', già 'Laguna di Grado e Marano'".
17. D.M. del 26.11.2007 "Perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di 'Orbetello area ex-Sitoco'".
18. D.M. del 21.07.2016 "Rettifica del decreto 3 agosto 2005 nella ripermetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale Aree industriali di Porto Torres".
19. D.M. del 10.08.2016 "Rettifica della ripermetrazione del Sito di bonifica di interesse nazionale 'Bussi sul Tirino'".
20. D.M. del 27.01.2021 "Ridefinizione del perimetro del sito di bonifica di interesse nazionale di Bussi sul Tirino".
21. Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica. Mappa dei siti SIN. Disponibile all'indirizzo: <https://bonifichesitocontaminati.mite.gov.it/mappa-dei-siti-sin/>
22. Schede disponibili al seguente indirizzo: <https://epiprev.it/documenti/downloadfile.php?fileid=7ddeed592ff6526c198d66940bc8db12bcb0ef27>
23. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:1-204.
24. Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al. (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl. 1:1-286.

Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI

From the selection of priority pollutants to the analysis of health data in the SENTIERI Project

Gaetano Settimo,¹ Maria Eleonora Soggiu,¹ Marta Benedetti,^{1,2} Amerigo Zona,^{1,2} Federica Scaini,¹ Eleonora Beccaloni,¹ Ida Marcello³

¹ Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

² WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

³ Centro nazionale sostanze chimiche, prodotti cosmetici e protezione del consumatore, Istituto superiore di sanità, Roma

Corrispondenza: Gaetano Settimo, gaetano.settimo@iss.it

Riassunto

Obiettivi: valutare mortalità e ospedalizzazione dei soggetti residenti in cinque siti contaminati di interesse per le bonifiche italiani studiati nel Progetto SENTIERI per quelle patologie che, sulla base delle valutazioni di agenzie ed enti internazionali, sono note per avere un nesso eziologico con l'esposizione a inquinanti ambientali specifici.

Disegno: studio ecologico.

Setting e partecipanti: popolazione residente nei siti di Trieste e Piombino (impianti siderurgici), Falconara, Livorno e Area industriale di Milazzo (impianti petrolchimici e/o raffinerie). Dati estratti dal Sesto Rapporto SENTIERI.

Principali misure di outcome: mortalità (2013-2017) e ospedalizzazione (2014-2018) per cause associate all'esposizione a specifici inquinanti rilevati nelle matrici suolo e falda acquifera e quelli stimati in aria.

Risultati: i risultati ottenuti non mostrano *pattern* comuni tra gli eccessi nei siti di Trieste e Piombino (impianti siderurgici) né tra Livorno, Falconara e Milazzo (petrolchimici e/o raffinerie). Livorno e Trieste, siti con una popolazione più ampia, presentano il maggior numero di eccessi.

Conclusioni: si ritiene che l'approccio proposto possa essere un utile strumento, a integrazione di altri, per lo studio del profilo di salute dei residenti nei siti contaminati, capace di offrire spunti per studi epidemiologici di tipo eziologico.

Parole chiave: sanità pubblica e ambientale, esposizione ambientale, inquinanti ambientali, industria petrolchimica, acciaieria

Abstract

Objectives: evaluation of mortality and hospitalization of residents in five Italian National Priority Contaminated Sites, studied in the SENTIERI Project, for those pathologies which, on the basis of the assessments of international agencies and bodies, are known to have an aetiological connection with exposure to specific environmental pollutants.

Design: ecological study.

Setting and participants: resident population in the sites of Trieste and Piombino (steel plants), and Falconara, Livorno, and the industrial area of Milazzo (petrochemical plants and/or refineries). Data extracted from the Sixth SENTIERI Report.

Main outcome measures: mortality (2013-2017) and hospitalization (2014-2018) for associated causes by exposure to specific pollutants detected in the soil and water matrices.

Results: the results obtained do not show common patterns between the excesses found in Trieste and Piombino Sites (steel plants) nor among Livorno, Falconara, and Milazzo (petrochemicals and/or refineries). Livorno and Trieste sites, having a larger population, show the greatest number of excesses.

Conclusions: the proposed approach can be a useful tool, in addition to others, for the study of the health profile of residents in contaminated sites, being also the basis for aetiological epidemiological studies.

Keywords: environment and public health, environmental exposure, environmental pollutants, petrochemical industry, steel plant

Introduzione

In analogia a quanto pubblicato nel Quinto Rapporto SENTIERI relativamente al sito di Gela,¹ utilizzando i dati di mortalità e ricovero del Sesto Rapporto SENTIERI,² si è proceduto a un approfondimento su alcuni siti che ospitano specifici impianti produttivi, valutando i risultati relativi agli effetti sanitari associabili ai contaminanti presenti nei siti stessi che possano aver determinato un'esposizione per la popolazione residente.

Materiali e metodi

La selezione degli inquinanti prioritari per ciascun sito

preso in esame utilizza i criteri descritti da Zona et al.:³

- l'ampiezza del superamento del valore soglia nella matrice di interesse (acque e suolo);
- la compresenza dell'inquinante in più matrici ambientali (multiesposizione);
- la pericolosità della sostanza per la salute umana (tossica e/o cancerogena) e le sue proprietà di bioaccumulo e persistenza nell'ambiente;
- la valutazione della qualità del dato e la sua provenienza;
- la presenza di fonti di emissione tuttora attive di quella determinata sostanza.

Seguendo questo approccio, è stato effettuato lo studio per alcune siti che, all'interno del loro perimetro di definizione, includono impianti siderurgici e petrolchimici e/o raffinerie, ampliando quanto già riportato nelle relative schede presenti nella sezione «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI (vedi questo fascicolo, pp. 41-286).⁴ La scelta è ricaduta su questa tipologia di impianti per completare le valutazioni dell'associazione tra esposizione a specifici contaminanti ed effetti sanitari, condotta nel precedente rapporto solo per il sito di Gela, che include queste attività produttive all'interno dell'area perimetrata.

Sulla base delle caratterizzazioni chimiche dei suoli e delle acque sotterranee condotte in ciascun sito, secondo la normativa sulla bonifica dei siti contaminati e della conoscenza dei cicli produttivi con le conseguenti emissioni in atmosfera, per ciascun sito è potenzialmente identificabile un set di inquinanti prioritari ai quali fare riferimento per integrare e supportare la lettura dei dati epidemiologici presenti nella Sezione «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴ Il percorso prevede, quindi, la conoscenza degli inquinanti presenti nelle matrici ambientali suolo, corpi idrici superficiali e sotterranei, e la selezione dei contaminanti che rispettino totalmente o parzialmente i suddetti criteri. Successivamente, sulla base delle valutazioni delle evidenze scientifiche formulate da agenzie ed enti internazionali, quali International Agency for Research on Cancer (IARC), National Toxicology Program (NTP) del Department of Health and Human Services (DHHS) ed Environmental Protection Agency (US-EPA) statunitensi e Unione europea (UE) attraverso la European Chemical Agency (ECHA), che traducono in sistemi di classificazione/valutazione i risultati dell'identificazione del pericolo, per ciascun inquinante, vengono identificati gli organi bersaglio e le conseguenti patologie che gli inquinanti potenzialmente inducono. L'ECHA è l'unica agenzia le cui classificazioni, una volta adottate dalla Commissione europea e pubblicate sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, hanno una ricaduta a carattere normativo.

Si sottolinea che, mentre per le matrici suolo e acque le sostanze sono selezionate sulla base della caratterizzazione chimica effettuata, ovvero sulle risultanze analitiche ottenute nelle indagini, per la componente aria gli inquinanti prioritari sono individuati sulla base della conoscenza delle caratteristiche dei cicli produttivi che è noto emettono determinate sostanze. Questa metodologia di selezione è necessaria in particolar modo quando ci si riferisce a periodi lontani nel tempo, in assenza di dati di monitoraggio specifici.

I monitoraggi ambientali della matrice aria sono affidati alle reti di postazioni fisse in contesti generalmente ur-

bani e dedicate principalmente ai cosiddetti macroinquinanti, inquinanti le cui concentrazioni sono dell'ordine dei microgrammi per metro cubo: ossidi di azoto (NO_x, NO e NO₂), biossido di zolfo (SO₂), PM₁₀, PM_{2,5}, monossido di carbonio (CO), benzene. Le reti di monitoraggio industriale sono più rare e generalmente dedicate al rilevamento di qualche inquinante specifico dell'attività produttiva presente in un'area (per esempio, SO₂, PM₁₀ e PM_{2,5} con caratterizzazione chimica), quindi non sempre finalizzate al rilevamento dei microinquinanti quali diossine, furani (PCDD/F), policlorobifenili (PCB), idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e metalli pesanti, più frequentemente associabili alla tipologia di impianti produttivi selezionati in questo studio. Le reti di monitoraggio dell'aria, come da D.lgs. 155/2010 (GU n. 216 del 15.09.2010, supplemento ordinario n. 217) sono, infatti, di più recente istituzione e principalmente finalizzate alla verifica della qualità dell'aria per gli inquinanti maggiormente presenti e non specificamente correlati alle attività industriali. In alcuni siti industriali, negli anni passati, possono essere state condotte campagne di monitoraggio ad hoc, ma solo per periodi molto limitati e dedicati esclusivamente ad alcune sostanze e non a tutte quelle qui selezionate.

In questo approfondimento, sono stati inclusi i siti di Trieste e Piombino per la presenza di impianti siderurgici, Livorno, Falconara e Area industriale di Milazzo per la presenza di impianti petrolchimici e/o raffinerie.

Risultati

Nella tabella 1 sono riportati i siti identificati e gli inquinanti prioritari selezionati in relazione alla matrice ambientale di appartenenza.

La tabella 2 presenta i 17 congeneri delle diossine (7 policloro-dibenzo-p-diossine, PCDD, e 10 dibenzofurani, PCDF) e 12 policlorobifenili diossina-simili (PCB-DL), di particolare interesse dal punto di vista tossicologico.

La tabella 3 elenca gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) così come vengono distinti dal D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii. e dal D.lgs 46/2014 (recepimento Direttiva 2010/75).

La tabella 4 mostra gli inquinanti prioritari selezionati e gli effetti sanitari associati alla loro esposizione.

Nelle tabelle da 5 a 14, relative alla mortalità e ai ricoveri, sono riportate tutte le cause che presentano eccessi in almeno in uno dei generi, cioè i casi osservati sono maggiori di quelli attesi, ossia il valore del rapporto standardizzato di mortalità (SMR) o di ospedalizzazione (SHR) è maggiore di 100. Nel testo, sono riportati solo i risultati ritenuti più rilevanti. Quando l'intervallo di confidenza (IC) delle stime contiene il valore 100, l'eccesso è definito incerto.

| Sito (anno inizio attività) | Impianti chiusi (anni di attività) | Impianti attivi | Inquinanti prioritari |
|---|---|---|---|
| Trieste (1930) | Inceneritore (1915-1999) | Acciaierie Servola, Inceneritore Errera3, CTE Servola, GLT, depositi costieri Trieste, depositi Shell e Siot, Alder spa (produzione formaldeide) Burgo group, Sertubi, Italcementi, Grandi Molini Italiani, Saul Sadoch spa | Aria: PCDD/F, PCB, IPA, COV, metalli pesanti Suolo: PCDD/F, PCB, IPA, BTEX, metalli pesanti Acque: IPA, metalli pesanti, BTEX |
| Livorno (1938) | Deposito Agip petroli | CTE Enel, Raffineria ENI, ex Itaoil stabilimento GPL | Aria: PCDD/F, PCB, IPA, COV, metalli pesanti Suolo: PCDD/F, IPA, As, Cr tot, Cd, Zn, Hg, Cu, Ni, Pb Acque: As, Ni, Hg |
| Piombino (1911) | CTE Enel (1977-2015) Altoforno (1911-2014) Acciaieria | | Aria: PCDD/F, PCB, IPA, COV, metalli pesanti Suolo: PCDD/F, PCB, IPA, As, Cr tot, V, Cd, Zn, Hg, Cu Acque: PCB, As, Pb, Cr ^{VI} , Ni |
| Falconara (1950) | Aerdorica spa, ex Vibrocementi Adriatica srl | API Raffineria, Ex Enichem (Azienda agricola Rocca Mare srl, del Poggio sas, Agricola 932 srl), Edilverde Costruzioni (ex DEAR industria bitumi) | Aria: PCDD/F, PCB, IPA, COV, metalli pesanti Suolo: PCDD/F, PCB, IPA, Metalli pesanti, As, Cd, Zn, Hg, Cu, Pb; Pb alchili, BTEX Acque: IPA, PCB, BTEX, tricloroetilene, Tetracloroetilene |
| Area Industriale di Milazzo (1961) | | Raffineria Milazzo, CTE SFM, Acciaieria Duferdofin, Consorzio piccole e medie imprese ceramica, mobili, agroalimentare; cantieristica navale imbarcazioni di lusso; ESI spa (recupero piombo batterie esauste) | Aria: PCDD/F, PCB, IPA, COV, metalli pesanti Suolo: PCDD/F, PCB, IPA, Metalli pesanti, As, Cr tot, V, Cd, Zn, Hg, Cu, Ni, Pb; PB alchili, BTEX Acque: IPA, PCB, BTEX, metalli pesanti, As, Pb, Cr ^{VI} , Ni, Hg, Mn, tricloroetilene, tetracloroetilene |

As: arsenico / *arsenic*; **BTEX:** benzene, toluene, etil-benzene, orto-, meta-, e para-xilene / *benzene, toluene, ethylbenzene, and ortho-, meta-, and para-xylenes*; **Cd:** cadmio / *cadmium*; **Cr:** cromo / *chromium*; **Cu:** rame / *copper*; **Hg:** mercurio / *mercury*; **IPA:** idrocarburi policiclici aromatici / *polycyclic aromatic hydrocarbons*; **Mn:** manganese / *manganese*; **Ni:** nichel / *nickel*; **Pb:** piombo / *lead*; **PCB:** policlorobifenili / *polychlorinated biphenyl*; **PCDD/F:** policloro-dibenzo-p-diossine/policlorodibenzofurani / *polychlorinated dibenzo-p-dioxins/polychlorinated dibenzofurans*; **V:** vanadio / *vanadium*; **COV:** composti organici volatili / *volatile organic compounds*; **Zn:** zinco / *zinc*

Tabella 1. Siti selezionati per l'analisi degli inquinanti prioritari specifici.

Table 1. Sites selected for priority pollutants analysis.

| Sostanze | IARC | US DHHS13 | US-EPA | WHO-TEF (1998)* | WHO-TEF (2005) ⁵¹ |
|---|---------------------|-------------------------------------|---|-----------------|------------------------------|
| Policlorodibenzo-p-diossine (PCDD) | | | | | |
| 2,3,7,8 - TCDD | 1 (Vol. 100F, 2012) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | in corso di valutazione | 1 | 1 |
| 1,2,3,7,8 - PeCDD | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 1 | 1 |
| 1,2,3,4,7,8 - HxCDD | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,1 | 0,1 |
| 1,2,3,6,7,8 - HxCDD | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | HxCDD, miscela di 1,2,3,6,7,8-HxCDD e 1,2,3,7,8,9-HxCDD probabile cancerogeno per l'uomo sulla base di dati sperimentali (US EPA, 1987)** | 0,1 | 0,1 |
| 1,2,3,7,8,9 - HxCDD | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | HxCDD, miscela di 1,2,3,6,7,8-HxCDD e 1,2,3,7,8,9-HxCDD probabile cancerogeno per l'uomo sulla base di dati sperimentali (US EPA, 1987)** | 0,1 | 0,1 |
| 1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,01 | 0,01 |
| OCDD | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,0001 | 0,0003 |
| Policloro-dibenzofurani (PCDF) | | | | | |
| 2,3,7,8 - TCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,1 | 0,1 |
| 1,2,3,7,8 - PeCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,05 | 0,03 |
| 2,3,4,7,8 - PeCDF | 1 (Vol. 100F, 2012) | ND | ND | 0,5 | 0,3 |
| 1,2,3,4,7,8 - HxCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,1 | 0,1 |
| 1,2,3,6,7,8 - HxCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,1 | 0,1 |
| 2,3,4,6,7,8 - HxCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,1 | 0,3 |
| 1,2,3,7,8,9 - HxCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,1 | 0,1 |
| 1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,01 | 0,01 |
| 1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,01 | 0,01 |
| OCDF | 3 (Vol. 69, 1997) | ND | ND | 0,0001 | 0,0003 |
| Policlorobifenili diossina-simili (PCB-DL) | | | | | |
| PCB 77 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0001 | 0,0001 |
| PCB 81 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0001 | 0,0003 |
| PCB 105 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0001 | 0,0003 |
| PCB 114 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0005 | 0,0003 |
| PCB 118 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0001 | 0,0003 |
| PCB 123 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0001 | 0,0003 |
| PCB 126 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,1 | 0,1 |
| PCB 156 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0005 | 0,0003 |
| PCB 157 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0005 | 0,0003 |
| PCB 167 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,00001 | 0,0003 |
| PCB 169 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,01 | 0,03 |
| PCB 189 | 1 (Vol. 107, 2016) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND | 0,0001 | 0,0003 |

HpCDD: eptacloro-p-dibenzodiossina / heptachlorodibenzo-p-dioxin; **HxCDF:** eptaclorodibenzofurano / heptachlorodibenzofuran; **HxCDD:** esaclorodibenzo-p-diossina / hexachlorodibenzo-p-dioxin; **HxCDF:** esaclorodibenzofurano / hexachlorodibenzofuran; **OCDF:** octaclorodibenzofurano / octachlorodibenzofuran; **PCB:** policlorobifenile / polychlorinated biphenyl; **ND:** dato non disponibile / not available data; **PCB-DL:** policlorobifenili diossina-simili / polychlorinated biphenyl dioxin-like; **PCDD:** policloro-dibenzo-p-diossine / polychlorinated dibenzodioxins; **PCDF:** dibenzofurani / dibenzofurans; **PCDF:** pentaclorodibenzo-p-diossina / pentachlorodibenzo-p-dioxin; **PeCDF:** pentaclorodibenzofurano / pentachlorodibenzofuran; **TCDD:** tetraclorodibenzo-p-diossina / tetrachlorodibenzo-p-dioxin; **TCDF:** tetraclorodibenzofurano / tetrachlorodibenzofuran; **US:** Stati Uniti / United States

* Van den Berg M, Birnbaum LS, Bosveld AT et al. Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wild-life. Environ Health Perspect 1998;106(12):775-92.

** United States Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System (IRIS) - Chemical Assessment Summary on Hexachlorodibenzo-p-dioxin (HxCDD), mixture of 1,2,3,6,7,8-HxCDD and 1,2,3,7,8,9-HxCDD; CASRN 57653-85-7 and 19408-74-3. Cincinnati (OH), U.S. EPA, 1987. Disponibile all'indirizzo: https://iris.epa.gov/static/pdfs/0166_summary.pdf

Tabella 2. Identificazione delle 17 diossine (7 PCDD e 10 PCDF) e dei 12 PCB-DL che destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.
Table 2. Identification of the 17 dioxins congeners (7 PCDD and 10 PCDF) and 12 PCB-DL of particular toxicological concern.

| Idrocarburi policiclici aromatici | Sigla | Classificazione UE*16 | IARC | US DHHS13 | US-EPA |
|-----------------------------------|--------------|--|---------------------|-------------------------------------|--|
| Benzo(a)Antracene | B(a)A | Cancerogeno di categoria 1B | 2B (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Benzo(a)Pirene | B(a)P | Cancerogeno di categoria 1B Mutageno di categoria 1B Tossico per la riproduzione di categoria 1B Sensibilizzante cutaneo di categoria 1 | 1 (Vol. 100F, 2012) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | Cancerogeno per l'uomo |
| Benzo(b)Fluorantene | B(b)F | Cancerogeno di categoria 1B | 2B (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Benzo(ghi)Perilene | B(g,h,i)P | ND | 3 (Vol. 92, 2010) | ND | ND |
| Benzo(j)Fluorantene | B(j)F | Cancerogeno di categoria 1B | 2B (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Benzo(k)Fluorantene | B(k)F | Cancerogeno di categoria 1B | 2B (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Crisene | CRI | Cancerogeno di categoria 1B Mutageno di categoria 2 | 2B (Vol. 92, 2010) | ND | ND |
| Dibenzo(a,e)Pirene | DB(a,e)P | ND | 3 (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Dibenzo(a,h)Antracene | DB(a,h)A | Cancerogeno di categoria 1B | 2A (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Dibenzo(a,h)Pirene | DB(a,h)P | ND | 2B (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Dibenzo(a,i)Pirene | DB(a,i)P | ND | 2B (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Dibenzo(a,l)Pirene | DB(a,l)P | ND | 2A (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Indeno(1,2,3-cd)Pirene | I(1,2,3-cd)P | ND | 2B (Vol. 92, 2010) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | ND |
| Naftalene | NAPH | Cancerogeno di categoria 2; Tossico acuto di categoria 4 per ingestione | 2B (Vol. 82, 2002) | Cancerogeno riconosciuto per l'uomo | Possibile cancerogeno per l'uomo |
| Pirene | PIR | ND | 3 (Vol. 92, 2010) | ND | Non classificabile come cancerogeno per l'uomo |

* La classificazione dell'Unione Europea (EU) fa riferimento esclusivamente ai pericoli per la salute (e non a quelli ambientali) / The European Union (EU) classification refers only to the health hazards (and not to the environmental ones)
ND: dato non disponibile / not available data

Tabella 3. Identificazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) come distinti nel D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii. e dal D.lgs 46/2014 (recepimento Direttiva 2010/75).

Table 3. Identification of the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) as defined by the Legislative Decree 152/2006 and subsequent amendments, and by the Legislative Decree 46/2014 (transposition of the Directive 2010/75)

| Inquinanti prioritari selezionati | Patologie associate |
|--|---|
| Arsenico | Tumore maligno del polmone Tumore maligno del fegato Tumore maligno della cute Tumore maligno della vescica Tumore maligno della prostata Tumore maligno del rene Diabete |
| Cadmio | Tumore maligno del polmone Tumore maligno della prostata Tumore maligno del rene Malattie dell'apparato urinario Insufficienza renale cronica |
| Cromo esavalente | Tumore maligno del polmone |
| Nichel | Tumore maligno del polmone |
| Piombo | Tumore maligno dello stomaco Malattie dell'apparato urinario Insufficienza renale cronica Ipertensione |
| Benzene | Leucemia linfocitica acuta Leucemia linfocitica cronica Leucemia mieloide acuta Linfoma non Hodgkin Mieloma multiplo |
| Stirene | Tumori linfoematopoietici |
| Tetracloroetilene (percloroetilene) | Tumore maligno della vescica |
| Toluene | Non classificabile per IARC |
| Tricloroetilene | Tumore maligno del fegato e dei dotti biliari Tumore maligno del rene Linfoma non Hodgkin Malattie dell'apparato urinario |
| Diossine (intese come PCDD e PCDF) | TCDD: Tutti i tumori maligni Tumore maligno del polmone Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli Linfoma non Hodgkin |
| PCB diossina-simili | Tumore maligno della mammella Melanoma cutaneo Linfoma non Hodgkin |
| Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) | Tumore maligno del polmone Tumore della cute |

Tabella 4. Inquinanti prioritari selezionati ed effetti sanitari associati alla loro esposizione.

Table 4. Selected priority pollutants and health effects associated with their exposure.

PCB: policlorobifenili / *polychlorinated biphenyls*; **PCDD:** dibenzo-p-diossine / *polychlorinated dibenzo-p-dioxins*; **PCDF:** dibenzo-p-furani / *dibenzofuranes*; **TCDD:** 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina / *2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin*

Tossicità, organi e tessuti bersaglio degli inquinanti identificati

Inquinanti inorganici

■ **Arsenico.** L'arsenico (As) è un tossico sistemico e un cancerogeno multisito i cui effetti tossici sono correlati a stato di ossidazione e forma chimica: le specie trivalenti sono più tossiche delle pentavalenti e l'As inorganico è più tossico di quello organico.⁵

L'esposizione ad As negli ambienti di lavoro avviene soprattutto per via inalatoria, mentre quella non professionale *indoor* avviene attraverso acqua da bere e alimenti.⁶

I principali effetti avversi dovuti all'ingestione a lungo termine di As inorganico negli esseri umani sono lesioni della pelle, cancro, tossicità sullo sviluppo, disturbi vascolari periferici e cardiovascolari, metabolismo del glucosio anormale e **diabete**.⁷⁻¹²

Inoltre, da un'ampia base di studi sull'uomo, emergono prove convincenti (*convincing evidence*) che l'esposizione per via orale e inalatoria ad As inorganico possa causare gravi effetti neurologici.¹⁰ Studi epidemiologici hanno mostrato che polmoni, vescica e cute sono le sedi principali di sviluppo di tumore per inalazione o per ingestione di acqua contaminata da As.⁶

La IARC, l'US-EPA e il DHHS hanno classificato l'As e i suoi composti inorganici come cancerogeni per l'uomo.^{5,6,13}

La IARC e l'US-EPA individuano come sedi tumorali con evidenza di cancerogenicità *sufficiente* **polmoni, cute e vescica** e con evidenza *limitata* **fegato e dotti biliari, prostata e rene**. Questa valutazione vale per l'intera classe e non è necessariamente valida per tutti i singoli composti.

■ **Cadmio.** Sebbene in linea generale l'assimilazione orale costituisca la via di esposizione più importante per il cadmio (Cd), anche l'aria ambiente pone un rischio per la salute umana, in particolare in prossimità di sorgenti di emissione industriale. Il Cd si accumula in modo efficiente in reni e fegato e ha un'emivita che varia da 10 a 30 anni. Gli organi più sensibili alla tossicità cronica del Cd sono reni e ossa in seguito a esposizione per via orale e reni e polmoni come conseguenza di un'esposizione per via inalatoria.¹⁴ Il Cd è eliminato molto lentamente dall'organismo umano.

È tossico principalmente per il **rene**, specialmente per le cellule del tubulo prossimale, ove si accumula progressivamente compromettendo la filtrazione glomerulare e alterando così la funzionalità renale. Inoltre, può causare demineralizzazione ossea sia danneggiando direttamente l'osso sia indirettamente come effetto secondario della disfunzione renale.¹⁵ Esposizioni ripetute ambientali a bassi livelli di Cd possono comportare

una diminuita funzionalità renale ed effetti sul sistema scheletrico (osteoporosi, aumento del rischio di fratture ossee, diminuzione della densità minerale ossea).¹⁴

La IARC e il DHHS hanno classificato il Cd e i suoi composti come cancerogeni per l'uomo.^{6,13} La IARC individua il **polmone** come sede tumorale per la quale l'evidenza di cancerogenicità è *sufficiente*, **prostata e rene** come sedi tumorali per le quali l'evidenza di cancerogenicità è *limitata*.

L'UE classifica il Cd come sostanza che può provocare il cancro (categoria 1B - H350), sospettata di provocare alterazioni genetiche (mutageno di categoria 2 - H341) e di nuocere alla fertilità e al feto (tossico per la riproduzione di categoria 2 - H361fd).¹⁶

■ **Cromo esavalente.** Il cromo esavalente (Cr^{VI}) è assorbito prevalentemente dal tratto respiratorio e si distribuisce in tutti i tessuti, principalmente in reni, fegato e ossa. Viene anche assorbito in seguito a esposizione orale.⁶

Bersaglio primario dell'esposizione inalatoria a Cr^{VI} sono i polmoni, mentre all'esposizione orale sono associati principalmente effetti gastrointestinali.¹⁷

L'esposizione professionale a Cr^{VI} determina un aumento del rischio di cancro del sistema respiratorio, principalmente broncogeno e nasale.

L'esposizione ambientale tramite acqua da bere è stata associata a un aumento statisticamente significativo del rischio di tumore dello stomaco.¹⁸

La IARC, il DHHS e l'US-EPA classificano i composti del Cr^{VI} come cancerogeni per l'uomo per esposizione inalatoria.^{6,13,19} Inoltre, la IARC ha individuato il **polmone** come sede tumorale per la quale l'evidenza di cancerogenicità è *sufficiente* e **cavità nasali e seni paranasali** come sedi tumorali per le quali l'evidenza di cancerogenicità è *limitata*, mentre l'evidenza per il tumore dello **stomaco** è considerata scarsa (*little evidence*).

■ **Mercurio.** L'esposizione cronica al mercurio (Hg) attraverso qualsiasi via può comportare danni al sistema nervoso centrale e provocare effetti nocivi sui reni, che rappresentano il bersaglio critico per la tossicità del mercurio inorganico. Altri bersagli comprendono i sistemi immunitario, riproduttivo e dello sviluppo (il mercurio può pregiudicare lo sviluppo del feto e provocare un calo della fertilità).²⁰⁻²²

La IARC considera il mercurio e i suoi composti inorganici non classificabili come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 3) e il metilmercurio come *possibile cancerogeno per l'uomo* (Gruppo 2B).²³

L'UE classifica il mercurio come sostanza che «può nuocere al feto» (tossico per la riproduzione di categoria 1B - H360D).¹⁶

■ **Nichel.** Gli effetti non cancerogeni per la salute umana del nichel (Ni) in aria ambiente si riscontrano a livello

del tratto respiratorio, del sistema immunitario e dell'equilibrio endocrino. Gli effetti dipendono dalla forma del Ni e dalla capacità di sciogliersi nei fluidi biologici. L'effetto critico più importante, per esposizione sia ambientale sia occupazionale, è il **cancro polmonare**.²⁴

La IARC e il DHHS hanno classificato i composti del Ni come cancerogeni per l'uomo.^{6,13} La IARC ha individuato polmoni, cavità nasali e seni paranasali come sedi tumorali per le quali l'evidenza di cancerogenicità è *sufficiente*.

■ **Piombo.** L'esposizione a piombo (Pb) può avvenire attraverso alimenti, acqua, aria, suolo. Il Pb è facilmente trasferito al feto attraverso la placenta durante la gestazione e successivamente durante l'allattamento.

Nell'uomo induce una serie di effetti avversi in funzione della dose e della durata di esposizione. La preoccupazione principale deriva dalla tossicità cronica del Pb in considerazione della sua lunga emivita (pari a circa 30 giorni e a 10-30 anni nel sangue e nell'osso, rispettivamente).²⁵ Nell'uomo, il principale organo bersaglio è il sistema nervoso centrale; il cervello in via di sviluppo è più vulnerabile alla neurotossicità del Pb rispetto al cervello maturo. Negli adulti, l'esposizione a Pb è associata a effetti neurotossici (**neuropatie periferiche**), renali (**nefropatie croniche**), a carico del sistema cardiovascolare (**ipertensione**), sulla riproduzione e sul sistema immunitario. Il Pb può anche avere effetti sulle ossa sia negli adulti sia nei bambini.²⁵⁻²⁷

Sulla base di un ampio corpus di prove proveniente da studi sull'uomo, che ha dimostrato effetti avversi del Pb sia per la fertilità (atrofia testicolare e bassa qualità dello sperma) sia per lo sviluppo (tossicità per il sistema nervoso in via di sviluppo, ridotto quoziente intellettivo in bambini con esposizione fetale e/o postnatale), l'UE ha classificato il Pb, in quanto tale e in tutte le sue forme, come sostanza che «può nuocere alla fertilità e sospettato di nuocere al feto» (tossico per la riproduzione di categoria 1A - H360).¹⁶ La IARC ha classificato i composti inorganici del Pb come probabili cancerogeni per l'uomo (Gruppo 2A) e ha individuato lo **stomaco come sede tumorale** per la quale l'evidenza di cancerogenicità è sufficiente.²⁸

■ **Piombo alchili.** Gli alchili del piombo, come il piombo tetraetile e il piombo tetrametile, sono composti organici del piombo che nelle vie respiratorie si comportano come gas e sono assorbiti in misura maggiore rispetto alle particelle di piombo inorganico.²⁸ Sono assorbiti anche attraverso la cute. Nell'organismo, subiscono de-alchilazione ossidativa con produzione di piombo inorganico che si distribuisce, con concentrazioni più elevate in fegato e reni seguite da encefalo e cuore.

Nell'uomo, i composti organici del piombo sono metabolizzati, almeno in parte, a piombo ionico. Ci si aspet-

ta che il piombo ionico, generato dal piombo organico presente nell'organismo, eserciti la sua tossicità associata al piombo inorganico. L'esposizione cronica porta a segni generali di alterazione del sistema nervoso centrale come da composti inorganici del Piombo.^{26,28}

L'UE ha classificato tutti gli alchili del Pb come sostanze che «possono nuocere al feto e sospettate di nuocere alla fertilità» (tossiche per la riproduzione di categoria 1A - H360Df) e come «sostanze che possono provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta» (tossico specifico per organi bersaglio - esposizione ripetuta di categoria 2 - H373).¹⁶

La IARC considera i composti organici del Pb, inclusi gli alchili del piombo, «non classificabili in relazione alla loro cancerogenicità per l'uomo» (Gruppo 3).²⁸

■ **Rame.** Il rame (Cu) è un elemento essenziale per la salute umana, ampiamente distribuito in natura. L'esposizione della popolazione generale avviene mediante inalazione, consumo di alimenti e acqua, contatto cutaneo con polveri in aria, acqua e suolo contenenti rame. A causa dell'ubiquità del rame nell'ambiente e della presenza generale di rame nel particolato atmosferico, l'esposizione per via inalatoria è molto comune. Dati disponibili sull'uomo e sugli animali suggeriscono che, a seguito di esposizione per via orale, il bersaglio maggiormente critico della tossicità del rame è il tratto gastrointestinale. L'esposizione a lungo termine alla polvere di rame può irritare naso, bocca e occhi e causare mal di testa, vertigini, nausea e diarrea.²⁹

Nell'uomo sono ben documentate nella letteratura medica due patologie genetiche: il morbo di Wilson (che determina accumulo di rame nel fegato e in altri organi con sviluppo di sintomi epatici o neurologici) e la malattia di Menkes (che è un disturbo del metabolismo del rame caratterizzato da progressivo deterioramento neurologico e significative anomalie del tessuto connettivo). Negli individui non affetti da queste due patologie genetiche, i meccanismi omeostatici naturali che regolano il rame prevengono qualsiasi accumulo nel cervello e nei tessuti neurali in modo che il rame non mostri un potenziale neurotossico.³⁰

L'effetto critico dell'esposizione per inalazione al rame è l'azione locale a carico dell'apparato respiratorio, che include un'immunosoppressione che è attribuibile al disturbo della funzione dei macrofagi alveolari.³¹

■ **Vanadio.** La tossicità dei composti del vanadio (V) aumenta all'aumentare dello stato di valenza: i composti pentavalenti sono i più tossici.

Nell'uomo, gli effetti cronici dell'esposizione a vanadio si manifestano a carico delle vie respiratorie superiori (è un potente irritante respiratorio) che rappresentano il bersaglio primario.³²⁻³⁴

La IARC ha classificato il vanadio pentossido come pos-

sibile cancerogeno per l'uomo (Gruppo 2B) sulla base di evidenza di cancerogenicità *inadeguata* nell'uomo e *sufficiente* negli animali da laboratorio.³⁵

L'UE classifica il vanadio pentossido come sostanza: che può provocare il cancro (categoria 1B - H350), sospettata di provocare alterazioni genetiche (mutageno di categoria 2 - H341) e di nuocere alla fertilità e al feto (tossico per la riproduzione di categoria 2 - H361fd) e ai lattanti allattati al seno (H362) e come «sostanza che provoca danno alle vie respiratorie in caso di esposizione prolungata o ripetuta per inalazione» (tossico specifico per organi bersaglio - esposizione ripetuta di categoria 1 - H372 provoca danni alle vie respiratorie per inalazione).¹⁶

■ **Zinco.** Lo zinco (Zn) è un elemento che, in piccole quantità, è essenziale per la salute umana, in quanto cofattore di molti sistemi enzimatici. L'esposizione della popolazione generale a zinco avviene principalmente mediante ingestione; altre possibili vie di esposizione sono acqua e aria, sebbene le quantità inalate nell'aria ambiente siano trascurabili. L'esposizione a zinco tramite l'aria avviene in gran parte in ambito occupazionale attraverso l'inalazione di polveri o fumi industriali. Il tratto respiratorio è l'organo bersaglio più sensibile per esposizione inalatoria, mentre gli organi bersaglio associati all'esposizione orale includono tratto gastrointestinale, sangue, sistema immunitario e pancreas.

In seguito a esposizione a lungo termine a basse dosi di composti dello zinco, i sintomi osservati sono un ridotto assorbimento di rame con la dieta che porta all'abbassamento dei livelli di rame, con conseguente l'anemia che si manifesta come diminuzione del numero di eritrociti e dell'ematocrito.³⁶

Inquinanti organici

■ **Benzene.** È un composto organico volatile (COV). L'effetto tossico più importante del benzene è a carico del sistema linfematopoietico. Il benzene provoca **leucemia mieloide acuta, definita anche leucemia non linfocitica acuta**. Si è riscontrata anche un'associazione positiva tra esposizione a benzene e **leucemia linfocitica acuta, leucemia linfocitica cronica, mieloma multiplo e linfomi non Hodgkin**.

Vi è un'evidenza forte che i metaboliti del benzene producano molteplici effetti genotossici a livello delle cellule staminali pluripotenti, determinando modificazioni cromosomiali nell'uomo coerenti con quelle osservate nel cancro ematopoietico.³⁷

L'UE, il DHHS e la IARC classificano il benzene come *cancerogeno riconosciuto* per l'uomo.^{13,16,37} La IARC individua un'associazione causale tra esposizione a benzene e leucemia acuta mieloide/leucemia acuta non linfocitica.

■ **Etilbenzene.** È un composto organico volatile (COV).

L'esposizione a etilbenzene è sia ambientale sia professionale e la popolazione generale è esposta principalmente per inalazione di aria ambiente. È ben assorbito dalla pelle, dai polmoni e dal tratto gastrointestinale e metabolizzato per idrossilazione dei due atomi di carbonio della catena laterale ed eliminato principalmente nelle urine. Nell'uomo, l'esposizione prolungata a vapori di etilbenzene può determinare leucopenia e linfocitosi, disturbi neurofunzionali ed epatite. Studi sperimentali individuano come organo bersaglio l'apparato uditivo (sostanza ototossica).^{38,39}

La IARC ha classificato l'etilbenzene come *possibile cancerogeno* per l'uomo (Gruppo 2B) sulla base di evidenza di cancerogenicità *inadeguata* nell'uomo e *sufficiente* negli animali da laboratorio.³⁹

L'UE classifica l'etilbenzene come «sostanza che può provocare danno uditivo in caso di esposizione prolungata o ripetuta» (tossico specifico per organi bersaglio - esposizione ripetuta di categoria 2 - H373 può provocare danni uditivi).¹⁶

■ **Stirene.** È un composto organico volatile (COV). Nell'uomo, la principale via di esposizione a stirene è quella inalatoria. Nella popolazione generale, l'esposizione a basse concentrazioni è molto diffusa principalmente a causa della sua presenza nel fumo di tabacco, mentre altre fonti includono inquinamento dell'aria esterna e in ambienti confinati e migrazione da imballaggi alimentari a base di stirene.

Viene assorbito dopo inalazione (via prevalente), contatto cutaneo o ingestione e, successivamente, è rapidamente assorbito nel circolo ematico; si distribuisce largamente nel tessuto adiposo ed è ampiamente metabolizzato. Circa il 60% dei prodotti di escrezione a seguito di stirene inalato provengono dal suo metabolismo a stirene-7,8-ossido, metabolita elettrofilo che reagisce direttamente con il DNA, la cui presenza è stata determinata nel sangue sia di lavoratori esposti sia nella popolazione generale. Esiste, inoltre, forte evidenza che sia lo stirene sia lo stirene-7,8-ossido siano genotossici e che questo meccanismo possa funzionare anche negli esseri umani.⁴⁰

Gli effetti acuti e cronici riguardano principalmente il sistema nervoso centrale; viene segnalata anche una compromissione della visione dei colori e, in misura minore, del nervo uditivo.⁴¹

La IARC ha classificato lo stirene come *probabile cancerogeno* per l'uomo (Gruppo 2A) e gli studi epidemiologici forniscono evidenza attendibili che l'esposizione alla sostanza causi tumori del **sistema linfematopoietico** anche se non possono essere esclusi fattori di confondimento e bias.⁴⁰

Il DHHS considera lo stirene e lo stirene-7,8-ossido *probabili cancerogeni per l'uomo*.¹³ L'UE lo classifica come

sostanza «sospetta di nuocere al feto» (tossico per la riproduzione di categoria 2 - H361d) e come «sostanza che provoca danno uditivo in caso di esposizione prolungata o ripetuta» (tossico specifico per organi bersaglio - esposizione ripetuta di categoria 1 - H372 provoca danni uditivi).¹⁶

■ **Tetracloroetilene (percloroetilene).** Il tetracloroetilene è rapidamente assorbito per tutte le vie di esposizione (inalatoria, dermica e orale) e si distribuisce in modo sistemico in tutti i tessuti.⁴²

Nell'uomo, l'esposizione prolungata (oltre 10 anni) e ripetuta a basse concentrazioni è stata associata a epato-tossicità e danno epatico.^{43,44}

La sostanza è stata, inoltre, associata a effetti avversi a carico dei reni e osservazioni multiple (sia nell'uomo sia negli animali) forniscono chiara evidenza che il sistema nervoso centrale è un tessuto bersaglio per la tossicità indotta da tetracloroetilene.⁴²

Studi epidemiologici hanno documentato che la sostanza è neurotossica anche per lo sviluppo.⁴⁵

La IARC ha classificato il tetracloroetilene come *probabile cancerogeno* per l'uomo (Gruppo 2A) e ha individuato la **vescica** come sede tumorale per la quale l'evidenza di cancerogenicità è *limitata*.⁴² Anche l'US EPA lo considera un *probabile cancerogeno* per l'uomo e l'UE lo classifica come *sospetto cancerogeno* per l'uomo (categoria 2 - H351).¹⁶

■ **Toluene.** È un composto organico volatile (COV). L'esposizione a toluene è sia ambientale sia professionale e l'inalazione è la principale via di esposizione. È ben assorbito dai polmoni e dal tratto gastrointestinale. Come per altri alchilbenzeni, in seguito a esposizione per brevi o lunghi periodi a basse concentrazioni ambientali, il sistema nervoso centrale risulta il principale organo bersaglio. L'esposizione cronica inalatoria a basse concentrazioni di toluene può determinare anche alterazioni dell'udito.⁴⁶

L'UE classifica il toluene come sostanza «sospetta di nuocere al feto» (tossico per la riproduzione di categoria 2 - H361d) e come «sostanza che può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta» (tossico specifico per organi bersaglio - esposizione ripetuta di categoria 2 - H373).¹⁶

La IARC considera il toluene come «non classificabile in relazione alla sua cancerogenicità per l'uomo» (Gruppo 3).³⁹

■ **Tricloroetilene.** È un composto organico volatile (COV). Il tricloroetilene (TCE) è cancerogeno per l'uomo per tutte le vie di esposizione. Il pericolo potenziale per la salute umana per la tossicità non cancerogena è a carico di sistema nervoso centrale, reni, fegato, sistema immunitario, sistema riproduttivo maschile e sviluppo fetale.^{47,48} EPA e IARC classificano il tricloroetilene come cance-

rogeno per l'uomo e individuano il **rene** come sede tumorale per la quale l'evidenza di cancerogenicità è *sufficiente* e **fegato e dotti biliari** come sedi tumorali per le quali l'evidenza è *limitata*. Anche per **linfomi non Hodgkin** l'evidenza è *limitata*.^{42,48}

IL DHHS lo considera un *cancerogeno riconosciuto* per l'uomo e l'UE lo classifica come sostanza che può provocare il cancro (categoria 1B - H350).^{13,16}

■ **Xileni (o, m, p).** È un composto organico volatile (COV). L'esposizione agli xileni è sia ambientale sia professionale. Sono rapidamente assorbiti da polmoni, tratto gastrointestinale e cute e sono in grado di attraversare la placenta. Esplicano la loro azione, sia a breve sia a lungo termine, a livello del sistema nervoso centrale.⁴⁹

LA IARC considera gli xileni come «non classificabili in relazione alla loro cancerogenicità per l'uomo» (Gruppo 3).⁵⁰

■ **Diossine e PCB diossina-simili.** Il termine «diossine» indica un gruppo di 75 congeneri di policlorodibenzo-para-diossine (PCDD) e 135 congeneri di policlorodibenzofurani (PCDF). Queste due famiglie di composti chimici aromatici hanno proprietà chimico-fisiche simili, quali insolubilità in acqua, alta lipofilità, estrema resistenza alla degradazione chimica e biologica. Di particolare rilievo sotto il profilo tossicologico sono 17 congeneri (7 PCDD e 10 PCDF), identificati in tabella 2, in cui sono presenti atomi di cloro nelle posizioni 2, 3, 7 e 8. Il congenere maggiormente tossico è la 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina (2,3,7,8-TCDD).

I policlorobifenili (PCB) costituiscono un gruppo di 209 congeneri, 12 dei quali presentano proprietà tossicologiche analoghe a quelle delle diossine e sono pertanto stati identificati dall'Organizzazione mondiale della salute (OMS) come «PCB diossina-simili».⁵¹ Gli altri PCB non presentano una tossicità affine a quella delle diossine, avendo un profilo tossicologico diverso.⁵²

Generalmente le diossine vengono rilevate nelle diverse matrici non come singoli composti, ma come miscele complesse dei diversi congeneri (PCDD + PCDF + PCB); inoltre, non tutti i congeneri sono tossici o lo sono alla stessa maniera.⁵² Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri, è stato introdotto il concetto di **fattore di tossicità equivalente** (*toxicity equivalence factor*, TEF). I TEF si basano sulla considerazione che PCDD e PCDF sono composti strutturalmente simili che presentano il medesimo meccanismo strutturale di azione (attivazione del recettore Ah) e producono effetti tossici simili: proprio il legame tra le diossine e il recettore Ah è il passo chiave per il successivo innessarsi degli effetti tossici. I TEF quantificano la tossicità di ciascun congenere tossico rispetto a quello più tossico, ovvero la 2,3,7,8-TCDD, cui è convenzionalmente attribuita tos-

sicità unitaria.^{51,52} La concentrazione totale di PCDD e PCDF, espressa in termini di tossicità equivalente (TEQ), è data dalla somma dei contributi dei singoli congeneri tossici (le 7 TCDD e i 10 TCDF) presenti nella miscela, moltiplicati per lo specifico fattore TEF associato. Il medesimo criterio della concentrazione tossica equivalente si applica anche ai 12 PCB diossina-simili.⁵¹

Le diossine sono ubiquitarie e rilevate in tutte le matrici ambientali (aria, acqua, suolo e sedimenti). Tendono, nel tempo, a bioaccumulare negli organismi viventi, cioè in tessuti e organi dell'uomo e degli animali. Inoltre, salendo nella catena trofica (alimentare), la concentrazione di tali sostanze può aumentare giungendo a esporre a rischio maggiore il vertice di detta catena.

L'esposizione umana può essere ambientale, occupazionale e accidentale. L'esposizione della popolazione generale a diossine in generale e ai relativi composti diossina-simili è diffusa e avviene principalmente tramite il consumo di alimenti (oltre il 90%) e attraverso l'inalazione di aria contaminata. Infine, anche l'ingestione di suolo contaminato e l'assorbimento dermico possono essere una via di esposizione in casi particolari. In questi ultimi anni, le concentrazioni ambientali sono andate via via scemando grazie a interventi di tipo tecnologico che hanno limitato fortemente l'emissione da parte delle diverse sorgenti, con particolare riferimento a quelle industriali.

L'esposizione a breve termine ad alti livelli di PCDD e PCDF in ambienti lavorativi o in seguito a incidenti industriali può causare lesioni cutanee note, come la cloracne, che è persistente. L'esposizione ambientale a lungo termine causa danni a carico del sistema immunitario, effetti sullo sviluppo neurologico e sul sistema endocrino, disturbi sulla funzionalità riproduttiva oltre alla sospetta azione cancerogena di seguito descritta in maggior dettaglio. Lo stadio di vita più sensibile è considerato il feto e il neonato.

- **Policlorodibenzodiossine (PCDD).** La 2,3,7,8-TCDD è stata classificata dalla IARC nel 1997 come *cancerogeno per l'uomo* (Gruppo 1) sulla base di evidenza di cancerogenicità limitata nell'uomo e sufficiente nei roditori e forte evidenza nell'uomo e negli animali di un meccanismo tramite il legame iniziale al recettore degli idrocarburi arilici (AhR), che porta a cambiamenti nell'espressione genica, nella replicazione cellulare e nell'apoptosi.⁵³ La classificazione come *cancerogeno per l'uomo* è stata confermata dalla IARC nel 2010 sulla base di sufficiente evidenza epidemiologica **per tutti i tumori combinati** piuttosto che per una sede specifica ed evidenza limitata per il **sarcoma dei tessuti molli, i linfomi non Hodgkin e il tumore del polmone**.³⁷ La 2,3,7,8-TCDD è il primo agente la cui classificazione iniziale nel Gruppo 1 sulla base di evidenza suffi-

ciente di cancerogenicità negli animali da esperimento e forti dati sul meccanismo animale, è stata successivamente confermata da un'aumentata incidenza di tumori nell'uomo. Questo sottolinea la capacità delle informazioni meccanicistiche di fornire evidenza robusta di cancerogenicità. Il DHHS lo considera un *cancerogeno riconosciuto per l'uomo*.¹³

Nella valutazione del 2010, la IARC ha concluso che esiste evidenza convincente che il meccanismo d'azione per la cancerogenesi nell'uomo associato alla 2,3,7,8-TCDD opera come meccanismo d'azione per la cancerogenesi nell'uomo anche per le altre sei PCDD (identificate nella tabella 2). Queste sei PCDD si legano tutte all'Ahr nelle cellule umane e mostrano cambiamenti nell'espressione genica coerenti con quelli osservati per la 2,3,7,8-TCDD, il 2,3,4,7,8-PeCDF e il PCB 126. Tuttavia, i dati disponibili per queste sei PCDD supportano solo alcuni aspetti dei meccanismi delineati per la 2,3,7,8-TCDD,³⁷ pertanto continuano a essere considerate dalla IARC non classificabili come cancerogene per l'uomo (Gruppo 3).⁵³

- **Policlorodibenzofurani (PCDF).** Il 2,3,4,7,8-pentaclorodibenzofurano (2,3,4,7,8-PeCDF) negli animali da esperimento è un cancerogeno certo ed esiste forte evidenza che esso operi nell'uomo come la 2,3,7,8-TCDD attraverso lo stesso meccanismo mediato dal recettore Ah; pertanto, la IARC classifica il 2,3,4,7,8-PeCDF *cancerogeno per l'uomo* (Gruppo 1).³⁷

La IARC, nella valutazione del 2010, sottolinea che esiste evidenza convincente che anche per gli altri nove PCDF (identificati nella tabella 2) opera come meccanismo d'azione per la carcinogenesi nell'uomo lo stesso meccanismo associato alla 2,3,7,8-TCDD. I nove PCDF si legano tutti all'Ahr nelle cellule umane e mostrano cambiamenti nell'espressione genica coerenti con quelli osservati per la 2,3,7,8-TCDD e il 2,3,4,7,8-PeCDF. Tuttavia, i dati disponibili supportano solo alcuni aspetti dei meccanismi delineati per la 2,3,7,8-TCDD;³⁷ pertanto, i nove PCDF continuano a essere considerati dalla IARC non classificabili come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 3).⁵³

- **Policlorobifenili e PCB diossina-simili.** I policlorobifenili (PCB) hanno proprietà tossicologiche simili alle diossine e l'esposizione della popolazione generale è soprattutto attraverso il consumo di alimenti. I PCB sono rapidamente assorbiti e tendono a distribuirsi nell'organismo, accumulandosi in particolare nel tessuto adiposo. I 12 PCB congeneri, identificati in tabella 2, che hanno una forte affinità per il recettore AhR sono indicati come "PCB diossina-simili".

L'esposizione ambientale a lungo termine ai PCB causa effetti sul sistema immunitario a carico dello sviluppo, neurocomportamentali, su tiroide e ormone steroideo e sulla funzione riproduttiva. Gli stadi di vita più sensi-

bili sono quello fetale e neonatale. Il bersaglio dei PCB è il sistema endocrino.^{54,55}

La IARC, nella sua ultima valutazione, ha concluso che non solo i PCB diossina-simili, ma tutti i PCB, possono indurre: formazione di composti reattivi dell'ossigeno, effetti genotossici, immunosoppressione, una risposta infiammatoria ed effetti endocrini a vari livelli e tramite vie metaboliche differenti. La IARC ha classificato i PCB come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1), con un'evidenza di cancerogenicità *sufficiente* per il **melanoma cutaneo**, e *limitata* per il **linfoma non Hodgkin e il tumore della mammella**.⁵⁶ In aggiunta, i PCB diossina-simili sono classificati come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 1) anche sulla base della forte evidenza di un meccanismo di cancerogenicità identico a quello della 2,3,7,8-TCDD ed evidenza di cancerogenicità *sufficiente* negli animali da esperimento. In ogni caso, la cancerogenicità dei PCB non può essere attribuita esclusivamente alla cancerogenicità dei PCB diossina-simili.⁵⁶ Il DHHS classifica i PCB come *probabili cancerogeni per l'uomo*.¹³

L'UE classifica i PCB come «sostanze che possono provocare danno in caso di esposizione prolungata o ripetuta» (tossico specifico per organi bersaglio – esposizione ripetuta di categoria 2 – H373).¹⁶

• **Idrocarburi policiclici aromatici.** Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono un ampio gruppo di composti organici che contengono carbonio e idrogeno e sono costituiti da due o più anelli aromatici fusi. Gli IPA sono ubiquitari nell'ambiente e la popolazione generale è esposta a livelli di fondo misurabili. Sono presenti nell'ambiente sottoforma di miscele complesse. In passato, il benzo(a)pirene (da qui in poi, B(a)P) veniva utilizzato come *marker* per misurare l'esposizione agli IPA, mentre allo stato sono misurati individualmente numerosi IPA. Molti IPA sono dotati di attività cancerogena e mutagena. In generale, vengono caratterizzati i quindici IPA identificati nella tabella 3.

Nella sua ultima valutazione, la IARC ha confermato che nell'uomo l'esposizione a IPA provoca **tumori della pelle** e del **polmone**. Sebbene non sia disponibile alcuno studio epidemiologico sull'esposizione singola a B(a)P, la sostanza è cancerogena in molte specie animali (studi hanno dimostrato effetti cancerogeni sia locali sia sistemici). Esiste evidenza meccanicistica che indica che il B(a)P è convertito a metaboliti altamente reattivi (ossidi e diidrodioili) in grado di formare addotti covalenti al DNA. Esposizioni a B(a)P e a miscele complesse che contengono B(a)P inducono anche alterazioni citogenetiche, rottura del DNA, lesioni ossidative del DNA e mutazioni specifiche negli oncogeni e nei geni oncosoppressori: tutto ciò può contribuire agli effetti cancerogeni negli esseri umani esposti del B(a)P e delle mi-

scele complesse che lo contengono. Questa evidenza meccanicistica consistente e coerente proveniente da numerosi studi sperimentali e studi sull'uomo forniscono la plausibilità biologica per sostenere la classificazione del B(a)P come cancerogeno per l'uomo (Gruppo 1).³⁷ La IARC classifica inoltre dibenzo(a,h)antracene e dibenzo(a,l)pirene come *probabili cancerogeni* per l'uomo (Gruppo 2A); benz(a)antracene, benzo(b)fluorantene, benzo(j)fluorantene, benzo(k)fluorantene, crisene (CRI), dibenzo(a,h)pirene, dibenzo(a,i)pirene e indeno(1,2,3-cd)pirene come *possibili cancerogeni* per l'uomo (Gruppo 2B) mentre dibenzo(a,e)pirene e pirene non sono classificabile come cancerogeni per l'uomo (Gruppo 3).⁵⁷ Anche il naftalene è classificato come *possibile cancerogeno* per l'uomo (Gruppo 2B).⁵⁸

Il DHHS considera *cancerogeni riconosciuti* per l'uomo 15 IPA individuali.¹³

L'UE classifica come sostanze che *possono provocare il cancro* (categoria 1B – H350) B(a)P, B(e)P, B(a)A, B(b)F, B(j)F, B(k)F, crisene (CRI), DB(a,h)A e il naftalene come *sospetto cancerogeno* per l'uomo (categoria 2 – H351).¹⁶

Trieste

Il sito, di pertinenza regionale, è stato ripermetrato con decreto del 02.02.2018 (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2018/02/19/18A01084/sg>) e, in ultimo, con decreto del Ministro della transizione ecologica n. 95 del 16.03.2021 (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/03/30/21A01805/sg>). È stato scelto, poiché include al suo interno l'impianto siderurgico Ferriere di Servola. L'estensione del sito è di circa 500 ettari. All'interno del perimetro sono presenti altri impianti, quali un inceneritore, depositi di combustibili, un cementificio, una cartiera e una rilevante e trafficata area portuale.

Gli inquinanti di interesse sono riportati in tabella 1.

■ **Mortalità.** In questo sito (tabella 5) si rilevano eccessi nei maschi per il mieloma multiplo e per il diabete mellito, nelle femmine per il tumore polmonare, in entrambi i generi per il complesso delle malattie urinarie, in particolare per l'insufficienza renale cronica.

Con stime incerte, si mettono in evidenza un eccesso nelle femmine per tutti i tumori maligni, nei maschi per il tumore polmonare, in entrambi i generi per il melanoma cutaneo e dei linfomi non Hodgkin.

Va sottolineato che in questo sito la qualità della certificazione di morte è risultata bassa, come riportato nella sezione Risultati del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴ Pertanto, i dati vanno considerati con una certa cautela.

■ **Ospedalizzazione.** I ricoveri (tabella 6) mostrano eccessi per tutti i tumori maligni in entrambi i generi, per il tumore della mammella maschile, per i tumori polmonare e vescicale nelle femmine, in entrambi i

generi per le leucemie linfoidi e mieloidi, sebbene con stime incerte nelle femmine. Malattie dell'apparato urinario e insufficienza renale cronica sono in eccesso in entrambi i generi.

Eccessi con stime incerte sono, inoltre, presenti per i tumori maligni del connettivo nelle femmine, il mieloma multiplo e il diabete mellito nei maschi, per i linfomi non Hodgkin nelle femmine.

■ **Commenti.** Gli eccessi osservati sia per la mortalità sia per i ricoveri supportano l'ipotesi di un contributo dell'esposizione agli inquinanti ambientali. In alcuni casi, più inquinanti sono associabili a una patologia. In particolare, diossine, PCB, metalli pesanti e benzene sono i contaminanti rilevanti per il sito in termini di effetti sulla salute. Per una trattazione più ampia del profilo di salute dei residenti in questo sito, si rimanda ai «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴

Piombino

Il sito di interesse nazionale di Piombino è stato ripreparato con D.M. Ambiente del 07.04.2006 (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2006/06/27/06A05925/sg>) e include al suo interno l'impianto siderurgico della Lucchini, le centrali termoelettriche (CTE) alimentate a gas di altoforno, gas di cokeria, metano e in parte a olio combustibile (Ise, Elettra).

L'area industriale si estende per un totale di circa 931 ettari e include anche un'area marina antistante il sito che si spinge al largo per circa 3 km.

La CTE a olio combustibile di Enel-Torre del Sale è stata dismessa nel 2015. L'attività siderurgica integrale è stata dismessa nell'aprile 2014, mentre restano ancora in produzione gli impianti di laminazione.

Gli inquinanti di interesse sono riportati in tabella 1.

■ **Mortalità.** In questo sito (tabella 7) si rilevano eccessi nei maschi per il tumore polmonare e nelle femmine per la vescica.

Stime incerte mostrano in entrambi i generi un eccesso per tutti i tumori maligni e per il tumore epatico, le malattie dell'apparato urinario e le insufficienze renali.

Nei maschi, sono in eccesso il melanoma cutaneo e il tumore della vescica. Nelle femmine, è presente un eccesso per il tumore del rene e sono in eccesso le leucemie linfoidi e mieloidi.

Va sottolineato che, in questo sito, la qualità della certificazione di morte è risultata bassa, come riportato nella sezione «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴ Pertanto, i dati vanno considerati con una certa cautela.

■ **Ospedalizzazione.** I ricoveri (tabella 8) mostrano eccessi in entrambi i generi per tutti i tumori maligni e per il tumore della vescica. Il tumore epatico è in eccesso nelle femmine. Le leucemie mieloidi sono in eccesso nella popolazione femminile.

Stime incerte mostrano un eccesso maschile per il tumore dello stomaco e del fegato; nelle femmine, sono presenti eccessi per il tumore polmonare e i tumori maligni del connettivo. Il melanoma della cute è in eccesso in entrambi i generi, così come i linfomi non Hodgkin e le leucemie linfoidi.

■ **Commenti.** Gli eccessi osservati sia per la mortalità sia per i ricoveri supportano l'ipotesi di un contributo dell'esposizione agli inquinanti ambientali. In alcuni casi, più inquinanti sono associabili a una patologia. In particolare, diossine, metalli pesanti e, in aggiunta per i ricoveri, benzene e PCB sono i contaminanti rilevanti per il sito in termini di effetti sulla salute. Per una trattazione più ampia del profilo di salute dei residenti in questo sito, si rimanda ai «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴

Livorno

Con D.M. n. 147 del 22.05.2013 (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2014/07/16/14A05477/sg>), il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare ha ripreparato, riducendolo in ampiezza, il sito di Livorno, che comprende la Raffineria ENI e aree correlate sempre di competenza ENI, la CTE Enel di "Marzocco" dismessa nel 2015, i Depositi costieri e attività artigianali-industriali e le aree di competenza dell'Autorità portuale.

Gli inquinanti di interesse sono riportati in tabella 1.

■ **Mortalità.** In questo sito (tabella 9) si rilevano eccessi in entrambi i generi per tutti i tumori maligni e per il tumore epatico. Nei maschi, sono presenti eccessi per il tumore polmonare, della vescica e per l'insufficienza renale cronica. Nella sola popolazione femminile, sono in eccesso il tumore della mammella, il mieloma multiplo e il diabete mellito.

Basati su stime incerte, si osservano in entrambi i generi un eccesso per le leucemie mieloidi, nei maschi per il melanoma cutaneo, dei linfomi non Hodgkin e del diabete mellito; nelle femmine, dell'insufficienza renale cronica.

Va sottolineato che in questo sito la qualità della certificazione di morte è risultata bassa, come riportato nella sezione «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴ Pertanto, i dati vanno considerati con una certa cautela.

■ **Ospedalizzazione.** I ricoveri (tabella 10) mostrano eccessi in entrambi i generi per il melanoma cutaneo e per i linfomi non Hodgkin. Nella popolazione maschile, è in eccesso la leucemia linfoide.

Stime incerte mostrano, in entrambi i generi, un eccesso per il tumore epatico; nei maschi, per tutti i tumori maligni, per il tumore polmonare, vescicale e le leucemie mieloidi. Nella popolazione femminile, stime incerte rilevano eccessi per il tumore della mammella, del

rene, per il mieloma multiplo, la leucemia linfoide.

■ **Commenti.** Gli eccessi osservati sia per la mortalità sia per i ricoveri supportano l'ipotesi di un contributo dell'esposizione agli inquinanti ambientali. In alcuni casi, più inquinanti sono associabili a una patologia. In particolare, diossine, metalli pesanti e benzene, a cui si aggiungono i PCB per i ricoveri, sono i contaminanti rilevanti per il sito in termini di effetti sulla salute. Per una trattazione più ampia del profilo di salute dei residenti in questo sito, si rimanda ai «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴

Falconara

Il sito è stato perimetrato con un Decreto del 26.02.2003 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2003/05/27/03G06104/sg>). È costituito da un'area marino-costiera di circa 1.200 ettari e un territorio di circa 108 ettari. Il sito include i seguenti impianti: Api Raffineria di Ancona S.p.A.; stabilimento ex Montedison; aree interne Aerdorica S.p.A.; ex Liquigas – località Castellaraccia; ex industria chimica-bitumi; area di via Monti e Tognetti; area RFI antistante Sito ex Montedison campo sportivo parrocchia di S. Maria della Neve e S. Rocco; ex officina meccanica Gattini; ex Vibrocementi; ex discarica R.S.U.

Gli inquinanti di interesse sono riportati in tabella 1.

■ **Mortalità.** In questo sito (tabella 11), si rileva un eccesso nella popolazione femminile per tutti i tumori maligni. Stime incerte mostrano un eccesso in entrambi i generi per il tumore polmonare; nella popolazione maschile, per il melanoma cutaneo, i linfomi non Hodgkin e l'ipertensione arteriosa; in quella femminile, per il tumore della mammella, del rene e per il mieloma multiplo.

■ **Ospedalizzazione.** In entrambi i generi (tabella 12), si osserva un eccesso per tutti i tumori maligni. Nella popolazione maschile, sono presenti eccessi per i tumori prostatico e vescicale, per il diabete, per le malattie dell'apparato urinario e l'insufficienza renale cronica.

Sono in eccesso, nelle femmine, i tumori del tessuto connettivo e della mammella.

Stime incerte rilevano eccessi in entrambi i generi per il tumore polmonare e il melanoma cutaneo; nella popolazione maschile, per tumori del tessuto connettivo, del rene e i linfomi di Hodgkin; nella popolazione femminile, per tumori dello stomaco, leucemie linfoidi e insufficienza renale cronica.

■ **Commenti.** Gli eccessi osservati sia per la mortalità sia per i ricoveri supportano l'ipotesi di un contributo dell'esposizione agli inquinanti ambientali. In alcuni casi, più inquinanti sono associabili a una patologia. In particolare, diossine, IPA, metalli pesanti e, per i ricoveri, benzene e tricloroetilene sono i contaminanti rilevanti per il

sito in termini di effetti sulla salute. Per una trattazione più ampia del profilo di salute dei residenti in questo sito, si rimanda ai «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴

Area industriale di Milazzo

Il sito è stato perimetrato con un Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio dell'11.08.2006 (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2006/11/03/06A09741/sg>). Il sito ha un'estensione pari a 550 ettari di aree a terra, mentre l'area a mare copre una superficie di circa 1000 ettari. Al suo interno, trovano collocazione la raffinazione di petrolio (Raffineria di Milazzo S.C.p.A.); produzione di elettricità (Centrale elettrica Edipower ex Enel, Centrale elettrica Termica Milazzo ex Sondel); siderurgia (Dufenco Travi e Profilati S.p.A.); produzione di apparecchiature elettriche (ETS); stoccaggio di elettrodomestici (stabilimento Messinambiente S.p.A.), lavorazione di amianto, completamente dismessa (ex Sacelit ora Punto Industria), oltre a diversi depositi di prodotti petroliferi e discariche di rifiuti industriali e al consorzio piccole e medie imprese ceramica, mobili, agroalimentare; cantieristica navale; impianto per il recupero del piombo da batterie esauste.

Gli inquinanti di interesse sono riportati in tabella 1.

■ **Mortalità.** Si segnala un eccesso del tumore della vescica nella popolazione maschile (tabella 13).

La medesima tabella riporta altri eccessi, tutti basati su stime incerte. In entrambi i generi, sono in eccesso le leucemie mieloidi; nella popolazione maschile, si osservano per il tumore prostatico, per i linfomi non Hodgkin e le malattie dell'apparato urinario; nelle femmine, per il tumore della vescica.

■ **Ospedalizzazione.** La tabella 14 mostra, nella popolazione maschile, eccessi per il tumore della prostata, per le malattie dell'apparato urinario e per l'insufficienza renale cronica.

Si osservano altri eccessi, basati su stime incerte: in entrambi i generi, per i tumori maligni del tessuto connettivo; nella popolazione maschile, per il melanoma della cute, i linfomi non Hodgkin e le leucemie linfoidi; nella popolazione femminile, per il tumore della mammella, della vescica, per il mieloma multiplo e le insufficienze renali croniche.

■ **Commenti.** Gli eccessi osservati sia per la mortalità sia per i ricoveri supportano l'ipotesi di un contributo dell'esposizione agli inquinanti ambientali. In alcuni casi, più inquinanti sono associabili a una patologia. In particolare, metalli pesanti, benzene e tricloroetilene, a cui si aggiungono i PCB per i ricoveri, sono i contaminanti rilevanti per il sito in termini di effetti sulla salute. Per una trattazione più ampia del profilo di salute dei residenti in questo sito, si rimanda ai «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴

Trieste

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|--------------------------------------|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 1.924 | 97 (94-101) | 1.847 | 103 (99-107) |
| As, Ni, diossine | Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 434 | 102 (94-110) | 290 | 125 (113-138) |
| Diossine | Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 14 | 143 (92-221) | 9 | 96 (56-165) |
| Policlorobifenili | Melanoma cutaneo | 35 | 119 (91-158) | 28 | 112 (82-153) |
| As, tricloroetilene | Tumore maligno della vescica | 67 | 99 (81-121) | 31 | 106 (79-142) |
| Benzene, Diossine, Policlorobifenili | Linfomi non Hodgkin | 57 | 105 (85-131) | 52 | 114 (91-144) |
| Benzene | Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi | 49 | 136 (107-171) | 37 | 80 (61-105) |
| As | Diabete mellito | 183 | 123 (109-138) | 178 | 107 (95-121) |
| Pb | Malattia ipertensiva | 247 | 106 (95-117) | 503 | 108 (100-116) |
| Pb | Malattie dell'apparato urinario | 94 | 120 (102-143) | 119 | 119 (102-138) |
| Pb | Insufficienza renale cronica | 45 | 197 (154-251) | 39 | 131 (101-170) |

Tabella 5. Trieste. Mortalità (2013-2017): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 5. Trieste. Mortality (2013-2017): number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|--------------------------------------|---|--------|---------------|---------|---------------|
| | | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 4.731 | 106 (104-109) | 4.790 | 107 (105-110) |
| As, Ni, diossine | Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 481 | 99 (92-107) | 318 | 128 (117-140) |
| Diossine | Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 35 | 95 (72-125) | 33 | 119 (90-158) |
| Policlorobifenili | Tumore maligno della mammella | 19 | 182 (125-264) | 1.351 | 97 (93-102) |
| As, tricloroetilene | Tumore maligno della vescica | 599 | 94 (88-101) | 206 | 116 (104-131) |
| Benzene, diossine; policlorobifenili | Linfomi non Hodgkin | 156 | 97 (85-111) | 156 | 108 (94-123) |
| Benzene | Mieloma multiplo | 68 | 119 (97-145) | 58 | 97 (78-120) |
| Benzene | Leucemia linfoide (acuta e cronica) | 50 | 137 (108-172) | 35 | 132 (100-175) |
| Benzene | Leucemia mieloide (acuta e cronica) | 73 | 149 (123-180) | 47 | 111 (87-141) |
| As | Diabete mellito | 349 | 107 (98-117) | 237 | 90 (80-100) |
| Pb | Malattie dell'apparato urinario | 2.617 | 122 (118-126) | 1.895 | 119 (114-123) |
| Pb | Insufficienza renale cronica | 424 | 178 (165-193) | 216 | 141 (126-158) |

Tabella 6. Trieste. Ospedalizzazione (2014-2018): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 6. Trieste. Hospitalization (2014-2018): number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

Piombino

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|---------------------------------|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 350 | 103 (94-112) | 290 | 109 (99-120) |
| As | Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 21 | 115 (81-164) | 15 | 146 (96-223) |
| As, Cd, CrVI, Ni, IPA, diossine | Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 104 | 120 (102-141) | 35 | 97 (73-128) |
| Policlorobifenili | Melanoma cutaneo | 7 | 144 (78-266) | <3 | |
| As, | Tumore maligno della vescica | 25 | 138 (99-191) | 14 | 280 (181-433) |
| As, Cd | Tumore maligno del rene, eccetto le pelvi | 7 | 72 (39-133) | 8 | 150 (85-266) |
| Benzene | Leucemia linfoide (acuta e cronica) | 3 | 75 (30-188) | 4 | 120 (54-267) |
| Benzene | Leucemia mieloide (acuta e cronica) | 3 | 49 (20-123) | 5 | 104 (51-213) |
| Cd, Hg, Pb | Malattie dell'apparato urinario | 21 | 104 (72-148) | 27 | 122 (89-167) |
| Cd, Hg, Pb | Insufficienza renale cronica | 8 | 104 (59-185) | 8 | 117 (66-208) |

Tabella 7. Piombino. Mortalità (2013-2017): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 7. Piombino. Mortality (2013-2017): number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|--------------------------------------|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 773 | 111 (104-117) | 697 | 107 (101-114) |
| Pb | Tumore maligno dello stomaco | 34 | 114 (86-152) | 15 | 79 (52-121) |
| As | Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 32 | 119 (89-159) | 26 | 200 (145-276) |
| As, Cd, CrVI, Ni, IPA, diossine | Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 101 | 118 (100-139) | 48 | 113 (89-143) |
| Diossine | Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 5 | 83 (40-171) | 7 | 146 (79-269) |
| Policlorobifenili | Melanoma maligno della cute | 12 | 112 (70-179) | 10 | 114 (68-190) |
| As, | Tumore maligno della vescica | 144 | 117 (102-134) | 45 | 141 (110-180) |
| As, Cd | Tumore maligno del rene, eccetto le pelvi | 36 | 106 (81-140) | 20 | 108 (75-155) |
| Benzene, diossine, policlorobifenili | Linfomi non Hodgkin | 26 | 119 (86-164) | 21 | 121 (84-172) |
| Benzene | Leucemia linfoide (acuta e cronica) | 8 | 145 (82-258) | 6 | 138 (71-267) |
| Benzene | Leucemia mieloide (acuta e cronica) | 10 | 106 (63-177) | 13 | 166 (105-260) |
| Pb | Insufficienza renale cronica | 424 | 178 (165-193) | 216 | 141 (126-158) |

Tabella 8. Piombino. Ospedalizzazione (2014-2018): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 8. Piombino. Hospitalization (2014-2018): number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

Livorno

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|---|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 1630 | 108 (104-113) | 1295 | 106 (101-111) |
| As | Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 102 | 125 (106-147) | 61 | 132 (107-163) |
| As, Cd, Ni, IPA, diossine | Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 424 | 110 (102-120) | 174 | 105 (92-119) |
| Policlorobifenili | Melanoma cutaneo | 28 | 128 (94-174) | 11 | 75 (46-123) |
| Policlorobifenili | Tumore maligno della mammella | <3 | | 220 | 123 (110-138) |
| As, Cd | Tumore maligno della prostata | 125 | 106 (91-123) | | |
| As, | Tumore maligno della vescica | 100 | 127 (108-150) | 22 | 97 (69-138) |
| As, Cd | Tumore maligno del rene, eccetto le pelvi | 38 | 88 (68-115) | 25 | 103 (74-143) |
| Benzene, diossine, policlorobifenili | Linfomi non Hodgkin | 46 | 113 (88-143) | 34 | 90 (68-120) |
| Benzene | Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi | 24 | 78 (56-109) | 43 | 150 (117-192) |
| Benzene | Leucemia mieloide (acuta e cronica) | 31 | 115 (86-154) | 26 | 118 (86-163) |
| As | Diabete mellito | 149 | 111 (97-127) | 201 | 117 (104-131) |
| Cd, Hg, Pb | Malattie dell'apparato urinario | 93 | 107 (90-127) | 103 | 102 (87-120) |
| Cd, Hg, Pb | Insufficienza renale cronica | 43 | 131 (102-168) | 34 | 110 (83-145) |

Tabella 9. Livorno. Mortalità (2013-2017): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 9. Livorno. Mortality (2013-2017): number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|---|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 3257 | 102 (99-105) | 3065 | 99 (96-102) |
| As | Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 135 | 109 (94-125) | 61 | 103 (83-127) |
| As, Cd, Ni, IPA, diossine | Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 407 | 105 (97-114) | 200 | 100 (89-113) |
| Policlorobifenili | Melanoma maligno della cute | 102 | 201 (171-237) | 92 | 213 (180-253) |
| Policlorobifenili | Tumore maligno della mammella | 7 | 74 (40-136) | 958 | 103 (98-109) |
| As, | Tumore maligno della vescica | 593 | 107 (100-114) | 136 | 92 (80-106) |
| As, Cd | Tumore maligno del rene, eccetto le pelvi | 154 | 97 (85-111) | 92 | 105 (89-125) |
| Benzene, diossine, policlorobifenili | Linfomi non Hodgkin | 142 | 137 (120-158) | 116 | 140 (120-163) |
| Benzene | Mieloma multiplo | 35 | 87 (66-115) | 35 | 106 (80-140) |
| Benzene | Leucemia linfoide (acuta e cronica) | 42 | 162 (126-209) | 24 | 116 (83-163) |
| Benzene | Leucemia mieloide (acuta e cronica) | 53 | 122 (97-152) | 36 | 98 (74-128) |

Tabella 10. Livorno. Ospedalizzazione (2014-2018): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 10. Livorno. Hospitalization (2014-2018): number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

Falconara

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|--|---|--------|--------------|---------|---------------|
| | | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 226 | 96 (86-107) | 210 | 117 (104-131) |
| As, Cd, IPA, diossine | Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone | 60 | 112 (90-138) | 23 | 110 (78-155) |
| Policlorobifenili | Melanoma cutaneo | 4 | 131 (59-291) | <3 | |
| Policlorobifenili | Tumore maligno della mammella | <3 | | 29 | 106 (78-144) |
| As, Cd, tetracloroetilene | Tumore maligno del rene, eccetto le pelvi | 5 | 75 (36-154) | 5 | 154 (75-317) |
| Benzene, policlorobifenili, diossine, tetracloroetilene | Linfomi non Hodgkin | 9 | 129 (75-222) | 4 | 70 (32-156) |
| Benzene | Mieloma multiplo | 3 | 66 (26-165) | 5 | 104 (51-214) |
| Pb | Malattia ipertensiva | 25 | 107 (77-148) | 37 | 83 (64-109) |

Tabella 11. Falconara. Mortalità (2013-2017): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 11. Falconara. Mortality (2013-2017): number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|--|--|--------|---------------|---------|---------------|
| | | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Diossine | Tutti i tumori maligni | 656 | 115 (108-123) | 594 | 116 (109-125) |
| Pb, tetracloroetilene | Tumori maligni dello stomaco | 21 | 80 (56-115) | 24 | 134 (96-187) |
| As, tricloroetilene | Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | 12 | 87 (54-139) | 6 | 103 (53-199) |
| As, Cd, diossine, IPA | Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni | 64 | 106 (87-131) | 35 | 128 (97-169) |
| Diossine | Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 11 | 140 (86-229) | 12 | 213 (133-341) |
| Policlorobifenili | Melanoma maligno della cute | 15 | 122 (80-186) | 14 | 142 (92-219) |
| Policlorobifenili | Tumori maligni della mammella | <3 | | 183 | 125 (111-142) |
| As, Cd | Tumori maligni della prostata | 97 | 131 (111-154) | | |
| As | Tumori maligni della vescica | 99 | 119 (101-141) | 19 | 95 (65-138) |
| As, Cd, tricloroetilene | Tumori maligni del rene, eccetto la pelvi | 31 | 133 (99-179) | 8 | 66 (37-117) |
| Benzene, diossine, policlorobifenili, tricloroetilene | Linfomi non Hodgkin | 26 | 104 (75-143) | 20 | 102 (71-147) |
| Benzene | Leucemia linfoide (acuta e cronica) | 6 | 98 (51-190) | 5 | 117 (57-241) |
| As | Diabete | 59 | 129 (104-159) | 37 | 102 (78-133) |
| Cd, Pb, tricloroetilene | Malattie dell'apparato urinario | 294 | 111 (101-122) | 168 | 92 (81-105) |
| Cd, Pb | Insufficienza renale cronica | 84 | 167 (139-200) | 35 | 116 (88-153) |

Tabella 12. Falconara. Ospedalizzazione (2014-2018): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 12. Falconara. Hospitalization (2014-2018): number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

Area industriale di Milazzo

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|---|-------------------------------------|--------|---------------|---------|--------------|
| | | OSS | SMR (IC90%) | OSS | SMR (IC90%) |
| As | Tumore maligno della prostata | 40 | 123 (95-160) | | |
| As, tetracloroetilene | Tumore maligno della vescica | 27 | 139 (101-190) | 5 | 118 (57-242) |
| Benzene, diossine, policlorobifenili, tetracloroetilene | Linfomi non Hodgkin | 10 | 118 (71-198) | 5 | 87 (43-179) |
| Benzene | Leucemia mieloide (acuta e cronica) | 9 | 161 (94-276) | 6 | 135 (70-262) |
| Hg, Pb, tricloroetilene | Malattie dell'apparato urinario | 30 | 124 (92-167) | 28 | 102 (75-140) |

Tabella 13. Area industriale di Milazzo. Mortalità (2013-2017): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità (SMR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 13. Area industriale di Milazzo. Mortality (2013-2017): number of observed cases (OSS), standardized mortality ratio (SMR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

| Inquinante | Causa | Maschi | | Femmine | |
|---|--|--------|---------------|---------|--------------|
| | | OSS | SHR (IC90%) | OSS | SHR (IC90%) |
| Diossine | Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli | 7 | 105 (57-194) | 5 | 108 (53-223) |
| Policlorobifenili | Melanoma maligno della cute | 11 | 135 (82-220) | 6 | 86 (45-167) |
| Policlorobifenili | Tumore maligno della mammella | <3 | | 184 | 103 (91-116) |
| As | Tumore maligno della prostata | 102 | 127 (108-149) | | |
| As, tetracloroetilene | Tumore maligno della vescica | 106 | 86 (73-101) | 27 | 112 (81-153) |
| As, tetracloroetilene | Tumore maligno del rene, eccetto le pelvi | 21 | 102 (71-145) | 5 | 49 (24-101) |
| Benzene, diossine, policlorobifenili, tetracloroetilene | Linfomi non Hodgkin | 37 | 119 (91-156) | 20 | 90 (62-130) |
| Benzene | Mieloma multiplo | 12 | 95 (59-152) | 11 | 112 (69-183) |
| Benzene | Leucemia linfoide (acuta e cronica) | 10 | 113 (68-190) | <3 | |
| Hg, Pb, tricloroetilene | Malattie dell'apparato urinario | 486 | 109 (101-117) | 277 | 97 (88-107) |
| Hg, Pb, tricloroetilene | Insufficienza renale cronica | 150 | 149 (130-170) | 81 | 103 (86-124) |

Tabella 14. Area industriale di Milazzo. Ospedalizzazione (2014-2018): numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%), per genere. Riferimento regionale.

Table 14. Area industriale di Milazzo. Hospitalization (2014-2018): number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals, by gender. Regional reference.

Discussione

Il Progetto SENTIERI è uno studio ecologico che ha come oggetto lo studio di popolazioni, non di individui, e basa la sua metodologia sull'utilizzo delle evidenze scientifiche del nesso tra esposizioni ambientali derivanti dalla residenza nei pressi degli impianti produttivi presenti e le patologie di interesse, registrate nei flussi amministrativi correnti.

L'assenza di informazioni su esposizioni a inquinanti specifici la cui presenza è rilevata dalla caratterizzazione ambientale ha indotto il gruppo di lavoro SENTIERI a sviluppare un approccio integrativo sugli effetti degli inquinanti selezionati, secondo i criteri sopra descritti, sulla salute dei residenti nei siti, ampliando le patologie di interesse specifiche per ogni sito, sulla base dell'evidenza scientifica disponibile.

L'utilizzo delle evidenze scientifiche più aggiornate non deve, però, far dimenticare che nell'interpretazione dei risultati si deve tener conto di alcuni importanti aspetti, per esempio, l'eziologia multifattoriale delle patologie studiate,⁵⁹ che non consente, ove si osservino eccessi, di affermare la loro totale attribuzione a una o più esposizioni ambientali né di quantificarne una parziale attribuzione. L'esposizione ambientale presenta un'ampia variabilità, dovuta alla distribuzione dei residenti nel territorio, quindi alla sua localizzazione rispetto alle fonti di esposizione ambientale. Nel caso degli inquinanti emessi in aria, entrano in gioco specifiche condizioni meteorologiche e orografiche del sito, che rendono peculiari le caratteristiche di ogni contesto territoriale.

La molteplicità delle sostanze presenti nei siti contaminati introduce il tema complesso dell'esposizione multipla, con effetti sanitari ancora non completamente noti. A questo tema, molti studiosi stanno tentando di dare una risposta adottando modelli di studio multidisciplinari.⁶⁰

In alcuni casi, esistono fattori di rischio individuali che SENTIERI non può identificare, quali la familiarità, l'abitudine al fumo, il consumo di alcolici, la dieta, l'obesità, oltre alla concomitante presenza di una o più patologie considerate fattori di rischio per la patologia in esame (per esempio, diabete e ipertensione sono tra i principali fattori di rischio per l'insufficienza renale cronica).⁵⁹

Con questa consapevolezza, è di interesse osservare

anche la coerenza tra eccessi documentati e presenza di determinati inquinanti relativamente a ciascun sito. Nei siti studiati in questo lavoro, se si prendono in esame mortalità e ricoveri, gli eccessi più ricorrenti si osservano per tutti i tumori maligni, per l'insufficienza renale cronica, per i linfomi non Hodgkin, per il melanoma cutaneo, per i tumori del polmone e della vescica, per le leucemie e le malattie dell'apparato urinario. Le esposizioni ad arsenico, benzene, cadmio, cromo^{VI}, PCDD/F, IPA, nichel, PCB, piombo, tetracloroetilene e tricloroetilene sono potenzialmente associabile a queste patologie (tabella 4).

Gli eccessi presenti in entrambi i generi sono indizio di possibile esposizione ambientale.

Non si osservano *pattern* comuni tra gli eccessi nei siti di Trieste e Piombino (impianti siderurgici) né tra Livorno, Falconara e Area industriale di Milazzo (petrolchimici e/o raffinerie), sito, quest'ultimo, che presenta il minor numero di eccessi.

I siti hanno caratteristiche diverse tra loro (per esempio, numerosità dei residenti pari a 214.547 a Trieste, 25.780 a Falconara), gli impianti hanno storie di attività non sovrapponibili. La finestra temporale presa in esame è di soli cinque anni. In alcuni casi (Trieste, Piombino e Livorno), la qualità della certificazione della mortalità è risultata bassa, come indicato nelle rispettive schede nella sezione «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.⁴ Questi fattori possono aver influito sulla numerosità dei casi osservati, almeno per le patologie a minor incidenza, nei siti meno popolati.

In diversi casi non si osservano eccessi in entrambi i generi per una medesima causa di malattia o di morte: si possono ipotizzare stili di vita diversi (per esempio, abitudine al fumo e tumore polmonare), esposizioni occupazionali prevalentemente maschili, una suscettibilità di genere a una specifica patologia.⁵⁹

Gli Autori ritengono che i risultati ottenuti siano di interesse, confortino la bontà dell'approccio utilizzato, che, oltre a integrare quanto già osservato nel profilo di salute dei residenti nei siti contaminati, può essere da stimolo per studi epidemiologici per saggiare ipotesi eziologiche di interesse, com'è nella natura degli studi ecologici.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Bibliografia

- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl.1:180-88.
- Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:1-286.
- Zona A, Marcello I, Carere M et al. Inquinanti indice e organi bersaglio in Pira-stu R, Comba P, Conti S et al (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl. 1:144-52.
- Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al. Risultati. In: Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al. (eds). SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:41-286.
- U.S. EPA. IRIS Toxicological Review of Inorganic Arsenic (Cancer) (External Review Draft, 2010). EPA/635/R-10/001. Washington (DC), U.S. Environmental Protection Agency, 2010.
- International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 100C. A Review of Human Carcinogens: Arsenic, Metals Fibers and Dusts. Lyon, IARC, 2012. Disponibile all'indirizzo: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/index.php>
- Otlés S, Çağindi O. Health importance of arsenic in drinking water and food. *Environ Geochem Health* 2010;32(4):367-71.
- Scientific Committee on Health and Environmental Risks. Scientific opinion on request for derogations on the Drinking Water Directive (Directive 98/83/EC). SCHER, Bruxelles, 2010. Disponibile all'indirizzo: https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_120.pdf
- Heck JE, Andrew AS, Onega T et al. Lung Cancer in a U.S. Population with Low to Moderate Arsenic Exposure. *Environ Health Perspect* 2009;117(11):1718-23.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Arsenic (Update). Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2007. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal* 2009;7(10):1351. Disponibile all'indirizzo: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1351>
- World Health Organization. Exposure to arsenic: A major public health concern. Geneva, WHO, 2019. Disponibile all'indirizzo: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CED-PHE-EPE-19.4.1>
- National Toxicology Program. Report on Carcinogens, Fifteenth Edition. Research Triangle Park (NC), U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2021. Disponibile all'indirizzo: <https://ntp.niehs.nih.gov/go/roc15>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2012. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>
- European Food Safety Authority. Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA Journal* 2012;10(1):2551. Disponibile all'indirizzo: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2551>
- Parlamento Europeo e Consiglio. Regolamento CE 1272/2008 del 16.12.2008, relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea* L 353, 31.12.2008 e s.m.i.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Chromium. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2012. Disponibile all'indirizzo: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.pdf>
- Beaumont JJ, Sedman RM, Reynolds SD et al. Cancer mortality in a Chinese population exposed to hexavalent chromium in drinking water. *Epidemiology* 2008;19(1):12-23.
- United States Environmental Protection Agency. Integrated Risk Information System (IRIS) on Chromium (VI) (CASR N 18540-29-9). Cincinnati (OH), US EPA, 1998. Disponibile all'indirizzo: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicallanding.cfm?substance_nmbr=144
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Mercury. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2022. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp46.pdf>
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 2012. Disponibile all'indirizzo: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2985>
- World Health Organization. Exposure to mercury: A major public health concern. Geneva, WHO, 2007. Disponibile all'indirizzo: https://www.who.int/docs/default-source/chemical-safety/mercury/mercury-2007.pdf?sfvrsn=39552921_2
- International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 58. Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass Manufacturing Industry. Lyon, IARC, 1993. Disponibile all'indirizzo: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499756/pdf/Bookshelf_NBK499756.pdf
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Nickel. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2005. Disponibile all'indirizzo: <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp15.pdf>
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on Lead in Food. *EFSA Journal* 2010;8(4):1570. Disponibile all'indirizzo: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Lead. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>
- World Health Organization. Exposure to lead: A major public health concern. Geneva, WHO, 2019.
- International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Volume 77. Inorganic and organic lead compounds. Lyon, IARC, 2006. Disponibile all'indirizzo: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono87.pdf>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Copper. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2004. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp132.pdf>
- EFSA (European Food Safety Authority), Arena M, Auteri D et al. Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance copper compounds copper(I), copper(II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper(I) oxide, Bordeaux mixture. *EFSA Journal* 2018;16(1):e05152. Disponibile all'indirizzo: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/efsa.2018.16.1>
- Commissione Europea. Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Copper and its inorganic compounds. SCOEEL/SUM/171, Marzo 2014.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Vanadium. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2012. Disponibile all'indirizzo: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp58.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency. IRIS Toxicological Review of Vanadium Pentoxide (External Review Draft, 2012). EPA/635/R-11/004A. Washington (DC), U.S. EPA, 2011.
- World Health Organization. Air quality guidelines for Europe. 2nd edition. European Series, No. 93. Copenhagen, WHO Regional Publications, 2000. Disponibile all'indirizzo: http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0016/123082/AQG2ndEd_6_12vanadium.PDF
- International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 86. Cobalt in hard metals and cobalt sulfate gallium arsenide, indium phosphide and vanadium pentoxide. Lyon, IARC, 2006.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Zinc. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2005. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp60.pdf>
- International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Volume 100F. A Review of Human Carcinogens: Chemical Agents and Related Occupations. Lyon, IARC, 2012. Disponibile all'indirizzo: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK304416/>
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Addendum for Polychlorinated Biphenyls. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2011. Disponibile all'indirizzo: https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/pCBS_addendum.pdf

39. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Volume 77. Some industrial chemicals. Lyon, IARC, 2000. Disponibile all'indirizzo: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono77.pdf>
40. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 121. Styrene, Styrene-7,8-oxide, and Quinoline. Lyon, IARC, 2019.
41. Institut National de Recherche et Sécurité. Fiche Toxicologique. FT 2. Styrène. Paris, INRS, 2019. Disponibile all'indirizzo: https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_2
42. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Volume 106. Trichloroethylene, Tetrachloroethylene and Some Other Chlorinated Agents. Lyon, IARC, 2019. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp18.pdf>
43. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Tetrachloroethylene (PCE). Case studies in environmental medicine. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2008. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/csem/pce/docs/pce.pdf>
44. Institut National de Recherche et Sécurité. Fiche Toxicologique. FT 29. Tétrachloroéthylène. Paris, INRS, 2012. Disponibile all'indirizzo: <http://www.inrs.fr/accueil/produits/bdd/doc/fichetox.html?refINRS=FT%2029>
45. Grandjean P, Landrigan PJ. Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *Lancet Neurol* 2014;13(3):330-38.
46. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Toluene. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2017. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp56.pdf>
47. United States Environmental Protection Agency. Toxicological Review of Trichloroethylene. EPA/635/R-09/01 1F. Washington (DC), U.S. EPA, 2011.
48. Chiu WA, Jinot J, Scott CS et al. Human Health Effects of Trichloroethylene: Key Findings and Scientific Issues. *Environ Health Perspect* 2013;121(3):303-11.
49. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for Xylene. Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2009. Disponibile all'indirizzo: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp71.pdf>
50. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 71. Re-Evaluation of Some Organic Chemicals, Hydrazine and Hydrogen Peroxide. Lyon, IARC, 1999. Disponibile all'indirizzo: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK498701/>
51. Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M et al. The 2005 World Health Organization reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. *Toxicol Sci* 2006;93(2):223-41.
52. Commissione europea. Regolamento (CE) n. 1881/2006 della Commissione del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. *Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea* n. L 364/5 del 20.12.2006
53. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 69. Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans. Lyon, IARC, 1997. Disponibile all'indirizzo: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono69.pdf>
54. United States Environmental Protection Agency. Learn about Polychlorinated Biphenyls (PCBs). U.S. EPA. Disponibile all'indirizzo: <https://www.epa.gov/pcbs/learn-about-polychlorinated-biphenyls-pcbs>
55. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). Atlanta (GA), US Department of Health and Human Services, Public Health Service, ATSDR, 2000. Disponibile all'indirizzo: <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp17.pdf>
56. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 107. Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyls. Lyon, IARC, 2016. Disponibile all'indirizzo: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol107/index.php>
57. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 92. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures. Lyon, IARC, 2010. Disponibile all'indirizzo: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol92/index.php>
58. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 82. Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphthalene and Styrene. Lyon, IARC, 2002. Disponibile all'indirizzo: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Some-Traditional-Herbal-Medicines-Some-Mycotoxins-Naphthalene-And-Styrene-2002>
59. Loscalzo J, Jameson JL, Fauci A, Kasper D, Hauser S, Longo D (eds). *Harrison's principles of internal medicine* (vol. 1-2). 21th edition. New York, McGraw-Hill Education, 2022.
60. European Food Safety Authority. Chemical mixtures. Disponibile all'indirizzo: <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/chemical-mixtures>

Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI

SENTIERI Project: air pollution and health impact of population living in industrial areas in Italy

Lisa Bauleo,¹ Alessandra Fabri,^{2,3} Marco De Santis,^{2,3} Maria Eleonora Soggiu,² Carla Ancona¹

¹ Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale, Regione Lazio, ASL Roma 1, Roma

² Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

³ WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

Corrispondenza: Lisa Bauleo; l.bauleo@deplazio.it

Riassunto

Obiettivi: valutare l'impatto sulla salute derivante dall'esposizione a PM_{2,5} e PM₁₀ nelle aree industriali italiane incluse nel progetto SENTIERI caratterizzate da impianti industriali con processi di combustione rilevanti con emissioni puntuali.

Disegno: attraverso l'utilizzo dei dati satellitari, è stata stimata l'esposizione media pesata per la popolazione (PWE) a PM_{2,5} e PM₁₀ della popolazione residente nelle aree prese in esame per il 2011 e il 2015. Le funzioni concentrazione-risposta disponibili in letteratura sono state utilizzate per stimare il numero di decessi prematuri attribuibili all'esposizione alle emissioni industriali. Sono stati utilizzati i livelli controfattuali raccomandati dalle nuove linee guida sulla qualità dell'aria (AQGL) dell'Organizzazione mondiale della sanità.

Setting e partecipanti: per la selezione degli impianti, è stata utilizzata la banca dati europea sulle emissioni dello *European Pollutant Release and Transfer Register*. Sono stati considerati i residenti in aree di 1 km x 1 km e di 4 km x 4 km attorno agli impianti industriali in studio al 2011 e al 2015.

Principali misure di outcome: è stato stimato il numero di decessi prematuri per cause non accidentali, per malattie cardiovascolari e respiratorie e per tumore del polmone.

Risultati: il valore della PWE per entrambi gli inquinanti, ovvero 17,3 µg/m³ (Nord: 23,3) per PM_{2,5} e 24,3 µg/m³ (Nord: 30,3) per PM₁₀, tende ad aumentare a mano a mano che si riducono le dimensioni dell'area in studio ed è in generale ovunque più alta nel 2011 rispetto al 2015, con valori sempre maggiori della media (overall) al Nord. A causa dell'esposizione a PM_{2,5}, sono stati stimati 1.709 decessi (IC95% 1.309-1.903) nel 2011 e 1.215 decessi (IC95% 929-1.354) nel 2015, mentre sono attribuibili all'esposizione a PM₁₀ 1.611 decessi (IC95% 1.225-2.353) nel 2011 e 1.383 decessi (IC95% 1.050-2.025) nel 2015. I decessi attribuibili all'esposizione a PM_{2,5} e a PM₁₀ tendono a seguire un gradiente Nord-Centro-Sud e Isole per tutte le cause osservate e per entrambi gli anni di analisi.

Conclusioni: sebbene lo strumento utilizzato per valutare l'esposizione della popolazione (modello *random-forest*) difficilmente permette di cogliere il differenziale quantitativo dovuto al contributo specifico della componente industriale, i risultati dello studio sono suggeriti

Cosa si sapeva già

- L'inquinamento atmosferico rappresenta il principale fattore di rischio ambientale per la salute umana e causa nel mondo circa 5 milioni di decessi all'anno.
- Il particolato atmosferico (PM) è costituito da una miscela di sostanze organiche e inorganiche che ne rendono la composizione chimica variabile a seconda della tipologia delle sorgenti di emissione, naturali e/o antropiche, che lo hanno generato.
- Il progetto SENTIERI contempla la sorveglianza epidemiologica periodica delle popolazioni residenti nei comuni che ricadono nei siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN).

Cosa si aggiunge di nuovo

- La *Population Weighted Exposure* (PWE) a PM_{2,5} e a PM₁₀ aumenta al diminuire della distanza dal SIN.
- La PWE risulta in generale ovunque più alta nel 2011 rispetto al 2015, con valori sempre maggiori della media al Nord Italia.
- I tassi di mortalità specifici per causa attribuibili all'esposizione a PM_{2,5} e a PM₁₀ mostrano, nel periodo in studio, un gradiente decrescente Nord-Centro-Sud e Isole.

stivi di un impatto sulla salute per esposizione a PM nelle aree industriali considerate, con impatto maggiore in prossimità degli impianti. È necessario, dunque, mettere in campo azioni urgenti di riduzione dell'impatto in un'ottica di tutela della salute pubblica.

Parole chiave: inquinamento atmosferico, particolato atmosferico, siti industriali contaminati, VIAS

Abstract

Objectives: to estimate the impact of PM_{2,5} and PM₁₀ in the Italian industrial areas included in the SENTIERI project characterized by industrial plants with combustion processes deriving from point emissions.

Design: using satellite data, the Population Weighted Exposure (PWE) to PM_{2,5} and PM₁₀ for 2011 and 2015 was estimated. The concentration-response functions available were used to estimate the number of premature deaths attributable to exposure to industrial emissions. The counterfactual levels recommended by the new WHO Air Quality Guidelines were used.

Setting and participants: for the selection of industrial plants, the European database on emissions of the European Pollutant Release and Transfer Register was used. Residents in areas of 1 km x 1 km and 4 km x 4 km around the selected industrial plants were considered.

Main outcome measures: the number of premature deaths from non-accidental causes, cardiovascular and respiratory diseases, and lung cancer was estimated.

Results: residents were exposed to PM_{2.5} values of 17.3 µg/m³ (Northern Italy: 23.3) and to 24.3 µg/m³ (Northern Italy: 30.3) of PM₁₀. PWE for both pollutants tends to increase as the size of the area under study is reduced and it is generally higher everywhere in 2011 than in 2015, with values that are always higher than the average (overall) in the Northern Italy. In 2011, 1,709

(IC95% 1,309-1,903) and 1,611 (IC95% 1,225-2,353) non accidental premature deaths were estimated attributable to PM_{2.5} and PM₁₀, respectively, in residents close to the industrial plants (1 km x 1 km). Deaths attributable to exposure to PM_{2.5} and PM₁₀ tend to follow a North-Central-South&Islands gradient for all observed causes and for both years of analysis.

Conclusions: although exposure assessment of the population by using random-forest model does not allow to disentangle the contribution of the industrial component, the results of the study are suggestive of an impact on health from PM exposure in the industrial areas considered, with a greater impact in the vicinity of the plants, recommending the implementation of urgent impact reduction actions.

Keywords: air pollution, particulate matter, contaminated sites, HIA

Introduzione

L'inquinamento atmosferico rappresenta il principale fattore di rischio ambientale per la salute umana. L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) stima, infatti, che l'inquinamento dell'aria *outdoor* causa nel mondo circa 3,7 milioni di decessi all'anno, di cui 800.000 solo in Europa; esso è responsabile di 6,3 milioni di anni di vita persi e del 3% della mortalità cardio-respiratoria. Con inquinamento atmosferico si intende ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica dovuta alla presenza nella stessa di uno o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria e costituire pericolo per la salute dell'uomo (DPR n. 203 del 24.05.1988). I valori di riferimento della qualità dell'aria sono normati dal D.lgs. 155/2010, che recepisce la Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Il termine "inquinamento atmosferico" è usato per indicare la presenza nell'aria di un insieme di inquinanti quali il particolato atmosferico (*particulate matter*, PM), gli inquinanti gassosi come l'ozono, il biossido di azoto (NO₂), i composti organici volatili, il monossido di carbonio (CO) e l'anidride solforosa (SO₂). Il particolato atmosferico è una miscela di particelle solide che contengono materiale carbonaceo, residuo delle combustioni, altre sostanze organiche (come gli idrocarburi policiclici aromatici), metalli e ioni inorganici e sostanze gassose intrappolate nelle particelle come NO₂, SO₂ e CO. La composizione chimica del PM varia, dunque, a seconda della tipologia delle sorgenti di emissione, naturali e/o antropiche, che lo hanno generato. La variazione dei livelli giornalieri di massa totale del PM è fortemente legata a parametri mete-

orologici, come direzione e velocità del vento, temperatura, pressione atmosferica, umidità, precipitazioni; questi parametri influiscono sul trasporto e la diluizione del particolato stesso nell'atmosfera.^{1,2} L'analisi delle condizioni meteorologiche sul lungo periodo consente, dunque, di effettuare una descrizione più accurata delle relazioni tra inquinamento ed esposizione, oltre a supportare le interpretazioni delle sue variazioni nel tempo.

Molti studi hanno messo in evidenza una diretta associazione tra l'esposizione a particolato atmosferico (PM_{2.5} e PM₁₀) e un aumento della mortalità o morbilità sia nel breve sia nel lungo periodo³ e, nel 2013, l'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) ha stabilito che esistono prove sufficienti della cancerogenicità del particolato per il cancro del polmone.⁴ Sia PM_{2.5} sia PM₁₀ sono in grado di penetrare in profondità nei polmoni; nello specifico, il PM₁₀, costituito da materiale particellare inalabile, penetra nell'albero respiratorio, sebbene non riesca a raggiungere i bronchioli. Il PM_{2.5} è, invece, quella frazione di polvere respirabile che può penetrare in profondità nei polmoni entrando anche nel flusso sanguigno, provocando effetti sanitari gravi a carico principalmente dei sistemi cardiovascolare e respiratorio.⁵ In riferimento al solo PM_{2.5} e ai livelli di concentrazione misurate nel 2019 in aria ambiente nei 27 Paesi EU, l'Agenzia ambientale europea stima un impatto in Europa di 307.000 morti premature.⁶

L'OMS ha pubblicato numerosi documenti per descrivere gli effetti sulla salute dell'inquinamento atmosferico e periodicamente, sulla base delle conoscenze scientifiche più aggiornate, pubblica le *Air Quality Guidelines* (AQG) utili per informare amministratori e cittadini sui rischi associati per la salute. Nell'ultima revisione delle AQG, del settembre 2021, i valo-

ri di concentrazione raccomandati per gli inquinanti (PM_{10} , $PM_{2,5}$, NO_2 , O_3 , SO_2) sono stati ridotti in misura considerevole rispetto ai precedenti del 2005 e viene fortemente suggerito a livello mondiale di introdurre politiche atte a ridurre l'inquinamento atmosferico in modo più incisivo, salvando così milioni di vite umane. L'AQG per il $PM_{2,5}$, rispetto al valore del 2005, è stato dimezzato da $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale, mentre il limite raccomandato per PM_{10} , sempre come media annuale, è passato da $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.⁷ Considerato che, a livello globale, questi obiettivi sono di difficile traguardo nel breve periodo, l'OMS raccomanda di mettere in atto un percorso di continua riduzione delle concentrazioni ambientali e suggerisce a tal fine dei valori *interim* da adottare in tempi ragionevolmente brevi per arrivare infine a raggiungere i livelli raccomandati.

La valutazione integrata di impatto ambiente e salute (VIAS) rappresenta uno strumento per valutare i problemi relativi alla salute derivanti dagli impatti sull'ambiente, nonché per quantificare gli impatti sulla salute determinati dalle politiche e da altri interventi che incidono sull'ambiente, in modo da tenere conto delle complessità, delle interdipendenze e delle incertezze del mondo reale. Si tratta di un metodo comparativo, che prevede la valutazione e il confronto di diversi scenari, ed è un approccio che permette di valutare quanto si può guadagnare in termini di risparmio di malattie e morti premature se si individuano scenari finalizzati alla riduzione delle emissioni o di prevenzione primaria. Negli anni recenti, in Italia sono state condotte diverse esperienze e definiti documenti di indirizzo per la valutazione di impatto ambientale e sanitario nelle procedure di autorizzazione ambientale. In Italia, infatti, il recepimento della Direttiva europea (2014/52/CE) sulla valutazione di impatto ambientale (VIA), avendo messo maggior enfasi sulla valutazione degli impatti sulla salute delle popolazioni, ha inserito la VIS all'interno della procedura autorizzativa di VIA per i grandi impianti di combustione, che viene condotta sulla base delle linee guida prodotte dall'Istituto superiore di sanità (ISS).⁸

Inoltre, alcuni progetti, quali il CCM "Tools for HIA (t4HIA)" e "Metodi per la valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario dell'inquinamento atmosferico - Progetto VIAS", le linee guida AssoARPA per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA), il documento sui casi studio dei progetti EpiAmbNet e RIAS, rappresentano esempi di applicazione in diverse situazioni caratterizzate da differenti contesti e fattori di rischio ambientali realizzati in varie regioni.⁹⁻¹⁴

In preparazione dei lavori della COP26, è stata recentemente prodotta una stima aggiornata dell'impatto dell'inquinamento atmosferico in Italia.¹⁵ I risultati del rapporto mostrano che in Italia la concentrazione media di $PM_{2,5}$ è oggi di $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tre volte il valore raccomandato dall'OMS), ma nelle città della Pianura padana la media sale anche sopra a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con picchi fino a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, perché quest'area, oltre ad accogliere la gran parte della popolazione urbana e numerosi complessi industriali, presenta condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, che portano all'accumulo degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera. Le stime della VIAS indicano che, se nelle nostre città fosse rispettata per il $PM_{2,5}$ la soglia di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in Italia avremmo ogni anno 51.000 morti in meno e una diminuzione del 8% sul totale dei decessi.

In Italia, il progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento)¹⁶ sottopone a sorveglianza epidemiologica periodica le popolazioni residenti nei comuni che ricadono nei siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN), descrivendone i profili di salute in relazione alle fonti di esposizione ambientale e alle contaminazioni che caratterizzano queste aree. Attualmente i siti considerati sono 46 e includono 316 comuni, per una popolazione totale che rappresenta circa un decimo di quella nazionale. L'impatto sulla salute viene valutato per le popolazioni residenti all'interno o in prossimità di alcuni importanti siti contaminati, ovvero delle aree geografiche dove sono/erano presenti attività produttive in cui è stata accertata un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee), tale da rappresentare un rischio per l'ambiente e la salute umana. Molti di questi siti ospitano o hanno ospitato in passato: impianti chimici, petrolchimici, siderurgici, manifatturieri, minerari, cave di amianto, siti portuali, cementifici, impianti per smaltimento e/o trattamento di rifiuti e per la produzione di energia elettrica. La presenza di queste aree in prossimità di centri urbani mette in luce la complessità di effettuare accurate stime dell'impatto sulla salute, in relazione alla complessa interazione delle esposizioni ambientali con molti altri determinanti di salute.

Il tema dei siti contaminati costituisce, insieme a quello dei rifiuti, una delle sette priorità identificate nella dichiarazione finale della Sesta conferenza ministeriale su ambiente e salute dei 53 Paesi della Regione europea dell'OMS tenutasi a Ostrava (Repubblica Ceca) il 13-15 giugno 2017. L'importante messaggio pervenuto dalla Conferenza è stato che equità, inclusione sociale e uguaglianza di genere vanno protetti insieme all'ambiente e la salute e, per perseguire questi obietti-

vi, bisogna intensificare gli sforzi per affrontare i principali determinanti ambientali e sanitari, come l'inquinamento atmosferico, i servizi idrici e igienici inadeguati, i prodotti chimici pericolosi, i rifiuti, i siti contaminati e i cambiamenti climatici.¹⁷ Si ritiene, dunque, importante quantificare l'impatto sulla salute derivante dall'esposizione a particolato dei residenti nelle aree incluse nel progetto SENTIERI. Pur nella consapevolezza che lo strumento utilizzato (VIAS) non consente di cogliere lo specifico differenziale quantitativo dovuto alla presenza dell'impianto, l'obiettivo di questo lavoro è di stimare i casi attribuibili all'esposizione a PM_{2,5} e PM₁₀ della popolazione residente negli anni 2011 e 2015 nei SIN inclusi in SENTIERI, caratterizzati da impianti con processi di combustione rilevanti con emissioni puntuali, come centrali termoelettriche (CTE), acciaierie, petrolchimici, eccetera.

Materiali e metodi

Selezione dei siti oggetto di studio

Lo studio è condotto nei SIN inclusi in SENTIERI. Gli impianti industriali considerati possono essere interni o esterni ai perimetri del SIN, ma comunque all'interno di uno dei comuni appartenenti ai siti. Si ricorda che i siti sono perimetrati mediante decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (ora Ministero della transizione ecologica), d'intesa con le regioni interessate. Per alcuni di essi, la perimetrazione interessa sia aree a terra sia aree marine. Per individuare gli impianti oggetto di analisi, è stata inizialmente utilizzata la banca dati europea sulle emissioni dello *European Pollutant Release and Transfer Register* (E-PRTR), che fornisce dati sulle emissioni di più di 30.000 impianti industriali nell'Unione europea (EU). Successivamente, sono state selezionate le attività produttive con processi di combustione rilevanti associabili a sorgenti puntuali di emissione (ciminiera). Da questi, sono stati selezionati i grandi impianti, quali CTE e acciaierie, localizzati nel territorio di un sito studiato da SENTIERI. I siti considerati in questa analisi, corrispondenti ai suddetti criteri, sono 16 e rappresentano, dunque, un sottoinsieme dell'elenco dei 46 siti sottoposti alla sorveglianza di SENTIERI. La tabella 1 riporta i siti esaminati in questo lavoro, con i relativi processi produttivi associati.

Gli impianti selezionati dalla banca dati europea sono stati rappresentati in un *layer* GIS usando le coordinate fornite dalla stessa banca dati mediante l'utilizzo del software QGIS. In alcuni casi, il punto di geolocalizzazione dell'impianto è stato rivalutato, perché non riportato correttamente come ha rilevato un confronto effettuato utilizzando Google Maps. Gli indirizzi degli impianti selezionati, ma non presenti nella banca dati



| Codice | Sito |
|--------|----------------------------------|
| APT | Aree industriali di Porto Torres |
| BRI | Brindisi |
| CDT | Caffaro di Torviscosa |
| FAL | Falconara |
| GEL | Gela |
| LIV | Livorno |
| LMN | Laghi di Mantova e polo chimico |
| MIL | Milazzo |
| PIO | Piombino |
| PIT | Pitelli |
| PRI | Priolo |
| SIG | Sulcis-Iglesiente-Guspinese |
| TAR | Taranto |
| TER | Terni-Papigno |
| TRI | Trieste |
| VEN | Venezia (Porto Marghera) |

Figura 1. Localizzazione geografica degli impianti industriali oggetti della VIAS.

Figure 1. Geographic localization of industrial plants included in the VIAS

europea, sono stati geocodificati e rappresentati in un secondo *layer*. Successivamente, i due *layer* sono stati fusi in un unico *layer* e tutte le coordinate degli impianti sono state sottoposte a una sessione di *editing* manuale, affinché coincidessero con quelle delle ciminiera degli impianti. La figura 1 mostra la localizzazione geografica degli impianti.

Valutazione dell'esposizione

Come tracciante dell'inquinamento, nelle aree industriali selezionate, sono stati considerati sia il PM_{2,5} sia il PM₁₀, per i quali sono disponibili in letteratura le funzioni concentrazione-risposta, considerando come esito la mortalità. Le concentrazioni medie degli inquinanti considerati per gli anni 2011 e il 2015 sono quelle stimate per tutta l'Italia utilizzando un modello di *machine learning*, il *random forest*.¹⁸ Nello specifico, il metodo messo a punto da Stafoggia et al. raccoglie parametri spaziali e spazio-temporali per ogni giorno di ciascun anno e per tutte le 307.635 celle di ampiezza pari a 1 km² che compongono tutto il territorio nazionale. I parametri spaziali includono: aree amministrative, popolazione residente, aree geoclimatiche, variabili di copertura e di uso del territorio, emissioni industriali ed emissioni totali, densità di superfici impervie, altitudine, luminosità notturna, densità stradale, vicinanza ad aeroporti, porti, mare, laghi. Per quanto riguarda i parametri spazio-temporali, invece, sono inclusi: stime modellistiche di PM_{2,5} e PM₁₀ da modelli di dispersione europei messi a disposizione dalla rete Copernicus, spessore ottico dell'aerosol (*Aerosol Optical Depth*, AOD), stime giornaliere di variabili meteorologiche (temperatura dell'aria, *dew-point*, altezza dello strato limite planetario, umidità, pressione barometrica, velocità e direzione del vento, copertura nuvolosa, precipitazioni), indici mensili di vegetazione (*Normalized difference vegetation index*, NDVI, e *Leaf area index*, LAI), giorni di avvezione di eventi sahariani. Usando la serie giornaliera dei livelli di concentrazione di PM_{2,5} e PM₁₀ stimate sulle celle 1 km x 1 km, sono stati calcolati i livelli di esposizione medi annui per il 2011 e 2015 (figura 2) in termini di concentrazione al suolo. I modelli di calibrazione per PM_{2,5} e PM₁₀¹⁸ hanno tutti mostrato in generale buone prestazioni predittive per i due inquinanti tracciati, con R² ~ 0,80 e 0,75, rispettivamente. Inoltre, a partire dalle concentrazioni giornaliere stimate dal modello *random forest*, l'esposizione media annuale di tutta la popolazione italiana è stata calcolata pesando le concentrazioni di PM_{2,5} e PM₁₀ a livello di singola cella per la popolazione residente all'interno della cella stessa (stimata a sua volta assumendo una omogenea distribuzione della popolazione comunale all'interno delle celle), al fine di ottenere una stima della *population-weighted exposure* (PWE).

Popolazione in studio ed esiti sanitari

Sono stati inclusi nello studio i residenti nei comuni dei 16 siti considerati e quelli dei comuni che rientravano in un intorno di 4 km dall'impianto di interesse. Nel complesso, sono stati coinvolti nello studio 76 comuni, di cui 11 posti all'esterno del perimetro indicato dal decreto per il SIN. L'elenco completo dei comuni interessati allo studio è riportato in tabella S1 (vedi materiali supple-

mentari), in cui il codice 4x4 esplicita i comuni che sono all'esterno del perimetro del SIN. Utilizzando la base di dati elaborata dall'Ufficio di statistica dell'ISS, a partire dall'indagine sulle cause di morte e dai dati delle popolazioni comunali fornite dall'Istituto nazionale di statistica (ISTAT), per gli anni 2011 e 2015 sono stati estratti i dati della popolazione totale e dei decessi dei residenti con età maggiore di 30 anni per cause non accidentali, ovvero tutte le cause di morte (con esclusione delle morti violente) per malattie cardiovascolari, respiratorie e per tumore del polmone per le quali esiste sufficiente evidenza di relazione causale con l'inquinamento atmosferico.

Valutazione di impatto

Le funzioni concentrazione-risposta (FCR) recentemente aggiornate nel lavoro di Chen et al. del 2020¹⁹ per entrambi gli inquinanti considerati in questa analisi sono state utilizzate per stimare, per tutti i residenti di 30 anni e più di età, gli effetti sulla salute attribuibili alle esposizioni di lungo termine a PM_{2,5} e PM₁₀ (tabella 2). La FCR, espressa come rischio relativo, correla la risposta, in termini di incremento percentuale di mortalità, alla concentrazione dell'inquinante per incrementi di 10 µg/m³. Le stime sono state realizzate considerando i livelli di concentrazione del PM_{2,5} superiori a 5 µg/m³ e le concentrazioni di PM₁₀ superiori a 15 µg/m³ come raccomandato dall'OMS.

L'impatto del PM_{2,5} e del PM₁₀ sulla salute della popolazione residente è stato valutato in termini di numero di decessi attribuibili all'esposizione (IC95%), applicando la seguente formula:

$$\frac{\left\{ \exp \left[\frac{\ln(RR)}{10} * C \right] - 1 \right\}}{\exp \left[\frac{\ln(RR)}{10} * C \right]} * B_0 * P$$

dove:

$$\frac{\left\{ \exp \left[\frac{\ln(RR)}{10} * C \right] - 1 \right\}}{\exp \left[\frac{\ln(RR)}{10} * C \right]}$$

rappresenta la proporzione di rischio nella popolazione esposta attribuibile all'inquinamento atmosferico corrispondente al livello di concentrazione C, ovvero alla PWE osservata per il PM_{2,5} e PM₁₀, rispettivamente;

■ B₀ è il tasso di mortalità di *background* dell'esito sanitario considerato che è dovuto a una costellazione di fattori di rischio (per esempio, età, predisposizione genetica, abitudini individuali, fattori ambientali) che insistono sulla popolazione in studio;

■ P è la popolazione esposta.

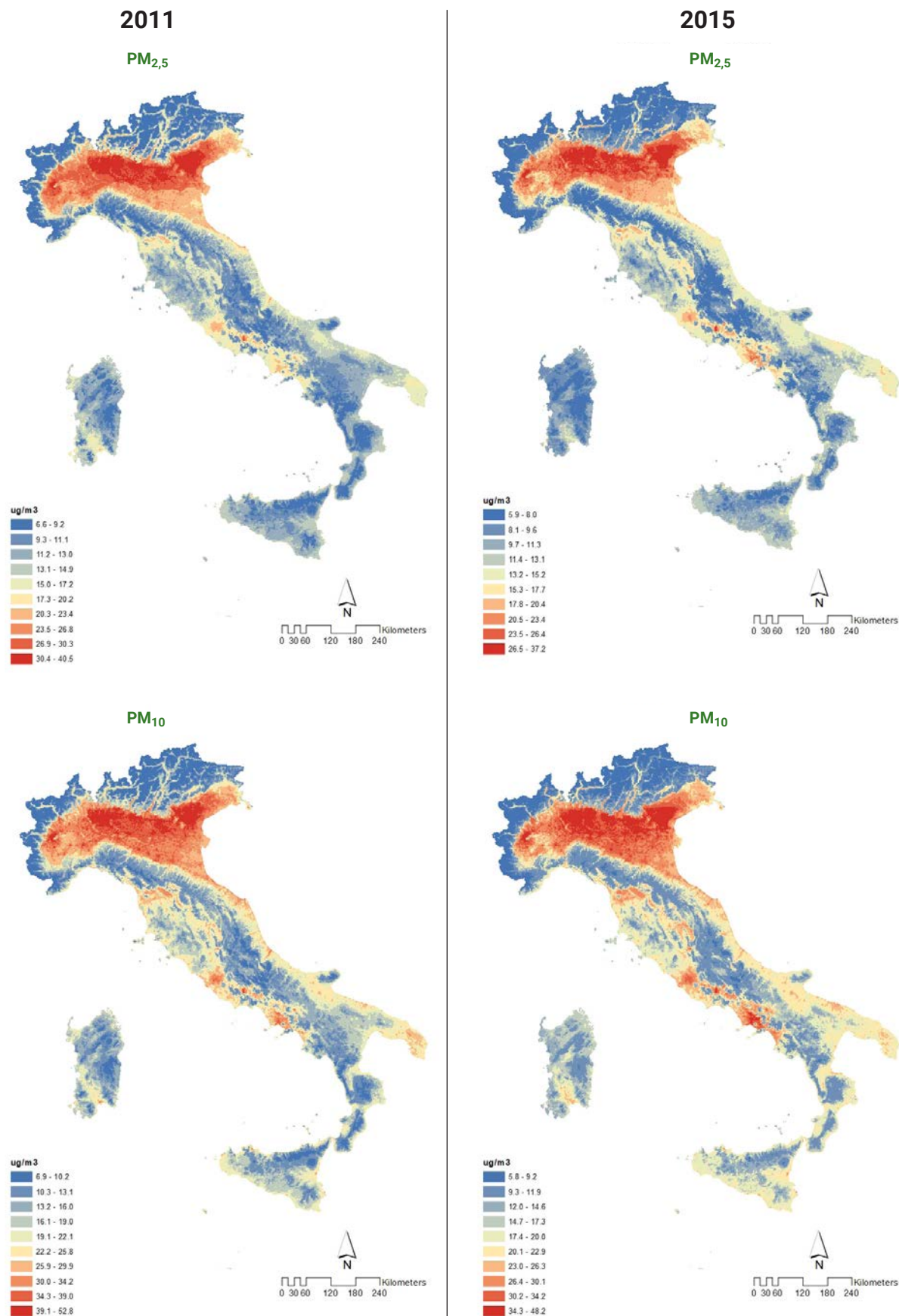


Figura 2. Concentrazioni annue stimate di PM_{2,5} e PM₁₀ al 2011 e al 2015.

Figure 2. Estimated annual concentrations of PM_{2,5} and PM₁₀ in 2011 and 2015.

Per una migliore resa delle immagini, si veda la versione online dell'articolo.

| | Regione | Sito | Comune dell'impianto | Tipo di attività industriale | Stato dell'impianto al 2011 | Stato dell'impianto al 2015 | |
|---|---|--|-------------------------|---|-----------------------------------|---|--------|
| Nord | Liguria | Pitelli (La Spezia, Lerici) | La Spezia | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | Lombardia | Laghi di Mantova e polo chimico (Mantova, Virgilio) | Mantova | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | | | | Stoccaggio, distribuzione prodotti petroliferi | Attivo | Attivo | |
| | | | | Cartiera | Attivo | Attivo | |
| | Friuli Venezia Giulia | Laguna di Grado e Marano | Torviscosa | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | Friuli Venezia Giulia | Trieste | Trieste | Acciaieria | Attivo | Attivo | |
| | | | | Inceneritore | Attivo | Attivo | |
| | Veneto | Venezia - Porto Marghera | Venezia | Centrale termoelettrica di Fusina | Attivo | Attivo | |
| | | | | Raffineria | Attivo | Attivo | |
| | | | | Impianto di chimica organica di P.to Marghera | Attivo | Attivo | |
| Centrale termoelettrica di Marghera Levante | | | | Attivo | Attivo | | |
| Centro | Toscana | Livorno (Collesalveti, Livorno) | Collesalveti | Raffineria | Attivo | Attivo | |
| | Toscana | Piombino | Piombino | Centrale termoelettrica | Attivo | 2013 fine attività (2015 autorizzazione alla dismissione) | |
| | | | | Acciaieria | Attivo | Non Attivo | |
| | Marche | Falconara Marittima | Falconara Marittima | Raffineria e impianto IGCC | Attivo | Attivo | |
| Umbria | Terni Papigno (Terni) | Terni | Acciaieria | Attivo | Attivo | | |
| Macroarea Sud e Isole | Puglia | Brindisi | Brindisi | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | | | | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | | | | Centrale termoelettrica | Attivo | Non attivo (fermo dal 2012) | |
| | Puglia | Taranto (Statte, Taranto) | Taranto | Acciaieria | Attivo | Attivo | |
| | | | | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | | | | Raffineria | Attivo | Attivo | |
| | | | | Cementificio | Attivo | Attivo | |
| | Sicilia | Gela | Gela | Raffineria (agosto 2019 avviata la Bioraffineria) | Attivo | Probabilmente ferma per conversione impianti | |
| | Sicilia | Milazzo (Milazzo, Pace del Mela, San Filippo del Mela) | San Filippo del Mela | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | | | Milazzo | Raffineria | Attivo | Attivo | |
| | | | | Siderurgico | Attivo | Attivo | |
| | Sicilia | Priolo (Augusta, Melilli, Priolo Gargallo, Siracusa) | Priolo Gargallo | Augusta | Raffineria | Attivo | Attivo |
| | | | | Raffineria | Attivo | Attivo | |
| | | | | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | | | | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | |
| | | | | Impianti chimici | Attivo | Attivo | |
| | Sardegna | Aree industriali di Porto Torres (Porto Torres, Sassari) | Porto Torres | Industria di Chimica Organica | Nel 2010 fermo di alcuni impianti | Attivo dal 2014 come impianto di chimica verde | |
| Centrale termoelettrica di Fiume Santo | | | | Attivo | Attivo | | |
| Sardegna | Sulcis-Iglesiente-Guspinese (Arbus, Assemini, Buggerru, Calasetta, Capoterra, Carbonia, Carloforte, Domus De Maria, Domusnovas, Fluminimaggiore, Giba, Gonnese, Gonnosfanadiga, Guspini, Iglesias, Masainas, Musei, Narcao, Nuxis, Pabillonis, Perdaxius, Piscinas, Portoscuso, Pula, San Gavino Monreale, San Giovanni Suergiu, Santadi, Sant'Anna Arresi, Sant'Antioco, Sarroch, Siliqua, Teulada, Tratalias, Uta, Vallerrosa, Villa San Pietro, Villacidro, Villamassargia, Villaperuccio) | Portoscuso | Centrale termoelettrica | Attivo | Attivo | | |
| | | Assemini | Raffineria alluminio | Attivo (2012 Fermo dell'impianto) | Non attivo | | |
| | | | Sarroch | Produzione derivati inorganici del fluoro e acido solforico | Attivo | Attivo | |
| | | | | Raffineria | Attivo | Attivo | |

Tabella 1. Caratteristiche degli impianti in studio.
Table 1. Characteristics of the plants under study.

| Causa di mortalità | ICD-9 | ICD-10 | Età (anni) | PM _{2,5} | | PM ₁₀ | |
|--------------------------|------------------|---------|------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|
| | | | | RR | IC95% | RR | IC95% |
| Cause naturali | 001-629; 677-799 | A00-R99 | 30+ | 1,08 | (1,06-1,09) | 1,04 | (1,03-1,06) |
| Tumore del polmone | 162 | C33-C34 | | 1,12 | (1,07-1,16) | 1,08 | (1,04-1,13) |
| Malattie cardiovascolari | 390-459 | I00-I99 | | 1,11 | (1,09-1,14) | 1,04 | (0,99-1,10) |
| Malattie respiratorie | 460-519 | J00-J99 | | 1,10 | (1,03-1,18) | 1,12 | (1,06-1,19) |

Tabella 2. Associazione tra esposizione a PM_{2,5} e PM₁₀ e mortalità specifica per causa: rischio relativo (RR) e intervallo di confidenza al 95% (IC95%) per un incremento di 10 µg/m³ (Chen 2020).

Table 2. Association between exposure to PM_{2,5} and PM₁₀ and cause-specific mortality: relative risk (RR) and 95% confidence interval (CI) for an increase of 10 µg/m³ (Chen 2020).

Applicando tale funzione alle PWE precedentemente stimate, si ottiene il numero di decessi attribuibili a PM_{2,5} e PM₁₀. Dai decessi attribuibili è stato stimato il tasso di mortalità attribuibile (per 100.000) e la frazione attribuibile (%), cioè la proporzione di malattia tra gli esposti, attribuibile all'esposizione.

Le stime di impatto condotte per il 2011 e il 2015 sono state aggregate per macroaree geografiche (Nord, Centro e Sud e Isole) e sono state effettuate considerando l'intera popolazione residente in tutta l'area del sito (tutti i comuni appartenenti al sito) e in aree di 4 km x 4 km e 1 km x 1 km attorno alla sorgente di emissione.

Risultati

La tabella 3 e la tabella 4 riportano i risultati della valutazione di impatto per PM_{2,5} e PM₁₀, rispettivamente, relative agli anni 2011 e 2015. Nello specifico, in ciascuna tabella e per gli anni considerati, sono riportati la PWE (µg/m³), la popolazione con età maggiore di 30 anni e per ciascuna delle cause in studio, oltre al numero di decessi osservati, anche i decessi, il tasso di mortalità e la frazione attribuibile all'esposizione a PM_{2,5} (tabella 3) e PM₁₀ (tabella 4) nelle aree considerate dei siti in studio.

Il valore della PWE per entrambi gli inquinanti tende ad aumentare a mano a mano che si riducono le dimensioni dell'area in studio ed è in generale ovunque più alta nel 2011 rispetto al 2015, con valori sempre maggiori della media (overall) al Nord. Nel 2011, il valore overall nei comuni dei siti per il PM_{2,5} è pari a 17,3 µg/m³ (Nord: 23,2; Centro: 14,2; Sud e Isole: 14,2) e per il PM₁₀ è pari a 24,3 µg/m³ (Nord: 30,2; Centro 21,8; Sud e Isole: 21,1). Per il 2015, il PM_{2,5} medio overall è pari a 14,9 µg/m³ (Nord: 20,2; Centro: 13,7; Sud e Isole: 11,9), mentre per il PM₁₀ è uguale a 21,9 µg/m³ (Nord: 26,9; Centro: 20,6; Sud e Isole: 19,0). Da rilevare che a, livello di aree 4 km x 4 km e 1 km x 1 km attorno all'impianto, le concentrazioni per ciascuno degli anni considerati sono praticamente uguali.

La popolazione esposta di 30+ anni nel 2015 è pres-

soché invariata rispetto a quella del 2011 ed è pari, rispettivamente, a 1.969.832 residenti e 1.947.566 in tutti i comuni dell'area in cui l'impianto è collocato, 156.025 residenti vs 158.540 nell'area 4 km x 4 km intorno al sito e 14.310 vs 14.512 nell'area 1 km x 1 km intorno al sito.

L'esposizione a PM_{2,5} in queste aree industrialmente contaminate ha prodotto un impatto sulla mortalità non accidentale pari 1.709 decessi (IC95% 1.309-1.903) nel 2011 e a 1.215 decessi (IC95% 929-1.354) nel 2015 (tabella 3). Per quanto riguarda l'esposizione a PM₁₀, sono stati stimati nel 2011 1.611 decessi (IC95% 1.225-2.353) per cause non accidentali e nel 2015 1.383 decessi (IC95% 1.050-2.025) (tabella 4). Questi decessi si sarebbero potuti evitare se le concentrazioni di PM_{2,5} e PM₁₀ fossero sotto la soglia di 5 µg/m³ e 15 µg/m³ come raccomandato dall'OMS.⁶

Il tasso attribuibile al PM_{2,5} (tabella 3) aumenta al ridursi della dimensione dell'area considerata, passando da 87 per 100.000 quando si considerano tutti i comuni del sito a 118 per 100.000 nell'area 4 km x 4 km attorno all'impianto, fino a 126 per 100.000 nell'area 1 km x 1 km attorno all'impianto. La stessa cosa accade per il 2015, dove, però, il valore del tasso attribuibile è sempre più basso di quello osservato nel 2011 (62 per 100.000 in tutti i comuni del sito, 95 per 100.000 nell'area 4 km x 4 km, 99 per 100.000 nell'area 1 km x 1 km).

Anche per il tasso di mortalità per cause non accidentali attribuibile al PM₁₀ (tabella 4) si osserva una riduzione all'aumentare della dimensione dell'area e una riduzione passando dal 2011 al 2015. Nello specifico, per il 2011 il tasso osservato è pari a 82 per 100.000 in tutti i comuni del sito, a 111 per 100.000 nell'area 4 km x 4 km e a 116 per 100.000 nell'area 1 km x 1 km, mentre per il 2015 si passa a un tasso di 71 per 100.000 in tutti i comuni del sito, 99 per 100.000 nell'area 4 km x 4 km, 103 per 100.000 nell'area 1 km x 1 km.

In generale, lo stesso trend nel confronto tra le aree e tra gli anni, per tutti e due gli inquinanti, si osserva anche per i decessi per malattie cardiovascolari, respiratorie e per tumore del polmone.

| Area | PWE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Popolazione >30 anni | Cause non accidentali | | | | | Malattie cardiovascolari | | | | |
|------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------|----------------------------------|---------|---------------------------|-------------------|----------------------|----|----------------------------------|
| | | | Decessi osservati | Decessi attribuibili | | Tasso attribuibile (per 100.000) | | Frazione attribuibile (%) | Decessi osservati | Decessi attribuibili | | Tasso attribuibile (per 100.000) |
| | | | n. | n. | (IC95%) | n. | (IC95%) | n. | (IC95%) | n. | n. | (IC95%) |

2011

| Comuni dell'area | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|-----------|--------|-------|---------------|-----|-----------|----|--------|--------|-----|-------------|----|----------|
| OVERALL | 17,3 | 1.969.832 | 29.103 | 1.709 | (1.309-1.903) | 87 | (66-97) | 6 | (4-7) | 10.679 | 855 | (714-1.055) | 43 | (36-54) |
| NORD | 23,2 | 722.979 | 12.592 | 1.175 | (903-1.306) | 162 | (125-181) | 9 | (7-10) | 4.593 | 593 | (497-729) | 82 | (69-101) |
| CENTRO | 14,2 | 274.910 | 4.210 | 131 | (100-146) | 48 | (36-53) | 3 | (2-3) | 1.715 | 70 | (58-87) | 25 | (21-32) |
| SUD e ISOLE | 14,2 | 971.943 | 12.301 | 404 | (307-451) | 42 | (32-46) | 3 | (2-4) | 4.371 | 191 | (159-239) | 20 | (16-25) |
| Area 4 km x 4 km intorno al sito | | | | | | | | | | | | | | |
| OVERALL | 20,2 | 156.025 | 2.355 | 184 | (141-205) | 118 | (90-131) | 8 | (6-9) | 912 | 96 | (80-118) | 61 | (51-75) |
| NORD | 24,6 | 80.592 | 1.360 | 141 | (109-157) | 175 | (135-195) | 10 | (8-12) | 532 | 73 | (62-90) | 91 | (76-112) |
| CENTRO | 17,7 | 23.026 | 335 | 18 | (14-21) | 80 | (61-89) | 6 | (4-6) | 133 | 10 | (8-12) | 43 | (36-53) |
| SUD e ISOLE | 14,9 | 52.407 | 659 | 24 | (19-27) | 47 | (35-52) | 4 | (3-4) | 248 | 12 | (10-15) | 23 | (19-29) |
| Area 1 km x 1 km intorno al sito | | | | | | | | | | | | | | |
| OVERALL | 20,4 | 14.310 | 224 | 18 | (14-20) | 126 | (97-140) | 8 | (6-9) | 87 | 9 | (8-12) | 66 | (55-81) |
| NORD | 24,9 | 7.816 | 137 | 14 | (11-16) | 185 | (143-206) | 11 | (8-12) | 54 | 8 | (6-9) | 97 | (82-120) |
| CENTRO | 17,7 | 1.185 | 17 | 1 | (1-1) | 80 | (61-90) | 5 | (4-6) | 7 | 1 | (0-1) | 43 | (21-31) |
| SUD e ISOLE | 15,0 | 5.310 | 70 | 3 | (2-3) | 49 | (37-55) | 4 | (3-4) | 27 | 1 | (1-2) | 25 | (21-31) |

2015

| Comuni dell'area | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|-----------|--------|-------|-------------|-----|-----------|---|-------|--------|-----|-----------|----|---------|
| OVERALL | 14,9 | 1.947.566 | 29.476 | 1.215 | (929-1.354) | 62 | (48-70) | 4 | (3-5) | 11.003 | 595 | (496-737) | 31 | (25-38) |
| NORD | 20,2 | 668.521 | 11.852 | 873 | (669-971) | 131 | (100-145) | 7 | (6-8) | 4.779 | 411 | (343-508) | 61 | (51-76) |
| CENTRO | 13,7 | 288.474 | 4.754 | 121 | (92-135) | 42 | (32-47) | 3 | (2-3) | 1.725 | 64 | (53-80) | 22 | (19-28) |
| SUD e ISOLE | 11,9 | 990.571 | 12.869 | 222 | (169-249) | 22 | (17-25) | 2 | (1-2) | 4.499 | 120 | (99-150) | 12 | (10-15) |
| Area 4 km x 4 km intorno al sito | | | | | | | | | | | | | | |
| OVERALL | 17,8 | 158.540 | 2.478 | 151 | (115-168) | 95 | (73-106) | 6 | (5-7) | 955 | 77 | (64-95) | 49 | (41-60) |
| NORD | 21,2 | 81.537 | 1.406 | 113 | (86-125) | 138 | (106-154) | 8 | (6-9) | 533 | 57 | (48-70) | 70 | (58-86) |
| CENTRO | 17,3 | 23.342 | 379 | 20 | (15-22) | 86 | (65-96) | 5 | (4-6) | 145 | 10 | (9-13) | 45 | (37-56) |
| SUD e ISOLE | 13,3 | 53.662 | 693 | 18 | (14-20) | 33 | (25-37) | 3 | (2-3) | 276 | 10 | (8-12) | 18 | (15-22) |
| Area 1 km x 1 km intorno al sito | | | | | | | | | | | | | | |
| OVERALL | 17,9 | 14.512 | 232 | 14 | (11-16) | 99 | (76-110) | 6 | (5-7) | 92 | 7 | (6-9) | 51 | (43-64) |
| NORD | 21,3 | 7.902 | 141 | 11 | (9-13) | 145 | (111-161) | 8 | (6-9) | 54 | 6 | (5-7) | 74 | (62-91) |
| CENTRO | 17,1 | 1.193 | 20 | 1 | (1-1) | 84 | (64-93) | 5 | (4-6) | 7 | 1 | (0-1) | 43 | (36-54) |
| SUD e ISOLE | 13,6 | 5.417 | 72 | 2 | (1-2) | 36 | (27-40) | 3 | (2-3) | 30 | 1 | (1-1) | 20 | (17-25) |

Tabella 3. Population Weighed Exposure (PWE), decessi, tassi di mortalità specifici per causa e frazione attribuibili all'esposizione a $\text{PM}_{2.5}$, per area geografica. Anni 2011 e 2015.

Table 3. Population Weighed Exposure (PWE), deaths, cause-specific mortality rates, and attributable fraction to $\text{PM}_{2.5}$ exposure, by geographical area. Years 2011 and 2015.

| | | Malattie respiratorie | | | | | Tumore del polmone | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|-----------------------|----------------------|----------|----------------------------------|---------|---------------------------|---------|-------------------|----------------------|----------|----------------------------------|---------|---------------------------|---------|
| Frazione attribuibile (%) | | Decessi osservati | Decessi attribuibili | | Tasso attribuibile (per 100.000) | | Frazione attribuibile (%) | | Decessi osservati | Decessi attribuibili | | Tasso attribuibile (per 100.000) | | Frazione attribuibile (%) | |
| n. | (IC95%) | n. | n. | (IC95%) | n. | (IC95%) | n. | (IC95%) | n. | n. | (IC95%) | n. | (IC95%) | n. | (IC95%) |
| 8 | (7-10) | 2.040 | 129 | (42-216) | 7 | (2-11) | 6 | (2-11) | 1.735 | 147 | (90-188) | 7 | (5-10) | 7 | (4-9) |
| 13 | (11-16) | 815 | 81 | (26-133) | 11 | (4-18) | 10 | (3-16) | 709 | 99 | (61-126) | 14 | (8-17) | 12 | (8-15) |
| 4 | (3-5) | 285 | 11 | (3-18) | 4 | (1-7) | 4 | (1-6) | 272 | 12 | (7-15) | 4 | (3-6) | 4 | (3-5) |
| 4 | (4-5) | 940 | 38 | (12-65) | 4 | (1-7) | 4 | (1-7) | 754 | 36 | (22-47) | 4 | (2-5) | 4 | (2-5) |
| 10 | (9-13) | 159 | 14 | (5-24) | 9 | (3-15) | 9 | (3-15) | 140 | 16 | (10-20) | 10 | (6-13) | 11 | (7-15) |
| 14 | (12-17) | 91 | 11 | (3-18) | 13 | (4-22) | 12 | (4-19) | 80 | 12 | (8-15) | 15 | (9-19) | 13 | (8-17) |
| 7 | (6-9) | 22 | 1 | (0-2) | 6 | (2-10) | 6 | (2-11) | 20 | 2 | (1-2) | 7 | (4-9) | 8 | (5-10) |
| 5 | (4-6) | 46 | 2 | (1-4) | 4 | (1-7) | 5 | (1-8) | 40 | 2 | (1-3) | 4 | (3-6) | 5 | (3-6) |
| 11 | (9-13) | 15 | 1 | (0-2) | 10 | (3-16) | 9 | (3-16) | 13 | 2 | (1-2) | 11 | (7-14) | 12 | (7-15) |
| 14 | (12-17) | 9 | 1 | (0-2) | 14 | (5-24) | 12 | (4-20) | 8 | 1 | (1-2) | 16 | (10-20) | 13 | (8-17) |
| 7 | (6-9) | 1 | 0 | (0-0) | 6 | (2-10) | 7 | (2-11) | 1 | 0 | (0-0) | 7 | (4-9) | 8 | (5-10) |
| 5 | (4-6) | 5 | 0 | (0-0) | 4 | (1-7) | 5 | (1-8) | 4 | 0 | (0-0) | 4 | (3-5) | 5 | (3-6) |
| 5 | (5-7) | 2.285 | 111 | (36-186) | 6 | (2-10) | 5 | (2-8) | 1.660 | 100 | (61-128) | 5 | (3-7) | 4 | (3-6) |
| 9 | (7-11) | 907 | 78 | (25-130) | 12 | (4-19) | 9 | (3-14) | 665 | 72 | (44-92) | 11 | (7-14) | 8 | (5-10) |
| 4 | (3-5) | 336 | 11 | (4-20) | 4 | (1-7) | 3 | (1-6) | 248 | 11 | (6-14) | 4 | (2-5) | 3 | (2-4) |
| 3 | (2-3) | 1.042 | 21 | (7-36) | 2 | (1-4) | 2 | (1-3) | 748 | 17 | (10-22) | 2 | (1-2) | 2 | (1-2) |
| 8 | (7-10) | 188 | 13 | (4-22) | 8 | (3-14) | 7 | (2-12) | 137 | 12 | (7-15) | 7 | (5-10) | 9 | (5-11) |
| 11 | (9-13) | 111 | 10 | (3-17) | 12 | (4-20) | 9 | (3-15) | 76 | 9 | (5-11) | 11 | (7-14) | 8 | (5-10) |
| 7 | (6-9) | 27 | 2 | (1-3) | 7 | (2-12) | 6 | (2-11) | 21 | 2 | (1-2) | 7 | (4-9) | 6 | (4-8) |
| 3 | (3-4) | 50 | 2 | (1-3) | 3 | (1-5) | 3 | (1-6) | 40 | 1 | (1-2) | 3 | (2-4) | 3 | (2-4) |
| 8 | (7-10) | 18 | 1 | (0-2) | 9 | (3-15) | 7 | (2-12) | 13 | 1 | (1-1) | 8 | (5-10) | 9 | (5-11) |
| 11 | (9-13) | 11 | 1 | (0-2) | 13 | (4-22) | 9 | (3-15) | 8 | 1 | (1-1) | 11 | (7-14) | 8 | (5-10) |
| 7 | (6-9) | 1 | 0 | (0-0) | 7 | (2-12) | 6 | (2-11) | 1 | 0 | (0-0) | 7 | (4-9) | 6 | (4-7) |
| 4 | (3-5) | 5 | 0 | (0-0) | 3 | (1-6) | 3 | (1-6) | 4 | 0 | (0-0) | 3 | (2-4) | 3 | (2-4) |

| Area | PWE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Popolazione >30 anni | Cause non accidentali | | | | Malattie cardiovascolari | | | |
|------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| | | | Decessi osservati | Decessi attribuibili | Tasso attribuibile (per 100.000) | Frazione attribuibile (%) | Decessi osservati | Decessi attribuibili | Tasso attribuibile (per 100.000) | |
| | | | n. | n. (IC95%) | n. (IC95%) | n. (IC95%) | n. | n. (IC95%) | n. (IC95%) | |

2011

| Comuni dell'area | | | | | | | | | | |
|------------------|------|-----------|--------|---------------------|--------------|----------|--------|---------------|------------|--|
| OVERALL | 24,3 | 1.969.832 | 29.103 | 1.611 (1.225-2.353) | 82 (62-119) | 6 (4-8) | 10.679 | 594 (0-1.372) | 30 (0-70) | |
| NORD | 30,2 | 722.979 | 12.592 | 908 (691-1.321) | 126 (96-183) | 7 (5-10) | 4.593 | 327 (0-748) | 45 (0-103) | |
| CENTRO | 21,8 | 274.910 | 4.210 | 194 (147-284) | 70 (53-103) | 5 (3-7) | 1.715 | 76 (0-177) | 28 (0-64) | |
| SUD e ISOLE | 21,1 | 971.943 | 12.301 | 510 (386-749) | 52 (40-77) | 4 (3-6) | 4.371 | 190 (0-447) | 20 (0-46) | |

Area 4 km x 4 km intorno al sito

| | | | | | | | | | |
|-------------|------|---------|-------|---------------|---------------|----------|-----|------------|------------|
| OVERALL | 29,1 | 156.025 | 2.355 | 174 (132-253) | 111 (85-162) | 7 (6-11) | 912 | 68 (0-155) | 43 (0-99) |
| NORD | 33,0 | 80.592 | 1.360 | 116 (88-168) | 144 (110-209) | 9 (6-12) | 532 | 45 (0-103) | 56 (0-128) |
| CENTRO | 28,2 | 23.026 | 335 | 23 (17-33) | 98 (74-143) | 7 (5-10) | 133 | 9 (0-21) | 39 (0-90) |
| SUD e ISOLE | 24,0 | 52.407 | 659 | 36 (27-52) | 68 (52-100) | 5 (4-8) | 248 | 13 (0-31) | 26 (0-60) |

Area 1 km x 1 km intorno al sito

| | | | | | | | | | |
|-------------|------|--------|-----|------------|---------------|----------|----|----------|------------|
| OVERALL | 29,1 | 14.310 | 224 | 17 (13-24) | 116 (88-169) | 7 (6-11) | 87 | 7 (0-15) | 45 (0-104) |
| NORD | 32,8 | 7.816 | 137 | 12 (9-17) | 148 (113-215) | 8 (6-12) | 54 | 5 (0-10) | 59 (0-134) |
| CENTRO | 28,7 | 1.185 | 17 | 1 (1-2) | 101 (77-147) | 7 (5-10) | 7 | 0 (0-1) | 40 (11-93) |
| SUD e ISOLE | 24,8 | 5.310 | 70 | 4 (3-6) | 72 (55-105) | 5 (4-8) | 27 | 1 (0-3) | 27 (7-64) |

2015

| Comuni dell'area | | | | | | | | | | |
|------------------|------|-----------|--------|---------------------|--------------|---------|--------|---------------|------------|--|
| OVERALL | 21,9 | 1.947.566 | 29.476 | 1.383 (1.050-2.025) | 71 (54-104) | 5 (4-7) | 11.003 | 653 (0-1.510) | 34 (0-78) | |
| NORD | 26,9 | 668.521 | 11.852 | 769 (585-1.122) | 115 (87-168) | 6 (5-9) | 4.779 | 360 (0-823) | 54 (0-123) | |
| CENTRO | 20,6 | 288.474 | 4.754 | 185 (141-272) | 64 (49-94) | 4 (3-6) | 1.725 | 79 (0-186) | 28 (0-64) | |
| SUD e ISOLE | 19,0 | 990.571 | 12.869 | 429 (325-631) | 43 (33-64) | 3 (3-5) | 4.499 | 213 (0-501) | 22 (0-51) | |

Area 4 km x 4 km intorno al sito

| | | | | | | | | | |
|-------------|------|---------|-------|---------------|--------------|----------|-----|------------|------------|
| OVERALL | 26,3 | 158.540 | 2.478 | 157 (120-229) | 99 (75-145) | 6 (5-9) | 955 | 71 (0-162) | 44 (0-102) |
| NORD | 29,9 | 81.537 | 1.406 | 104 (79-152) | 128 (97-186) | 7 (6-11) | 533 | 46 (0-104) | 56 (0-128) |
| CENTRO | 26,0 | 23.342 | 379 | 23 (17-33) | 97 (74-142) | 6 (5-9) | 145 | 10 (0-23) | 42 (0-97) |
| SUD e ISOLE | 21,4 | 53.662 | 693 | 30 (23-44) | 56 (43-83) | 4 (3-6) | 276 | 15 (0-35) | 28 (0-65) |

Area 1 km x 1 km intorno al sito

| | | | | | | | | | |
|-------------|------|--------|-----|------------|---------------|----------|----|----------|-------------|
| OVERALL | 26,5 | 14.512 | 232 | 15 (11-22) | 103 (78-150) | 6 (5-9) | 92 | 7 (0-16) | 47 (0-107) |
| NORD | 29,9 | 7.902 | 141 | 10 (8-15) | 132 (101-193) | 7 (6-11) | 54 | 5 (0-11) | 58 (0-133) |
| CENTRO | 26,1 | 1.193 | 20 | 1 (1-2) | 99 (75-145) | 6 (5-9) | 7 | 1 (0-1) | 43 (12-100) |
| SUD e ISOLE | 22,0 | 5.417 | 72 | 3 (2-5) | 61 (46-89) | 5 (3-7) | 30 | 2 (0-4) | 30 (8-71) |

Tabella 4. Population Weigthed Exposure (PWE), decessi, tassi di mortalità specifici per causa e frazione attribuibili all'esposizione a PM_{10} , per area geografica. Anni 2011 e 2015.

Table 4. Population Weigthed Exposure (PWE), deaths, cause-specific mortality rates, and attributable fraction to PM_{10} exposure, by geographical area. Years 2011 and 2015.

| | | Malattie respiratorie | | | | Tumore del polmone | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------|--|
| Frazione attribuibile (%) | Decessi osservati | Decessi attribuibili | Tasso attribuibile (per 100.000) | Frazione attribuibile (%) | Decessi osservati | Decessi attribuibili | Tasso attribuibile (per 100.000) | Frazione attribuibile (%) | |
| n. (IC95%) | n. | n. (IC95%) | n. (IC95%) | n. (IC95%) | n. | n. (IC95%) | n. (IC95%) | n. (IC95%) | |
| 6 (0-13) | 2.040 | 299 (161-437) | 15 (8-22) | 15 (8-21) | 1.735 | 189 (100-288) | 10 (5-15) | 9 (5-14) | |
| 7 (0-16) | 815 | 154 (84-222) | 21 (12-31) | 19 (10-27) | 709 | 104 (55-156) | 14 (8-22) | 13 (7-19) | |
| 4 (0-10) | 285 | 34 (18-51) | 12 (7-18) | 12 (6-18) | 272 | 23 (12-35) | 8 (4-13) | 8 (4-12) | |
| 4 (0-10) | 940 | 111 (59-164) | 11 (6-17) | 12 (6-17) | 754 | 63 (33-97) | 6 (3-10) | 7 (3-10) | |
| 7 (0-17) | 159 | 31 (17-44) | 20 (11-28) | 19 (10-28) | 140 | 20 (10-30) | 13 (7-19) | 14 (7-12) | |
| 9 (0-19) | 91 | 20 (11-28) | 24 (13-35) | 22 (12-31) | 80 | 13 (7-19) | 16 (9-24) | 14 (8-21) | |
| 7 (0-16) | 22 | 4 (2-6) | 17 (9-25) | 18 (10-26) | 20 | 3 (1-4) | 11 (6-17) | 12 (6-18) | |
| 5 (0-13) | 46 | 7 (4-10) | 13 (7-20) | 15 (8-22) | 40 | 4 (2-6) | 8 (4-12) | 9 (5-14) | |
| 45 (70-17) | 15 | 3 (2-4) | 20 (11-30) | 19 (11-28) | 13 | 2 (1-3) | 13 (7-19) | 14 (7-21) | |
| 59 (90-19) | 9 | 2 (1-3) | 26 (14-37) | 22 (12-31) | 8 | 1 (1-2) | 16 (9-24) | 14 (7-20) | |
| 40 (70-16) | 1 | 0 (0-0) | 17 (9-24) | 19 (10-27) | 1 | 0 (0-0) | 11 (6-17) | 12 (7-19) | |
| 27 (50-13) | 5 | 1 (0-1) | 13 (7-20) | 15 (8-22) | 4 | 0 (0-1) | 8 (4-12) | 9 (5-14) | |
| 6 (0-14) | 2.285 | 287 (154-422) | 15 (8-22) | 13 (7-18) | 1.660 | 149 (78-228) | 8 (4-12) | 7 (3-10) | |
| 8 (0-17) | 907 | 155 (84-226) | 23 (13-34) | 17 (9-25) | 665 | 81 (43-123) | 12 (6-18) | 9 (5-14) | |
| 5 (0-11) | 336 | 38 (20-56) | 13 (7-19) | 11 (6-17) | 248 | 20 (10-30) | 7 (4-10) | 6 (3-9) | |
| 5 (0-11) | 1.042 | 94 (50-140) | 10 (5-14) | 9 (5-13) | 748 | 48 (25-75) | 5 (3-8) | 5 (2-7) | |
| 7 (0-17) | 188 | 32 (17-46) | 20 (11-29) | 17 (9-25) | 137 | 16 (9-25) | 10 (5-16) | 12 (6-18) | |
| 9 (0-20) | 111 | 21 (11-31) | 26 (14-37) | 19 (10-28) | 76 | 11 (6-16) | 13 (7-20) | 10 (5-14) | |
| 7 (0-16) | 27 | 4 (2-6) | 19 (10-27) | 16 (9-24) | 21 | 2 (1-4) | 10 (5-16) | 9 (5-14) | |
| 5 (0-13) | 50 | 6 (3-9) | 11 (6-17) | 12 (6-18) | 40 | 3 (2-5) | 6 (3-10) | 7 (3-10) | |
| 7 (0-17) | 18 | 3 (2-4) | 21 (11-30) | 17 (9-25) | 13 | 2 (1-2) | 11 (6-16) | 12 (6-19) | |
| 9 (0-19) | 11 | 2 (1-3) | 27 (15-39) | 19 (10-28) | 8 | 1 (1-2) | 14 (7-20) | 10 (5-15) | |
| 7 (2-16) | 1 | 0 (0-0) | 18 (10-27) | 16 (9-24) | 1 | 0 (0-0) | 10 (5-16) | 9 (5-14) | |
| 5 (1-13) | 5 | 1 (0-1) | 12 (7-18) | 13 (7-19) | 4 | 0 (0-1) | 7 (3-10) | 7 (4-10) | |

I tassi di mortalità attribuibili all'esposizione a PM_{2,5} e a PM₁₀ tendono a seguire un gradiente Nord-Centro-Sud e Isole per tutte le cause osservate e per entrambi gli anni di analisi.

Un'analisi supplementare condotta per misurare la variazione percentuale della mortalità attribuibile al PM_{2,5} (figura S1), totale e specifica per causa tra il 2011 e il 2015 mostra che la riduzione osservata a livello nazionale è meno marcata al Centro, dove addirittura si nota un incremento dei tassi per le malattie respiratorie in tutte le aree in studio e un leggero incremento anche per le malattie cardiovascolari e le cause naturali nelle aree in studio più piccole (1 km x 1 km e 4 km x 4 km). La stessa analisi condotta in riferimento al PM₁₀ (figura S2) mostra, invece, per le malattie cardiovascolari e, in alcuni casi, anche per le malattie respiratorie, un incremento dei tassi per tutte le aree analizzate e per tutte le ripartizioni geografiche.

Discussione

Questa valutazione di impatto ha messo in luce che, nelle aree industriali italiane caratterizzate da impianti con processi di combustione rilevanti quali centrali termoelettriche, acciaierie e impianti petrolchimici con emissioni puntuali (ciminiera), più di 14.000 persone (di cui il 55% al Nord) risiedono entro 1 km² dall'industria, in territori nei quali sono in corso (o sono previsti) interventi di bonifica. Considerando un'area di 4 km², le persone interessate sono più di 150.000, mentre, considerando anche i comuni esterni al perimetro dei siti considerati, le persone esposte arrivano a quasi 2 milioni. In termini di esposizione a inquinamento, si è stimato che la PWE media annua sia per PM_{2,5} sia per PM₁₀ aveva valori leggermente più bassi nel 2015 rispetto al 2011.

A causa dell'esposizione a PM_{2,5}, è stato stimato, rispetto alla soglia considerata, un eccesso pari a 1.709 decessi (IC95% 1.309-1.903) nel 2011 e a 1.215 decessi (IC95% 929-1.354) nel 2015, mentre sono attribuibili all'esposizione a PM₁₀ 1.611 decessi (IC95% 1.225-2.353) nel 2011 e 1.383 decessi (IC95% 1.050-2.025) nel 2015. Questi decessi si sarebbero potuti evitare se le concentrazioni di PM_{2,5} e PM₁₀ fossero state, rispettivamente, sotto la soglia di 5 µg/m³ e 15 µg/m³, come raccomandato dall'OMS.⁷

Questa VIIAS ha rilevato un andamento in riduzione dal 2011 al 2015 del numero di decessi attribuibili all'inquinamento atmosferico da PM_{2,5} e da PM₁₀ nei siti in studio, con tassi e decessi sempre più alti della media nelle aree del Nord. Sebbene i risultati non mostrino differenze in termini di PWE nelle aree più prossime all'impianto (1 km x 1 km e 4 km x 4 km), bisogna ricordare che questa è una misura di esposizione che tiene conto del numero di persone che vi-

vonano nell'area industriale che spesso è scarsamente popolata.

Il confronto della diminuzione dell'impatto tra Nord, Centro e Sud mostra risultati interessanti, ma meritori di approfondimenti specifici, in quanto non si può escludere che la scarsa numerosità dei casi stimati potrebbe aver influito sui risultati.

La metanalisi di Chen del 2020¹⁹ ha aggiornato le FCR per il PM_{2,5} finora note e ha reso disponibili anche le FCR per il PM₁₀, includendo tutti gli studi di coorte e caso-controllo effettuati a livello individuale che consideravano esposizioni a inquinamento atmosferico outdoor.^{20,21} La disponibilità delle FCR ha, dunque, consentito di effettuare la VIIAS sia dell'esposizione a PM_{2,5} sia a PM₁₀.

Il particolato derivante dai processi di combustione (in particolare, di combustibili fossili) è una miscela di particelle solide costituite da materiale carbonaceo, a cui sono adese sostanze organiche (per esempio, idrocarburi policiclici aromatici) e inorganiche (per esempio, metalli pesanti e ioni inorganici), la cui abbondanza è riconducibile alle caratteristiche dei processi stessi. In generale, il PM presente in atmosfera è dovuto all'immissione primaria diretta da sorgenti che lo generano (emissione dei processi di combustione, trasporto di sabbie, erosione di suolo eccetera) e per reazione chimica di PM primario e altri inquinanti/sostanze che portano alla formazione di quello che viene definito particolato secondario e che rappresenta, in alcune aree come la Pianura padana, soprattutto per la granulometria più fine, la percentuale più elevata. Il particolato che si misura in atmosfera, quindi, è il risultato della presenza di PM primario direttamente immesso e PM secondario generato dalle trasformazioni chimiche.²² Una valutazione di impatto più accurata potrebbe essere effettuata se si indagasse sulla composizione chimica del particolato emesso dalla sorgente (fingerprint della sorgente). Esistono alcuni profili di concentrazione peculiari per specifiche sorgenti di emissioni che, se effettuate in studi specifici, possono aiutare a comprendere il contributo della sorgente nell'insieme del PM misurato (source apportionment).

Nell'interpretazione dei risultati di questo studio, bisogna tenere presente che gli effetti sanitari stimati sono attribuibili all'inquinamento atmosferico da PM_{2,5} e PM₁₀ presente in queste aree, non riconducibili alle sole emissioni industriali presenti nei siti. Infatti, l'inquinamento stimato in Stafoggia et al.¹⁸ è relativo all'area nel suo insieme, dunque include tutte le fonti emissive presenti sui territori: inquinamento industriale, da traffico stradale, da riscaldamento civile, da agricoltura o da allevamenti di animali. La vicinanza di molte di queste zone industriali alle aree urbane rende difficile la separazione dei singoli contributi all'inquinamento atmosferico, a cui

l'impianto industriale dà il suo apporto. Inoltre, si deve tener conto, come detto precedentemente, della rilevanza dei parametri meteorologici che possono far variare i livelli giornalieri di PM e/o il suo trasporto e la sua distribuzione in atmosfera.

Inoltre, nell'interpretare i risultati del lavoro, bisogna ricordare che i decessi attribuibili ai due inquinanti in studio non possono essere sommati, poiché il PM₁₀ include anche le granulometrie più fini. Importante comunque considerare entrambi gli inquinanti proprio per la molteplicità delle fonti di emissioni (areali o puntuali) presenti nei SIN che, ovviamente, la nostra lente non riesce a cogliere.

Lo studio ha messo in evidenza una riduzione in termini di PWE nel 2015 rispetto al 2011, dovuta a una diminuzione delle concentrazioni di PM_{2,5} e PM₁₀ che è in parte una conseguenza della crisi economica e produttiva degli ultimi anni responsabile della riduzione delle attività produttive con conseguente riduzione delle emissioni, come peraltro riscontrato dalle analisi condotte da ISPRA,^{23,24} ma anche delle azioni di riduzione dell'inquinamento messe in atto negli anni. Sebbene per gli anni considerati sia stato effettuato un controllo sullo stato di attività degli impianti, non è possibile conoscere nel dettaglio il livello produttivo specifico (per esempio, ore di produzione di ogni singolo impianto) e come questo sia variato tra i due anni considerati in questo studio. Infatti, il particolato emesso da una sorgente industriale ha una composizione e, quindi, un profilo tossicologico funzione principalmente del combustibile che lo ha generato diversi rispetto a quello riscontrabile in un contesto puramente urbano, come discusso anche da Galise et al.²⁵ Va inoltre detto che i risultati di uno studio di valutazione di impatto sulla salute presentano incertezze di non facile esplicitazione e quantificazione, ascrivibili a tutte le fasi del processo, dai valori *baseline* per lo stato di salute, alla quantificazione dell'esposizione, alle stime di effetto.

Una possibile limitazione dell'approccio utilizzato in questo lavoro riguarda le FCR utilizzate. Queste derivano da metanalisi di studi longitudinali condotti prevalentemente in Paesi europei e principalmente in contesti urbani. La composizione chimica del PM_{2,5} e PM₁₀ varia a seconda della sorgente da cui viene generata (traffico veicolare, industrie, combustioni biomasse) e, di conseguenza, cambia anche la tossicità per le popolazioni interessate. Per condurre una VIAS appropriata, sarebbe, dunque, necessario disporre di FCR non solo robuste, ma anche specifiche per componente.

Può ulteriormente limitare i risultati di questa valutazione l'assunzione di una distribuzione uniforme del-

la popolazione e degli eventi sanitari da essa generati all'interno di ciascuna cella delle aree considerate.

Un'altra incertezza dello studio riguarda le caratteristiche delle popolazioni, per cui a risentire maggiormente dell'impatto sull'inquinamento potrebbero essere le comunità più socialmente svantaggiate, aventi un rischio di *background* maggiore rispetto al resto della popolazione. Infatti, nel contesto dei siti contaminati, le comunità che vivono in prossimità di complessi industriali inquinanti di solito mostrano maggiori elementi di fragilità, inclusi quelli correlati ai rischi conseguenti all'inquinamento.

La maggior parte dei risultati della letteratura esistente relativi all'iniqua distribuzione dei rischi per la salute delle strutture inquinanti supportano l'ipotesi delle disuguaglianze sociali nella distribuzione delle fonti di inquinamento, in particolare nei confronti delle minoranze etniche e delle comunità vulnerabili a livello socioeconomico.²⁶ In molti casi, la storia delle comunità considerate dal progetto SENTIERI è stata influenzata dalla presenza di impianti industriali, inizialmente vista come fonte di lavoro e generale benessere, ma poi progressivamente anche come sorgente di contaminazione ambientale e deterioramento dell'ambiente di vita.²⁷ La documentata maggiore vulnerabilità delle popolazioni residenti in queste aree imporrebbe l'adozione di misure di mitigazione tali da ridurre i livelli di esposizione, con conseguente riduzione degli impatti sanitari.

Inoltre, va specificato che le aree oggetto di questa VIAS fanno riferimento solo a una tipologia specifica di impianti industriali (a combustione e con sorgenti di emissione puntuale) e sono (o dovrebbero essere) aree già interessate da interventi di bonifica. I risultati non sono, dunque, generalizzabili a tutte le aree industriali oggetto del progetto SENTIERI; tuttavia, le caratteristiche di contesto (ambientale e sociale) sono molto probabilmente comuni a tutte le aree industriali italiane.

In generale, i risultati dello studio sono suggestivi di un impatto sulla salute per esposizione a inquinamento da particolato atmosferico dei residenti in queste aree con impatto crescente in prossimità degli impianti, raccomandando di adottare azioni di riduzione dell'impatto in un'ottica di tutela della salute pubblica. Già precedenti studi di epidemiologia analitica e descrittiva condotti nelle stesse aree avevano messo in luce specifiche criticità.²⁸⁻³³

Sebbene con le incertezze sopra descritte, i risultati conseguiti forniscono indicazioni stringenti per coloro che hanno responsabilità verso la collettività, ai diversi livelli di governo, anche alla luce delle più recenti indicazioni dell'OMS.

Conclusioni

Negli ultimi anni, si sono intensificate le politiche per diminuire le concentrazioni di inquinanti nell'aria, ma, nonostante i progressi effettuati, l'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico rimane un problema rilevante, continuando a rappresentare una preoccupazione importante per la salute.

Da un punto di vista di sanità pubblica, nonostante l'incertezza delle stime e la misura dell'esposizione non prettamente riferita all'inquinamento di origine industriale, questo lavoro suggerisce di proseguire la sorveglianza sanitaria dell'esposizione della popolazione residente nel perimetro dei SIN e nei comuni adiacenti, integrata con una più attenta conoscenza del dato di concentrazione ambientale al fine di effettuare stime di associazione concentrazione-effetto più accurate e individuare le comunità vulnerabili soggette a

un carico elevato di contaminazione. Inoltre, le aree analizzate fanno parte dei siti contaminati oggetto di bonifica e ripristino ambientale; pertanto, si sottolinea la necessità di attuare prontamente gli interventi necessari per l'eliminazione o la riduzione della contaminazione ambientale delle matrici interessate, che possono rappresentare un ulteriore sorgente di esposizione per la popolazione residente.

Necessarie politiche di sanità pubblica dovrebbero implementare strategie di intervento nazionale per ridurre gli impatti sulla salute derivanti dall'esposizione all'inquinamento atmosferico di origine antropica, con un approccio integrato che consenta di coniugare una efficace prevenzione sanitaria in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Bibliografia

1. Aslam A, Ibrahim M, Shahid I et al. Pollution Characteristics of Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀) and Constituent Carbonaceous Aerosols in a South Asian Future Megacity. *Applied Sciences* 2020;10(24):8864.
2. Rodríguez S, Querol X, Alastuey A et al. Comparative PM₁₀-PM_{2.5} source contribution study at rural, urban and industrial sites during PM episodes in Eastern Spain. *Sci Total Environ.* 2004;328(1-3):95-113.
3. World Health Organization. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. Geneva, WHO, 2016. Disponibile all'indirizzo: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/250141>
4. International Agency for Research on Cancer Outdoor. Air Pollution IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 109. Lyon, IARC, 2013. Disponibile all'indirizzo: <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Outdoor-Air-Pollution-2015>
5. Thurston GD, Kipen H, Annesi-Maesano I et al. A joint ERS/ATS policy statement: what constitutes an adverse health effect of air pollution? An analytical framework. *Eur Respir J* 2017;49(1):1600419
6. European Environmental Agency. Air quality in Europe 2021. Health impacts of air pollution in Europe, 2021. Disponibile all'indirizzo: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/health-impacts-of-air-pollution>
7. World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva, WHO, 2021. Disponibile all'indirizzo: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.
8. Dogliotti E, Achene L, Beccaloni E et al. Linee guida per la valutazione di impatto sanitario (DL.vo 104/2017). Rapporto Istisan 19/9. Roma, Istituto Superiore di Sanità, 2019. Disponibile all'indirizzo: https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_2850_allegato.pdf
9. Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. Valutazione di Impatto Ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale. Linee Guida SNPA n. 28/2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.snpambiente.it/2020/05/08/valutazione-di-impatto-ambientale-norme-tecniche-per-la-redazione-degli-studi-di-impatto-ambientale/>
10. Linzalone N, Bianchi F, Curzio O, Serasini L, Natali M, T4HIA Project Working Group. Theory and practice to integrating health in environmental assessment: synthesis of an experience with stakeholders to deliver a national HIA guideline. *Environmental Impact Assessment Review* 2019; 77:49-59.
11. Progetto CCM "Valutazione di Impatto sulla Salute (VIS): Linee Guida e strumenti per valutatori e proponenti; t4HIA". Disponibile all'indirizzo: <https://www.ccm-network.it/progetto.jsp?id=programmi/2013/valutazione-impatto-salute>
12. Progetto CCM "Metodi per la valutazione integrata dell'impatto ambientale e sanitario (Viias) dell'inquinamento atmosferico". Disponibile all'indirizzo: <https://www.viias.it>
13. Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale. Linee guida per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA e AIA). Manuali e Linee Guida 133/2016. Roma, ISPRA, 2016. Disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/2PWqTsg>
14. Ranzi A, Parmagnani F, Bisceglia L et al. Programma CCM 2015. Ambiente e Salute nel PNP 2014-2018: rete nazionale di epidemiologia ambientale, valutazione di impatto integrato sull'ambiente e salute, formazione e comunicazione (EpiAmbNet). Disponibile all'indirizzo: <https://reteambientesalute.epiprev.it/documenti/VIIAS/documento-tecnico-VIIAS.pdf>
15. Vineis P, Alfano R, Ancona C et al (eds). Mitigation of climate change and health prevention in Italy: the co-benefits policy. Roma, ISS, 2021. Rapporti ISTISAN 21/20. Disponibile all'indirizzo: <https://www.iss.it/documents/20126/0/21-20+web.pdf/e1a4d4e2-83fa-f42f-5d1a-2c655b6a3401?t=1635941196865>
16. Zona A, Pasetto R, Fazzo L, Iavarone I, Bruno C, Pirastu R, Comba P (a cura di). SENTIERI. Studio epidemiologico nazionale dei territori e insediamenti esposti a inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2) (Suppl 1):172-175. DOI: 10.19191/EP19.2-3. S1.032. <https://epiprev.it/pubblicazioni/sentieri-studio-epidemiologico-nazionale-dei-territori-e-degli-insediamenti-esposti-a-rischio-da-inquinamento-quinto-rapporto>.
17. World Health Organization. Sixth Ministerial Conference on Environment and Health, Ostrava, Czech Republic, 13-15 June 2017. Declaration of the Sixth Ministerial Conference on Environment and Health: conference briefing. Geneva, WHO Regional Office for Europe, 2017. Disponibile all'indirizzo: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/347439>
18. Stafoggia M, Bellander T, Bucci S et al. Estimation of daily PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations in Italy, 2013-2015, using a spatiotemporal land-use random-forest model. *Environ Int* 2019; 124:170-79.
19. Chen J, Hoek G. Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int* 2020; 143:105974.
20. World Health Organization. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Geneva, WHO Regional Office for Europe, 2013. Disponibile all'indirizzo: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf
21. Forastiere F, Kan H, Cohen A. Updated exposure-response functions available for estimating mortality impacts. In: WHO Regional Office for Europe. WHO expert meeting: methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level. Meeting report. Copenhagen, WHO, 2014. Disponibile all'indirizzo: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/263629/WHO-Expert-Meeting-Methods-and-tools-for-assessing-the-health-risks-of-air-pollution-at-local-national-and-international-level.pdf

22. Rossi M. Emissioni degli inceneritori e modelli di ricaduta. I quaderni di Monitor. Regione Emilia-Romagna. Disponibile all'indirizzo: <https://www.arpae.it/it/documenti/pubblicazioni/i-quaderni-di-monitor>.
23. ISPRA. Analisi dei trend dei principali inquinanti atmosferici in Italia (2008-2017). ISPRA Rapporti 302/2018. Roma, ISPRA, 2019. Disponibile all'indirizzo: https://www.isprambiente.gov.it/files/2019/pubblicazioni/rapporti/R_302_18_TREND_ARIA.pdf
24. Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. La qualità dell'aria in Italia. Rapporti 17/2020. SNPA 2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2020/12/QUALITA-ARIA-ITALIA.pdf>
25. Galise I, Serinelli M, Morabito A et al. L'impatto ambientale e sanitario delle emissioni dell'impianto siderurgico di Taranto e della centrale termoelettrica di Brindisi. *Epidemiol Prev* 2019;43(5-6):329-37.
26. Di Fonzo D, Fabri A, Pasetto R. Distributive justice in environmental health hazards from industrial contamination: a systematic review of national and near-national assessments of social inequalities. *Soc Sci Med* 2022; 297:114834.
27. Pasetto R, Environmental Justice nei siti industriali contaminati. In: Pasetto R, Fabri A (eds). *Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi*. Rapporto ISTISAN 20/21. Roma, Istituto Superiore di Sanità, 2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.iss.it/documents/20126/0/20-21+web.pdf/1dcc3560-b97d-9d75-5155-e0f0a79b6f1f?t=1605519156122>
28. Pirastu R, Comba P, Iavarone I et al. Environment and health in contaminated sites: the case of Taranto, Italy. *J Environ Public Health* 2013; 2013:753719.
29. Gessoni F, Macciò S, Barbiellini Amidei C, Simonato L. Study on the health status of the population living in Marghera (Venice, Italy) through the use of a longitudinal surveillance system. *Ann Ist Super Sanita* 2020;56(2):157-67.
30. Comba P, Fazzo L, Berrino F. I sarcomi dei tessuti molli a Mantova: revisione delle evidenze epidemiologiche e prospettive di risanamento ambientale. *Epidemiol Prev* 2004;28(4-5):266-71.
31. Di Salvo F, Baili P, Mariottini M, Baldini M, Micheli A, Meneghini E. Eccesso di morti per tumori ematologici a Falconara Marittima: breve storia dall'indagine epidemiologica a oggi. *Epidemiol Prev* 2017;41(5-6):243-47.
32. Serinelli M, Gianicolo EA, Cervino M, Mangia C, Portaluri M, Vigotti MA. Effetti acuti dell'inquinamento a Brindisi: analisi case-crossover. *Epidemiol Prev* 2010;34(3):100-7.
33. Pasetto R, Comba P, Pirastu R, Zona A. Studio di mortalità e morbilità dei lavoratori di un petrolchimico nel contesto della caratterizzazione epidemiologica di un sito inquinato: il caso di Gela. *G Ital Med Lav Ergon* 2013;35(4):278-81.

Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte

Methodological approaches to evaluate the over-time mortality in SENTIERI epidemiological surveillance system: a focus on cohort analyses

Giorgia Stoppa,¹ Giada Minelli,² Valerio Manno,² Emiliano Ceccarelli,³ Roberto Pasetto,⁴ Lucia Fazzo,⁴ Ivano Iavarone,⁴ Annibale Biggeri,¹ Dolores Catelan,¹ Gruppo di lavoro Statistica SENTIERI*

¹ Unità di biostatistica, epidemiologia e sanità pubblica, Dipartimento di scienze cardio-toraco vascolari e sanità pubblica, Università di Padova

² Servizio di statistica, Istituto superiore di sanità, Roma

³ Dipartimento di scienze statistiche, Università degli studi di Roma "Sapienza", Roma

⁴ Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

Corrispondenza: Dolores Catelan; dolores.catelan@unipd.it

Riassunto

Il Progetto SENTIERI analizza il profilo di salute delle popolazioni residenti nei siti di interesse per le bonifiche (SIN) in specifici periodi di calendario, utilizzando un approccio trasversale. Un aspetto non ancora valutato è l'analisi di lungo periodo per comprendere i mutamenti nel tempo dei profili di salute anche in funzione dei cambiamenti avvenuti nei territori. In questo contributo, vengono studiati gli andamenti temporali per coorte di nascita e periodo di calendario per la mortalità generale e la mortalità per tumore del polmone dal 1980 al 2018, separatamente per gli uomini e le donne, per tre siti: Pitelli (Liguria), Priolo (Sicilia) e Terni-Papigno (Umbria). Viene poi proposto un metodo per la selezione del modello temporale che meglio si adatta ai dati. La mortalità generale presenta profili temporali complessi se si considerano i rischi cumulativi; l'asse temporale più importante risulta la coorte di nascita per gli SMR cumulativi. Per il tumore del polmone, l'asse temporale più importante risulta la coorte di nascita e il modello più appropriato, in particolare negli uomini di Priolo e Terni, è quello età-coorte.

Parole chiave: siti contaminati, mortalità, trend temporali, tumore polmonare, coorte di nascita

Abstract

The SENTIERI Project analyses the health profile of the populations residing in Italian national priority contaminated sites in specific calendar periods using a cross-sectional approach. An aspect that has not been evaluated so far is the analysis over a long period, for understanding the changes in health profiles over time and studying them also in function of the changes occurred in the ter-

Cosa si sapeva già

■ Il Progetto SENTIERI analizza il profilo di salute delle popolazioni residenti nei siti contaminati di interesse per le bonifiche in specifici periodi di calendario, utilizzando un approccio trasversale.

■ I rapporti periodici forniscono un quadro dello stato di salute della popolazione residenti in ciascun sito, negli specifici periodi di calendario di osservazione.

Cosa si aggiunge di nuovo

■ In questo lavoro viene mostrato che l'analisi degli andamenti temporali, in particolare l'analisi per coorte di nascita, per la profondità temporale che consente di avere, è un approccio che, seppur nella sua complessità di interpretazione, permette una lettura più specifica delle interazioni esistenti fra le possibili esposizioni e le ricadute in termini di rischio sanitario nelle popolazioni residenti nei siti contaminati di interesse per le bonifiche.

ritories. This article studies temporal trends by birth cohort and calendar period for overall mortality and lung cancer mortality from 1980 to 2018, separately for men and women, for three sites: Priolo (Sicily Region, Southern Italy), Pitelli (Liguria Region, Northern Italy), and Terni-Papigno (Umbria Region, Central Italy). A method for selecting the temporal model that best fits the data is then proposed. General mortality presents complex temporal profiles when considering cumulative risks, and usually the most important temporal axis is the birth cohort for cumulative SMRs (i.e., after adjusting for trends in the reference population). For lung cancer, the most important time axis is the birth cohort and the age-cohort model is the most appropriate, in particular for men of Priolo and Terni.

Keywords: contaminated sites, mortality, over time, lung cancer, birth cohort

*Gruppo di lavoro Statistica SENTIERI: Unità di biostatistica, epidemiologia e sanità pubblica, Dipartimento di scienze cardio-toraco vascolari e sanità pubblica, Università di Padova: Annibale Biggeri, Dolores Catelan, Giorgia Stoppa; Dipartimento di scienze statistiche, Università degli studi di Roma "Sapienza", Roma: Emiliano Ceccarelli, Daniele De Rocchi, Giovanna Jona Lasinio, Vittoria La Serra; Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma: Lucia Fazzo, Ivano Iavarone, Roberto Pasetto; Servizio di statistica, Istituto superiore di sanità, Roma: Valerio Manno, Alice Maraschini, Giada Minelli.

Introduzione

Il Progetto SENTIERI, avviato come progetto di ricerca nel 2006, è divenuto un sistema di sorveglianza epidemiologica permanente delle popolazioni residenti nei comuni interessati dalle contaminazioni ambientali dei siti di interesse nazionale per le bonifiche (SIN). Nel primo Rapporto SENTIERI è stata analizzata la mortalità da fonte Istat.¹ Successivamente, il dato di mortalità è stato integrato con quello di ospedalizzazione e con quello di incidenza tumorale con dati da fonte registri tumori.^{2,3} I profili di salute sono stati prodotti considerando inizialmente la popolazione generale di tutte le età e successivamente anche le sottoclassi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili, includendo l'esito delle anomalie congenite. La sorveglianza epidemiologica si basa su una caratterizzazione generale, ossia per grandi gruppi di cause, e una specifica che riguarda l'insieme delle cause considerate d'interesse *a priori* in quanto associabili, in relazione alle evidenze della letteratura scientifica, con la residenza in prossimità delle fonti di contaminazione ambientale presenti in ciascun sito.

A partire dal 1995, sono stati utilizzati i dati Istat sulla mortalità per causa. Le analisi, presentate in diversi rapporti, sono state effettuate separatamente per genere, calcolando una serie di statistiche basate su criteri e riferimenti di popolazione definiti nel primo Rapporto.¹

Per ogni periodo di osservazione, si è utilizzato un approccio trasversale in cui l'esito sanitario specifico per periodo è stato descritto dai seguenti indicatori: numero di eventi osservati, rapporto standardizzato per età di mortalità (SMR), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), rapporto standardizzato di incidenza neoplastica (SIR) e relativo intervallo di confidenza al 90% (IC90%). L'intervallo di confidenza riassume l'incertezza statistica della stima del rischio.

I diversi Rapporti SENTIERI rappresentano aggiornamenti successivi del profilo di salute specifico per causa relativo a brevi periodi, sempre inferiori a 10 anni. Un aspetto sinora non valutato è l'analisi complessiva su lungo periodo che tenga conto dei mutamenti nel tempo dei profili di salute delle popolazioni oggetto di studio da leggere anche in funzione dei cambiamenti avvenuti nei territori dei siti. L'evoluzione temporale del rischio per l'esito sanitario indagato può essere analizzata per periodo di calendario o per coorte di nascita.⁴ Nel primo caso, si studiano tanti profili trasversali (la serie di tassi specifici per classe di età), uno per ogni periodo di calendario esaminato. Nel secondo, si studia la serie di tassi specifici per classe di età di ogni coorte di nascita, quindi si tratta di profili longitudinali, perché i tassi specifici per età

si riferiscono a differenti periodi di calendario relativi alla stessa coorte di nascita che è seguita longitudinalmente nel tempo.⁵ Le variazioni di esposizione a fattori di rischio in genere tendono a manifestarsi come effetti coorte, perché è necessario considerare il tempo di latenza (se possibile, valutato a partire dalla prima esposizione) nel caso di patologie cronico-degenerative. Quindi l'effetto di una nuova esposizione in un certo periodo di calendario si esplica in modo differente a seconda dell'età (anno di nascita) del soggetto. È, invece, più raro osservare un effetto periodo, dovuto cioè a un'esposizione che contemporaneamente esercita lo stesso effetto su tutte le classi di età, come nel caso dell'introduzione di nuove terapie.⁶

In questo lavoro, si mostra l'utilità delle analisi per coorte di nascita nella valutazione degli andamenti temporali su un lungo arco temporale usando come esempio alcune popolazioni residenti in siti nazionali di interesse e di cause di morte, applicabili alla sorveglianza SENTIERI o ad altri esempi di sorveglianza epidemiologica ambientale.

I tre siti selezionati per il presente lavoro sono caratterizzati dalla presenza di poli industriali attualmente in attività e per i quali è presumibile l'emissione di contaminanti volatili, quali gli impianti petrolchimici, le raffinerie e le centrali elettriche a Priolo e Pitelli, e l'impianto siderurgico a Terni. In SENTIERI, la caratterizzazione ambientale dei siti fa riferimento alla documentazione prodotta nell'ambito delle procedure per le bonifiche. I siti di Priolo e Pitelli includono poli industriali complessi, con la presenza di numerose attività su territori vasti, mentre il sito di Terni, seppure il più antico come data di inizio delle attività industriali, include il solo polo siderurgico e alcune discariche a servizio di questo. Il sito industriale di Pitelli si estende su una superficie di 3.300 ettari (e circa 1.500 a mare), è costituito da 2 Comuni ed è caratterizzato dalla presenza di impianti chimici, una centrale elettrica, un'area portuale, alcune discariche abusive e una contaminazione da amianto; le principali attività industriali sono iniziate nel 1978. L'area industriale di Priolo ha un'estensione di 5.814 ettari (e circa il doppio in aree marine) ed è costituito da 4 Comuni; le principali attività iniziarono nel 1947 e includono impianti chimici, un polo petrolchimico, una raffineria, un'area portuale, una fabbrica di manufatti in cemento-amianto in uno dei Comuni del sito e discariche non a norma di rifiuti industriali. L'area del sito di Terni-Papigno, di circa 650 ettari, include il solo Comune di Terni ed è localizzato nella relativa conca; l'impianto siderurgico la cui contaminazione ambientale ha portato alla definizione del sito di interesse nazionale per le bonifiche iniziò le attività nel 1935.

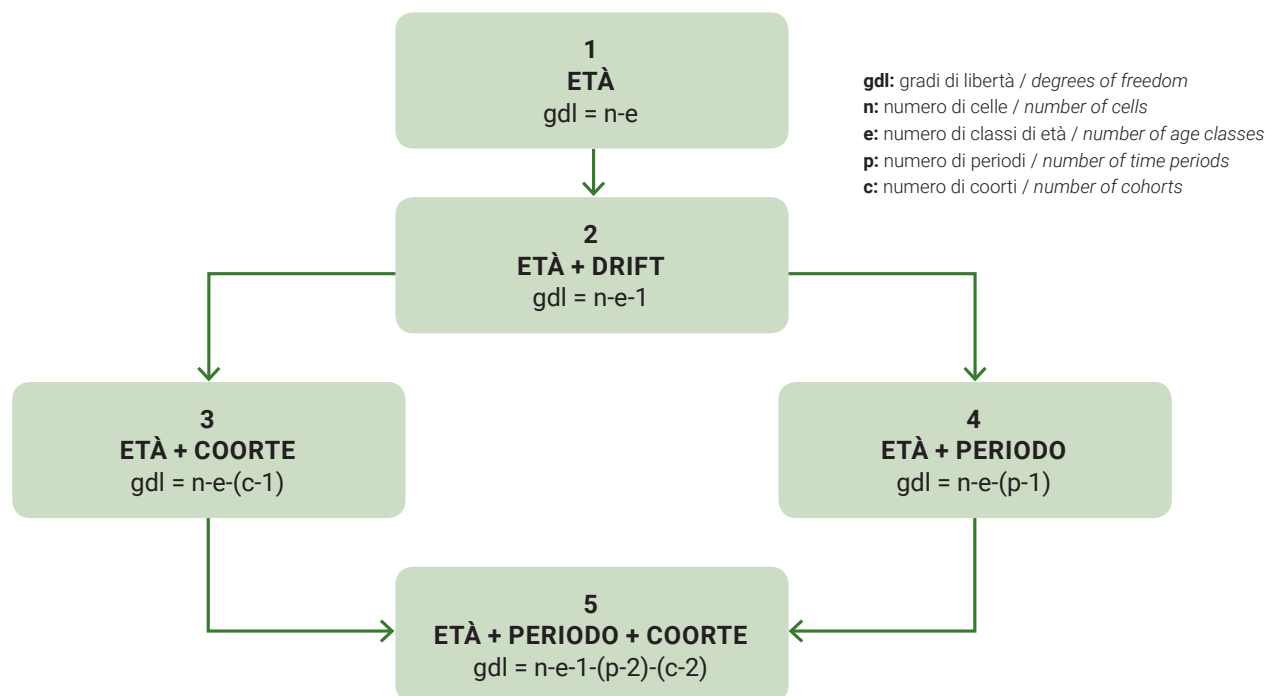


Figura 1. Diagramma di flusso che mostra i differenti modelli che sono stati specificati e la loro reciproca relazione gerarchica.

Figure 1. Logical order in which to consider models with at most one type of temporal variation. The formula on the second line of a box gives the number of degrees of freedom for a table with E age classes, P time periods, C cohorts

Fonte di dati

È stata utilizzata la banca dati disponibile presso il Servizio di statistica dell'Istituto superiore di sanità a partire dall'indagine sulle cause di morte dell'Istat e dalle popolazioni comunali Istat (www.demoistat.it). Le cause di morte sono state classificate secondo la International Classification of Diseases (ICD) elaborata dall'Organizzazione mondiale della sanità (OMS). Essa viene sottoposta periodicamente ad aggiornamenti, rispondenti al progredire delle conoscenze mediche sulle patologie, denominate "Revisioni". A partire dall'anno 2003, è stata adottata in Italia la classificazione tuttora vigente, la decima revisione (ICD-10).⁷ Negli anni precedenti al 2003, era in vigore la nona revisione (ICD-9), applicata per i decessi dal 1979 al 2002.⁸ Nelle successive revisioni, i cambiamenti prodotti negli andamenti temporali della mortalità per causa sono stati documentati per il nostro Paese attraverso uno studio di *bridge coding*.⁹

L'elenco delle cause selezionate per lo studio viene riportato in tabella 1 con i rispettivi codici ICD di riferimento, i dati sono stati elaborati per genere e classi quinquennali di età.

Metodi

Analisi esplorativa

È stata effettuata un'analisi esplorativa preliminare degli andamenti di mortalità specifica per causa dei singoli siti rispetto alle loro regioni di riferimento: sono state prodotte delle curve lisce di tipo LO-

ESS (*Local Regression*), costruite sulla serie temporale dei tassi standardizzati dei siti e delle regioni (Allegato 1 Materiale supplementare). Sono state calcolate anche le bande di confidenza al 90% per ciascuna curva, per mostrare il grado di incertezza associato alle stime puntuali. Le curve LOESS sono una generalizzazione della regressione polinomiale, si basano sull'adattamento di modelli di regressione polinomiale di primo o secondo grado a sottoinsiemi localizzati dei dati al fine di stimare una funzione non lineare continua che descriva la parte deterministica della variabilità osservata, punto per punto.^{10,11}

Modelli età, periodo, coorte

Il focus del lavoro si è poi concentrato sull'analisi per coorte di nascita e periodo di calendario.

Sono stati considerati i dati aggregati in 18 classi di età quinquennali (0-4, 5-9, [...], 85+) e 8 periodi quinquennali (a eccezione dell'ultimo che è un quadriennio: 1980-1984, 1985-1989, 1990-1994, 1995-1999, 2000-2004, 2005-2009, 2010-2014, 2015-2018).

La tabella 2 riporta il diagramma di Lexis e la ricostruzione delle coorti di nascita. Sono riportate le 15 coorti che sono state considerate nell'analisi. Le coorti sono definite sulle diagonali del diagramma di Lexis, coprono un lasso temporale di 10 anni e sono tra di loro parzialmente sovrapposte (tabella 2).

Per ogni causa, sesso e sito indagati sono stati adattati una serie di modelli loglineari gerarchicamente ordinati (figura 1) ed è stato scelto il modello che meglio

si adatta ai dati. Il test statistico effettuato si basa sulla differenza tra logaritmi del rapporto di massima verosimiglianza di modelli gerarchicamente ordinati.⁶

In generale, considerando le righe $i=1\dots I$ e le colonne $j=1\dots J$ del diagramma di Lexis, definiti O_{ij} il numero di decessi osservati (PY_{ij} i relativi anni-persona di osservazione) per la i -esima riga e j -esima colonna, come variabili casuali poissoniane $O_{i,c} \sim \text{Poisson}(E_{i,c})$, si specifica un modello log-lineare:

$$\log(E_{i,c}) = \beta_i + \beta_j^{\text{periodo}} + \beta_c^{\text{coorte}} + \log(PY_{i,c})$$

dove:

β_i è il coefficiente per la i -esima riga (in genere la classe di età);

β_j^{periodo} i coefficienti per la j -esima colonna (in genere il periodo di calendario);

β_c^{coorte} la c -esima diagonale (in genere la coorte di nascita); $\log(PY_{i,c})$ è l'offset (il peso da attribuire a ogni cella, nel caso in cui si modellino i tassi saranno gli anni persona di osservazione, nel caso in cui si modellino i rapporti tra tassi saranno gli attesi secondo la standardizzazione indiretta).¹²

Il modello contiene, quindi, un termine di interazione tra righe e colonne, che indicizza le diagonali del diagramma di Lexis. I coefficienti sono linearmente correlati, per esempio, per una generica diagonale $c=I-i+j$ per cui il modello completo è sovrapparametrizzato. Una soluzione consiste nel ridefinire il modello con un termine lineare (il cosiddetto *drift*) $J-2$ termini non lineari per il periodo e $C-2$ termini non lineari per la coorte:

$$\log(E_{i,c}) = \beta_i + \beta^{\text{drift}} + \beta_j^{\text{periodo}} + \beta_c^{\text{coorte}} + \log(PY_{i,c})$$

Fissando i termini per l'età, il termine lineare è attribuibile o al periodo o alla coorte facendo opportune assunzioni.

Ponendo a zero i coefficienti di periodo o di coorte si ottiene la sequenza di modelli gerarchicamente ordinati mostrati in figura 1.

Per esemplificare la lettura della figura 1, confrontiamo il modello con solo i termini per le classi di età (modello 1) con il modello a lui gerarchicamente ordinato che oltre i termini per le classi di età include i termini per il periodo di calendario (modello 4). Questo confronto è eseguito calcolando la differenza tra il logaritmo del rapporto di massima verosimiglianza marginale del modello con solo i termini età e il logaritmo del rapporto di massima verosimiglianza del modello con i termini per età e periodo. Sotto ipotesi nulla (cioè che i termini per il periodo di calendario non contribuiscano a spiegare la variabilità osservata), la differenza tra i due logaritmi del rapporto di massima verosimiglianza si distri-

buisce come una deviatata χ^2 con gradi di libertà (gdl) pari alla differenza tra i gdl residui dei due modelli. Se si osserva bene, si vede che questo confronto è scomponibile in due parti, un primo test per l'andamento lineare (relativamente al *drift*) con un grado di libertà (confrontando il modello 1 con il modello 2) e un test per l'andamento non lineare con $p-2$ gradi libertà, che confronta il modello 4 con il modello 2.

I modelli età-coorte (modello 3) ed età-periodo (modello 4) non sono direttamente confrontabili, in quanto non sono gerarchicamente ordinati, quindi la differenza tra i logaritmi del rapporto di massima verosimiglianza dei due modelli non è distribuita come una deviatata χ^2 . Per la valutazione dei modelli, inoltre, è stato utilizzato anche il criterio di informazione bayesiano (BIC). Quando si adattano i modelli con molti parametri, è sempre possibile ottenere un buon adattamento ed è pertanto difficile eseguire il confronto e interpretare i risultati. Il BIC risolve questo problema introducendo un termine di penalizzazione per il numero di parametri del modello, privilegiando perciò modelli più parsimoniosi.¹³

Effetti di interesse e stimatori utilizzati (estimand)

Per quanto riguarda gli andamenti di periodo, sono stati calcolati i tassi standardizzati diretti (rispetto alla popolazione standard europea)¹⁴ e gli SMR. Per il calcolo di questi ultimi, sono stati utilizzati come riferimento i tassi osservati nelle popolazioni regionali dei siti di appartenenza per lo stesso periodo di calendario, con esclusione delle popolazioni dei siti presenti nella Regione. L'analisi dei rapporti osservati/attesi permette di studiare la variazione relativa della mortalità e la sua evoluzione nel tempo. Vi è un'esatta corrispondenza con le stime dei termini di periodo del modello età-periodo nel caso in cui sia valida l'assunzione di moltiplicatività degli effetti.¹⁵ Per semplicità di calcolo e robustezza, si sono quindi usati questi stimatori standardizzati.¹⁶

Più complessa la valutazione degli andamenti per coorte di nascita. In questo caso, gli stimatori si basano sulle stime dei termini di coorte del modello età-coorte e l'assunto di validità del modello moltiplicativo deve essere valido. Sono stati calcolati i rischi cumulativi 20-84 anni calcolati a partire dalla matrice dei tassi specifici stimati per età e periodo e gli SMR cumulativi 20-84 anni calcolati sulla matrice dei rapporti osservati/attesi stimati. Anche per la coorte di nascita, l'analisi dei rapporti osservati/attesi permette di studiare la variazione relativa della mortalità e la sua evoluzione nel tempo. In particolare, ricordiamo la specifica del modello loglineare nel caso degli effetti di coorte.

Definiti $O_{i,c}$ e $PY_{i,c}$ il numero di decessi osservati e i relativi anni-persona di osservazione per la i -esima clas-

se d'età e c-esima coorte di nascita si adatta un modello log-lineare di regressione di Poisson:

$$\log(E_{i,c}) = \beta_i + \beta_c^{\text{coorte}} + \log(PY_{ic})$$

dove:

$O_{i,c} \sim \text{Poisson}(E_{i,c})$, β_i è il coefficiente per la i-esima classe di età (logaritmo del tasso specifico della i-esima classe di età);

β_c^{coorte} il coefficiente per la c-esima coorte (logaritmo del rapporto tra il tasso per la c-esima coorte e il tasso della coorte di riferimento);

$\log(PY_{ic})$ è l'offset, cioè il peso da attribuire alla relativa frequenza osservata.

La coorte di riferimento scelta è la coorte dei nati negli anni 1925-1934. Nel modello non è inserita l'intercetta, per cui i coefficienti specifici per età sono tutti interpretabili direttamente come logaritmi dei tassi specifici. Il precedente modello, dove gli effetti periodo sono posti a zero, è una semplificazione rispetto al modello più generale età-periodo-coorte.

Il rischio cumulativo 20-84 anni per la generica c-esima coorte è definito come

$$RC_c = 1 - \exp\left(-5 \sum_{i=20-24}^{I=80-84} \exp(\beta_i + \beta_c^{\text{coorte}})\right)$$

ed è stimato a partire dalle stime dei coefficienti di regressione del corrispondente modello età-coorte; il suo intervallo di confidenza è ottenuto attraverso il metodo delta.¹⁷

Abbiamo definito anche gli SMR cumulativi 20-84 anni per le coorti analizzate. In questo caso, gli attesi, come detto prima, sono stati ottenuti per ogni periodo di calendario sulla base dei tassi specifici per età della popolazione di riferimento.

Il modello di regressione è analogo a quello descritto in precedenza, ma con il logaritmo del numero di eventi attesi sotto standardizzazione indiretta come offset. Per la c-esima coorte, l'SMR cumulativo 20-84 anni è definito dalla seguente formula:

$$SMR_{cum_c} = \sum_{i=20-24}^{I=80-84} \exp(\beta_i + \beta_c^{\text{coorte}})$$

ed è stimato a partire dalle stime dei coefficienti di regressione del corrispondente modello età-coorte con $\log(\text{Attesi}_{ic})$ che sostituisce $\log(PY_{ic})$; il suo intervallo di confidenza è ottenuto attraverso il metodo delta.¹⁷

Ricapitolando, nella sezione «Metodi» sono state presentate:

1. le analisi esplorative con funzioni di lisciamiento applicate agli andamenti per periodo di calendario;

2. le analisi età-periodo-coorte definite sul diagramma di Lexis e la metodologia di selezione del modello. Il lettore deve essere consapevole delle arbitrarietà comunque insite nella scelta di un unico modello. In questo lavoro, ci si è interessati a rilevare se il modello età-coorte sia in generale quello che meglio riassume gli andamenti temporali osservati;

3. gli stimatori (*estimand*) delle quantità di interesse (tassi, cioè frequenze assolute, e rapporti tra tassi, cioè frequenze relative) per le due dimensioni temporali considerate, il periodo di calendario e la coorte di nascita. Mentre per periodo di calendario non ci sono difficoltà, quindi si riporteranno i tassi standardizzati diretti o indiretti (come SMR); nel caso della coorte di nascita gli stimatori, si basano sulle stime dei parametri di un modello di regressione.

Infine, si ricorda che in questo lavoro vengono presentate le analisi degli andamenti temporali per coorte di nascita e periodo di calendario per la mortalità generale e la mortalità per tumore del polmone, separatamente per gli uomini e le donne. Questa scelta, oltre a essere dettata dalla necessità di contenere il numero di grafici e tabelle, è fatta sulla base dell'esigenza di fornire comunque un quadro complessivo dell'andamento degli indicatori nei tre siti selezionati attraverso l'analisi della mortalità per tutte le cause e per una causa considerata *a priori* di particolare importanza nei tre siti.

Risultati

Le analisi grafiche effettuate con le curve LOESS (appendice 1) hanno riguardato tutte le cause presentate in tabella 1; la finalità di queste rappresentazioni è quella di mostrare le tendenze di periodo dell'andamento dei tassi per causa nei siti, rispetto all'andamento del loro riferimento regionale. In molti casi, le tendenze degli andamenti regionali si riscontrano anche nei singoli SIN; un esempio di andamenti diversi tra SIN e Regione si trova per le malattie ischemiche del cuore a Pitelli. In tabella 3 sono riportati i risultati dell'adattamento dei differenti modelli età-periodo-coorte. Gli andamenti per coorte di nascita sono in genere preferiti come appare dalla tabella, che riassume i modelli età-periodo-coorte che meglio si adattano ai tassi osservati (età-coorte 28 volte su 60 modelli che sono stati specificati). Il modello età-periodo è risultato preferito 7 volte; 14 volte il modello con il solo termine lineare; 5 volte non era presente alcun andamento temporale e 6 volte il più complesso modello con gli effetti di coorte e di periodo.

La mortalità generale mostra profili temporali più complessi se si considerano i rischi cumulativi, ma generalmente mostra che l'asse temporale più importante è la coorte di nascita per gli SMR cumulativi (una

| Causa di decesso | Codice ICD-9 (1980-2002) | Codice ICD-10 (2003-2018) |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Mortalità generale | 1-999 | A00-T98 |
| Tutti i tumori | 140-239 | C00-D48 |
| Tumore del polmone | 162 | C33-C34 |
| Malattie ischemiche del cuore | 410-414 | I20-I25 |
| Malattie respiratorie croniche | 491-494 e 495 | J41-J44, J47 |
| Malattie respiratorie acute | 460-466 e 480-487 | J00-J06, J10-J18, J20-J22 |

Tabella 1. Elenco cause di decesso e relativi codici.
Table 1. Causes of death and ICD9/ICD-10 codes.

| Classi di età (anni) | Periodo | | | | | | | |
|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1980-1984 | 1985-1989 | 1990-1994 | 1995-1999 | 2000-2004 | 2005-2009 | 2010-2014 | 2015-2018 |
| 0-4 | 1975-1984 | 1980-1989 | 1985-1994 | 1990-1999 | 1995-2004 | 2000-2009 | 2005-2014 | 2010-2019 |
| 5-9 | 1970-1980 | 1975-1984 | 1980-1989 | 1985-1994 | 1990-1999 | 1995-2004 | 2000-2009 | 2005-2014 |
| 10-14 | 1965-1974 | 1970-1980 | 1975-1984 | 1980-1989 | 1985-1994 | 1990-1999 | 1995-2004 | 2000-2009 |
| 15-19 | 1960-1969 | 1965-1974 | 1970-1980 | 1975-1984 | 1980-1989 | 1985-1994 | 1990-1999 | 1995-2004 |
| 20-24 | 1955-1964 | 1960-1969 | 1965-1974 | 1970-1980 | 1975-1984 | 1980-1989 | 1985-1994 | 1990-1999 |
| 25-29 | 1950-1959 | 1955-1964 | 1960-1969 | 1965-1974 | 1970-1980 | 1975-1984 | 1980-1989 | 1985-1994 |
| 30-34 | 1945-1954 | 1950-1959 | 1955-1964 | 1960-1969 | 1965-1974 | 1970-1980 | 1975-1984 | 1980-1989 |
| 35-39 | 1940-1949 | 1945-1954 | 1950-1959 | 1955-1964 | 1960-1969 | 1965-1974 | 1970-1980 | 1975-1984 |
| 40-44 | 1935-1944 | 1940-1949 | 1945-1954 | 1950-1959 | 1955-1964 | 1960-1969 | 1965-1974 | 1970-1980 |
| 45-49 | 1930-1939 | 1935-1944 | 1940-1949 | 1945-1954 | 1950-1959 | 1955-1964 | 1960-1969 | 1965-1974 |
| 50-54 | 1925-1934 | 1930-1939 | 1935-1944 | 1940-1949 | 1945-1954 | 1950-1959 | 1955-1964 | 1960-1969 |
| 55-59 | 1920-1929 | 1925-1934 | 1930-1939 | 1935-1944 | 1940-1949 | 1945-1954 | 1950-1959 | 1955-1964 |
| 60-64 | 1915-1924 | 1920-1929 | 1925-1934 | 1930-1939 | 1935-1944 | 1940-1949 | 1945-1954 | 1950-1959 |
| 65-69 | 1910-1919 | 1915-1924 | 1920-1929 | 1925-1934 | 1930-1939 | 1935-1944 | 1940-1949 | 1945-1954 |
| 70-74 | 1905-1914 | 1910-1919 | 1915-1924 | 1920-1929 | 1925-1934 | 1930-1939 | 1935-1944 | 1940-1949 |
| 75-79 | 1900-1909 | 1905-1914 | 1910-1919 | 1915-1924 | 1920-1929 | 1925-1934 | 1930-1939 | 1935-1944 |
| 80-84 | 1895-1904 | 1900-1909 | 1905-1914 | 1910-1919 | 1915-1924 | 1920-1929 | 1925-1934 | 1930-1939 |
| 85+ | 1890-1899 | 1895-1904 | 1900-1909 | 1905-1914 | 1910-1919 | 1915-1924 | 1920-1929 | 1925-1934 |

Tabella 2. Diagramma di Lexis con indicazione delle classi di età e periodo di calendario. Evidenziate, le coorti di nascita analizzate.
Table 2. Lexis diagram showing calendar periods, age groups, and birth cohorts. Highlighted, the birth cohorts used in the age-period-cohort analysis.

| Causa di morte | Pitelli | | | | Priolo | | | | Terni | | | |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-----------|----------|--------|----------|
| | Femmine | | Maschi | | Femmine | | Maschi | | Femmine | | Maschi | |
| | Tassi | SMR | Tassi | SMR | Tassi | SMR | Tassi | SMR | Tassi | SMR | Tassi | SMR |
| Mortalità generale | APC | AC | APC | AC | APC | AC | APC | AC | APC | Drift | APC | AC |
| Tutti i tumori | AC | AC | AC | AC | AC | No trend | AC | Drift | AC (0,10) | Drift | AC | AC |
| Tumore del polmone | Drift | Drift | AC | AP (BIC) | Drift | No trend | AC | Drift | Drift | Drift | AC | No trend |
| Malattie ischemiche del cuore | AC (BIC) | AP (BIC) | AC (BIC) | AP (BIC) | AC (BIC) | AP (BIC) | AC (BIC) | AP | AC | No trend | AC | No trend |
| Malattie respiratorie croniche | AP | AP | AC (BIC) | Drift | AC (BIC) | AC (BIC) | AC | AC | Drift | Drift | Drift | Drift |

No trend: modello con i solo effetti età cronologica senza nessun termine per andamenti temporali / *model with only age*; **Drift:** modello con il solo termine lineare / *age and linear drift model*; **AP:** modello con gli effetti non lineari di periodo di calendario / *age-period model*; **AC:** modello con gli effetti non lineari di coorte di nascita / *age-cohort model*; **APC:** modello con gli effetti non lineari di periodo e di coorte / *age-period-cohort model*; **BIC:** modello selezionato utilizzando il criterio di informazione bayesiano / *model selection based on the Bayesian information criterion*

Tabella 3. Modelli età-periodo-coorte che meglio si adattano ai dati, per sito di analisi, genere, indicatore (SMR/tassi) e causa di morte.
Table 3. Age-period-cohort models that best fit the data, by site, gender, indicator (SMR/rate), and cause of death.

volta cioè che si aggiusta per l'andamento della popolazione di riferimento).

L'asse temporale più importante per i tumori è la coorte di nascita. Nel caso del tumore del polmone, è chiara la preferenza per il modello età-coorte per Priolo e Terni negli uomini.

Per le malattie ischemiche e valutando la mortalità relativa (SMR), il modello che meglio si adatta è il modello età-periodo, suggerendo che eccessi rispetto alla popolazione di riferimento per questa patologia possono avere tempi di latenza minori.

Per quanto riguarda le malattie respiratorie croniche, il quadro è meno chiaro e il modello che meglio si adatta ai dati osservati differisce tra sito e sito. Si deve tener conto, in questo caso, della minor numerosità dei decessi, quindi della maggiore instabilità delle stime.

Per quanto riguarda gli andamenti per periodo di calendario dei tassi standardizzati di mortalità per tutte le cause, si osservano in tutti e tre i siti indagati e in entrambi i generi i grandi trend secolari di riduzione della mortalità (figura 2). Per quanto riguarda gli andamenti per periodo di calendario dei tassi standardizzati di mortalità per tumore del polmone, si osserva negli uomini una tendenza all'omogeneizzazione nei tre siti, con un livello simile di mortalità negli ultimi tre periodi temporali. Negli anni precedenti, invece, è evidente un forte sbilanciamento, con alti tassi di mortalità, per il sito di Pitelli. Nelle donne, si osserva una tendenza all'aumento della mortalità per tumore polmonare in tutti i tre i siti indagati (figura 3).

Gli andamenti dei rischi cumulativi per coorte di nascita mostrano, per la mortalità generale, i grandi trend secolari di riduzione del rischio in tutti i siti e in entrambi i generi. Nel sito Pitelli, tra gli uomini, i nati dopo il 1960 hanno rischi cumulativi più alti rispetto alle coorti nate dopo il 1954, in controtendenza rispetto ai trend secolari e a quanto osservato negli altri due siti esaminati (figura 4).

I rischi cumulativi di tumore polmonare per coorte di nascita mostrano, per le donne, una generale tendenza all'aumento, particolarmente evidente per il sito di Terni. Negli uomini, nel Sito di Priolo e Terni si osserva il picco di rischio per le coorti nate intorno al 1930, coerentemente con l'andamento medio nazionale. Nel sito di Pitelli, si osserva invece un fortissimo rischio per le coorti più anziane; rischio che si riporta sui valori degli altri siti per le coorti più giovani, a partire dalla coorte di nascita 1925-1934 (figura 5).

La lettura degli andamenti degli SMR per periodo di calendario e degli SMR cumulativi per coorte di nascita è meno facile, in quanto si tratta di valutazioni relative rispetto agli andamenti della popolazione di riferimento, cioè la popolazione regionale al netto della popolazione residente nei siti indagati.

Gli SMR relativi alla mortalità generale per periodo di calendario mostrano che a Pitelli si mantiene su livelli inferiori alla popolazione di riferimento per tutti i periodi indagati sia negli uomini sia nelle donne. La popolazione del sito di Priolo mostra, invece, una tendenza differente per genere. Negli uomini, rispetto a un eccesso registrato nel periodo 1985-1989, negli ultimi anni si rileva un ritorno ai valori di mortalità della popolazione di riferimento. Per nelle donne, il vantaggio storico registrato nei primi periodi temporali (SMR inferiori a 100) si perde progressivamente e si arriva ai livelli di mortalità della popolazione di riferimento nei periodi più recenti.

Per il sito di Terni, da una situazione iniziale che non mostra differenze di mortalità rispetto alla popolazione di riferimento si passa progressivamente a una situazione di maggior mortalità sia negli uomini sia nelle donne (figura 6).

Per il tumore del polmone, l'analisi degli SMR per periodi di calendario mostra, negli uomini, una tendenza a riportarsi da una situazione di eccesso a un ritorno ai valori di mortalità della popolazione di riferimento per i siti di Pitelli e Priolo. Nelle donne, l'andamento degli SMR nei due siti è meno chiaro. Per il sito di Terni, gli SMR per tumore del polmone mostrano, soprattutto tra gli uomini in quasi tutti i periodi, una mortalità superiore alla media della popolazione di riferimento e, maggiormente nelle donne, una chiara tendenza all'aumento con valori superiori alla popolazione di riferimento per gli ultimi periodi indagati (figura 7).

Gli SMR cumulativi per coorte di nascita rappresentano l'effetto differenziale di coorte di nascita rispetto all'andamento regionale delle stesse coorti di nascita. Come valore nullo, si consideri il valore 13 (tredici classi di età). Nelle donne, per la mortalità generale, gli SMR cumulativi mostrano una certa stabilità con valori inferiori alla media della popolazione di riferimento per Pitelli, mentre per Priolo e Terni si registra una tendenza all'aumento, con valori di mortalità superiori alla media per le coorti più giovani. Negli uomini, gli andamenti per coorte non mostrano differenze rispetto alla popolazione di riferimento, tranne che per Priolo, dove si osserva la perdita del vantaggio in termini di mortalità che avevano le coorti più anziane e l'allineamento delle coorti più giovani alla mortalità della popolazione di riferimento (figura 8). Per il tumore del polmone, gli SMR cumulativi per coorte di nascita mostrano nelle donne un andamento favorevole per Pitelli, con una progressiva riduzione del rischio relativamente al riferimento per le coorti più giovani. Diversamente, nei siti di Priolo e Terni, le donne delle coorti di nascita più giovani mostrano rischi crescenti rispetto al riferimento. Negli uomini, gli SMR cumulativi per coorte sono stabili con una mortalità in linea con il riferimento per Pitelli, in diminu-

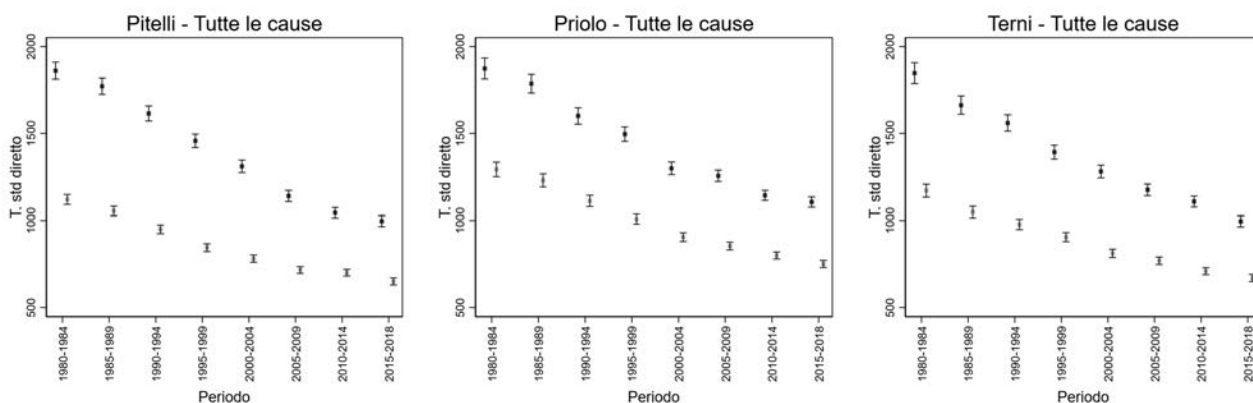


Figura 2. Andamenti per periodo di calendario dei tassi standardizzati diretti di mortalità per tutte le cause con popolazione standard Europa 2013 (Sabbia Femmine Rosso Maschi).

Figure 2. Comparison of mortality for all-causes. Direct standardised rates. Reference: 2013 European population (Khaki Females Red Males).

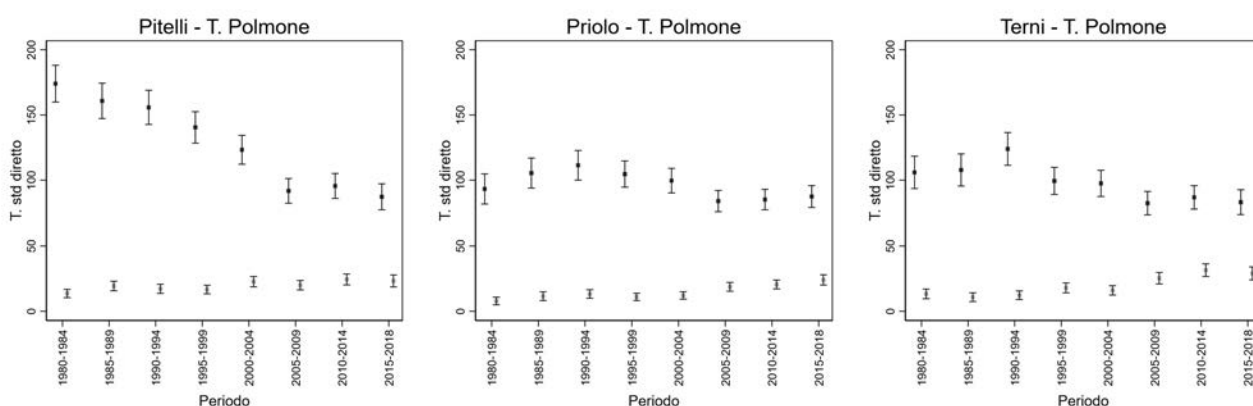


Figura 3. Andamenti per periodo di calendario dei tassi standardizzati diretti di mortalità per tumore del polmone con popolazione standard Europa 2013 (Sabbia Femmine Rosso Maschi).

Figure 3. Comparison of mortality for lung cancer. Direct standardised rates. Reference: 2013 European population (Khaki Females Red Males).

zione con la mortalità che si riporta sui valori del riferimento per le coorti più giovani a Priolo, in aumento con rischio che tende a mostrare una maggior mortalità, in particolare nel genere femminile, rispetto al riferimento, per Terni (figura 9).

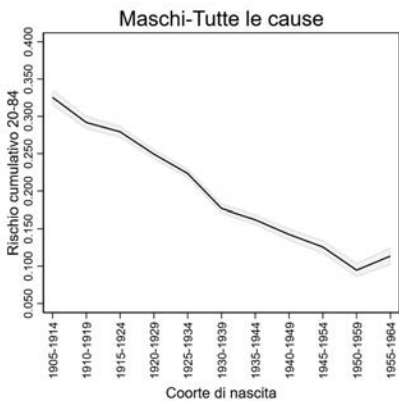
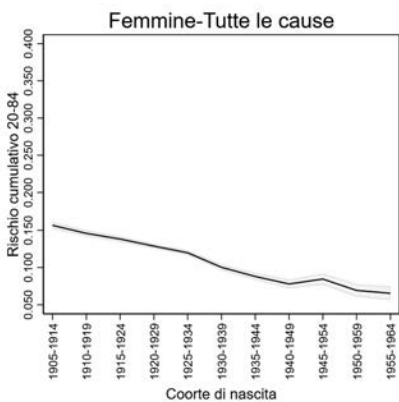
Valutazioni conclusive

Tutti i siti oggetto del piano di sorveglianza epidemiologica di SENTIERI sono aree nelle quali la contaminazione ambientale è stata valutata di entità tale da rappresentare un rischio per l'ambiente e la salute delle popolazioni ivi residenti. Tutti i siti, al momento della loro istituzione (intorno ai primi anni Duemila), sono stati definiti di interesse nazionale per le bonifiche ambientali. Attualmente, sono poche le aree per le quali le attività di bonifica sono terminate e, seppure sia presumibile che a partire dai primi anni Duemila l'introduzione di nuovi sistemi produttivi e di abbattimento delle emissioni abbia portato alla riduzione dei contaminanti emessi degli impianti, per i restanti siti non è possibile al momento individuare con precisione una data a partire dalla quale ci sia stata una dimi-

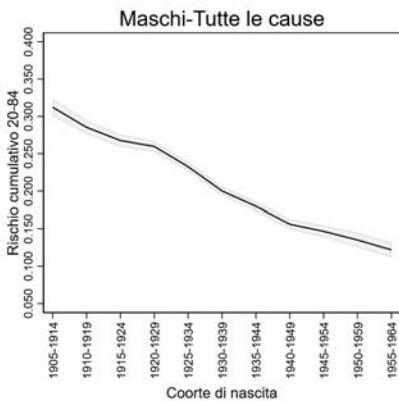
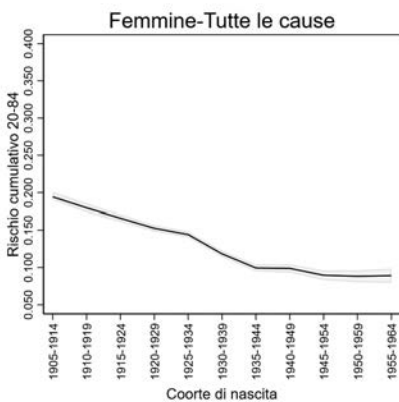
nuzione dell'esposizione a contaminanti ambientali e quando verranno completate le attività di bonifica.¹⁸ Tutti e tre i siti presi in considerazione in questo studio hanno almeno una delle fonti di contaminazione per la quale l'evidenza *a priori* di associazione con il tumore del polmone (la cui mortalità è stata analizzata come esempio per i modelli qui utilizzati) è stata definita limitata oppure sufficiente: petrolchimici e raffinerie, centrali elettriche, impianti siderurgici, fabbriche di cemento-amianto.¹⁹ L'analisi per periodo di calendario copre gli anni 1980-2018; quindi, tranne che per il sito di Pitelli, un periodo largamente successivo all'insediamento degli impianti. L'analisi degli andamenti per periodo di calendario dei tassi standardizzati di mortalità per tutte le cause mostra in tutti e tre i siti indagati e in entrambi i generi i grandi trend secolari di riduzione della mortalità osservati a livello nazionale. Anche per il tumore del polmone, si osservano le tendenze nazionali, in particolare la decrescita della mortalità negli uomini e il trend in aumento nelle donne.

Gli andamenti temporali degli SMR nei siti sono me-

Pitelli



Priolo



Terni

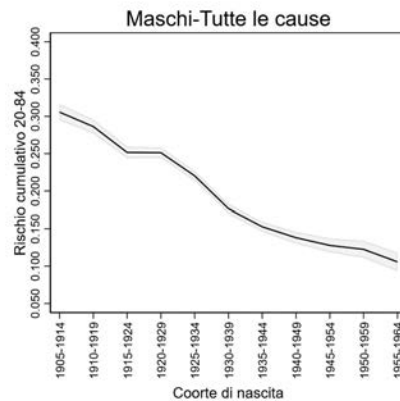
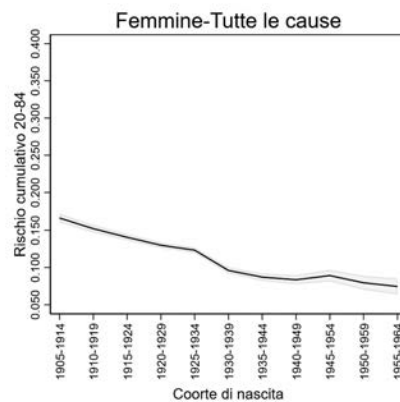
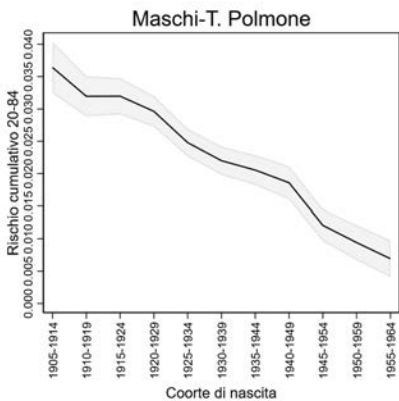
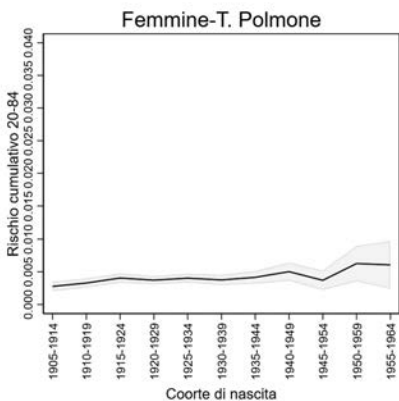
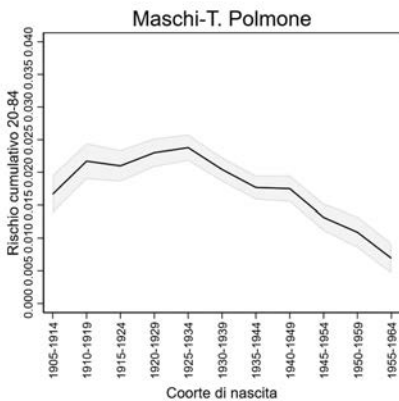
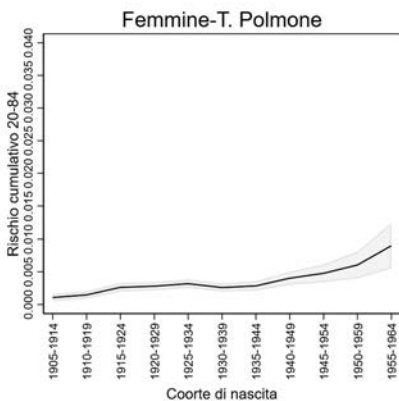


Figura 4. Andamento dei rischi cumulativi per coorte di nascita dei tassi standardizzati di mortalità per tutte le cause. Maschi e femmine.
Figure 4. Cumulative risk for all-cause mortality by birth cohort. Males and females.

Pitelli



Priolo



Terni

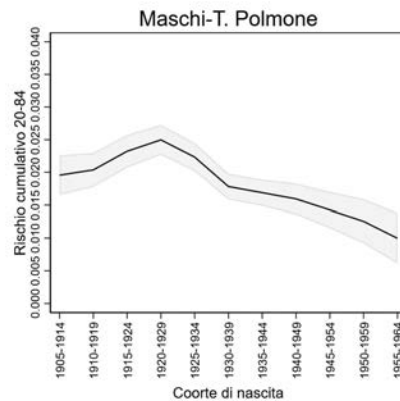
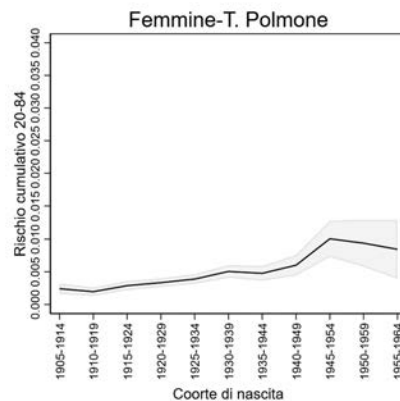


Figura 5. Andamento dei rischi cumulativi per coorte di nascita dei tassi standardizzati della mortalità per tumore del polmone. Maschi e femmine.
Figure 5. Cumulative risk for lung cancer mortality by birth cohort. Males and females.

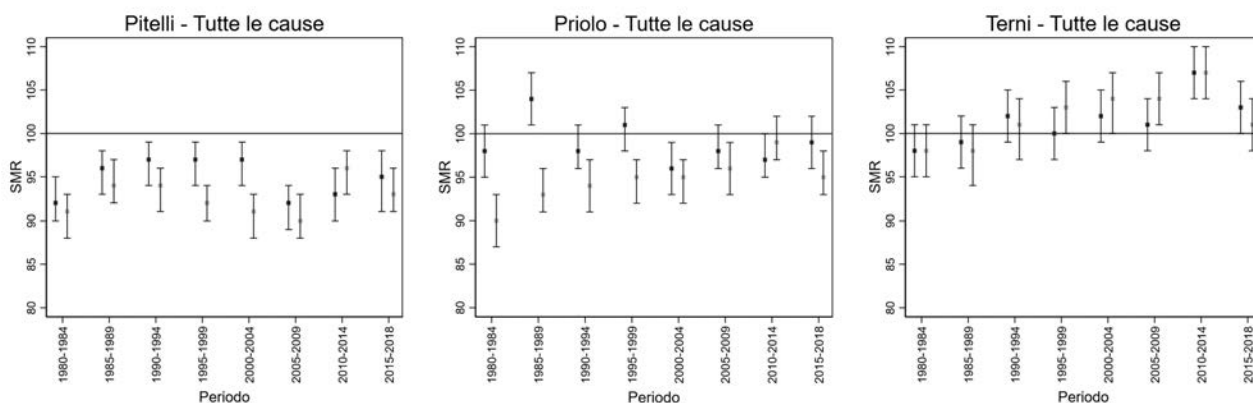


Figura 6. Andamenti per periodo di calendario dei rapporti standardizzati di mortalità per tutte le cause (SMR) con riferimento regionale specifico per periodo di calendario (Sabbia Femmine Rosso Maschi).

Figure 6. Mortality for all-causes. Sex- and cause-specific SMR%, according to calendar period and age class, regional reference (Khaki Females Red Males).

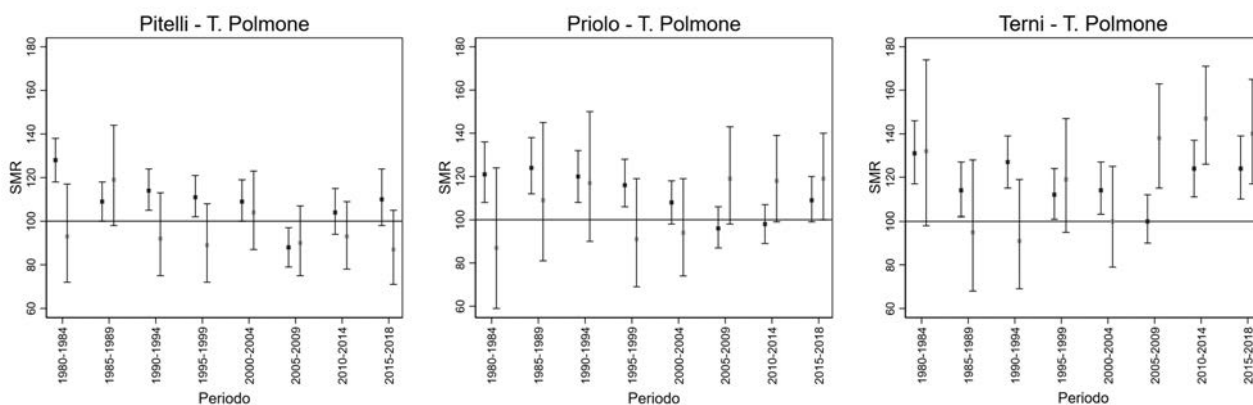


Figura 7. Andamenti per periodo di calendario dei rapporti standardizzati di mortalità per tumore del polmone (SMR) con riferimento regionale specifico per periodo di calendario (Sabbia Femmine Rosso Maschi).

Figure 7. Mortality for lung cancer. Sex- and cause-specific SMR%, according to calendar period and age class, regional reference (Khaki Females Red Males).

glio spiegati dalla coorte di nascita. Gli andamenti degli SMR per periodo di calendario sono difficilmente interpretabili rispetto ai periodi di insediamento degli impianti produttivi, fatta eccezione per gli SMR per tumore del polmone negli uomini residenti a Terni, dove si riscontra un incremento del rischio relativo rispetto alla media a partire dal 2010.

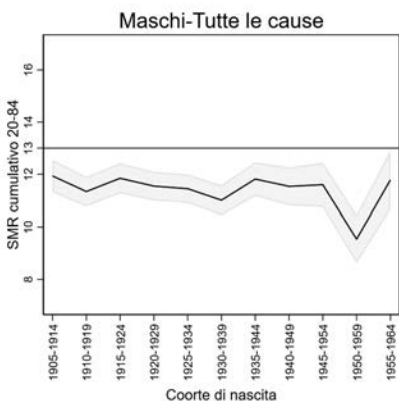
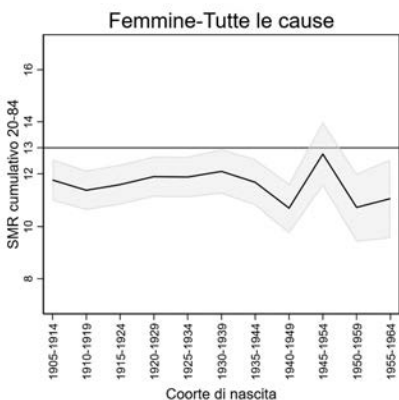
L'analisi per coorte di nascita permette di fare delle valutazioni compiute sulla storia e l'evoluzione che ha avuto la mortalità in questi contesti, perché si riesce a coprire il lasso temporale dal 1905 al 1964.

Per quanto riguarda il sito di Pitelli, dove le attività industriali, come riportate nella documentazione per le bonifiche, sono più recenti, con l'inizio delle principali attività nel 1978, non si osservano andamenti degli SMR cumulativi per coorte nascita che siano da mettere in relazione con il periodo relativo alle attività industriali. Assumendo che l'impatto possa aver avuto luogo a partire dalle coorti che avevano vent'anni al momento dell'inizio delle attività, si dovrebbe osservare un aumento dei rischi relativi per le coorti di na-

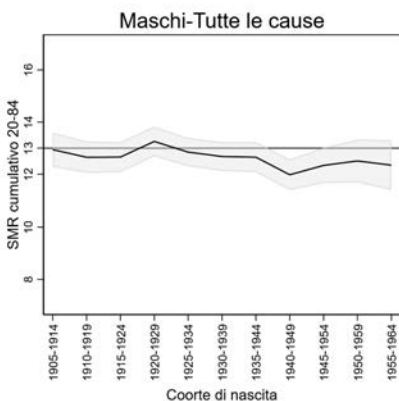
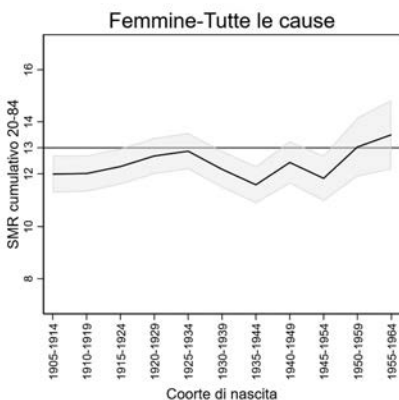
scita dal 1950-1959 in poi: si vede una leggera tendenza in questo senso per il tumore del polmone, ma con una grande incertezza statistica.

Nel sito di Priolo, l'attività industriale è attiva dal 1947. Rispetto agli andamenti temporali dei rischi relativi per la mortalità generale, l'asse temporale principale è la coorte di nascita. In entrambi i generi si riscontra un aumento del rischio relativo (SMR cumulativi) a partire dalle coorti nate nel periodo 1945-1954. Si nota, in particolare per la mortalità generale tra la popolazione femminile, un peggioramento del rischio della mortalità per tutte le cause a partire dalle nate dopo il 1950. Per il tumore del polmone negli uomini, si osserva una tendenza a riportarsi sulla media regionale per le coorti più giovani. L'andamento in crescita per il tumore del polmone si osserva dalle coorti di nascita dei primi anni del Novecento, decrescendo nelle coorti più giovani: in altre parole, gli SMR cumulativi per tumore del polmone sono al di sopra del livello di riferimento in tutte le coorti di nascita analizzate, anche se con un miglioramento per le coorti di nascita più

Pitelli



Priolo



Terni

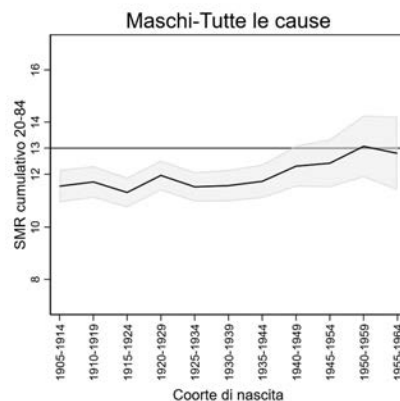
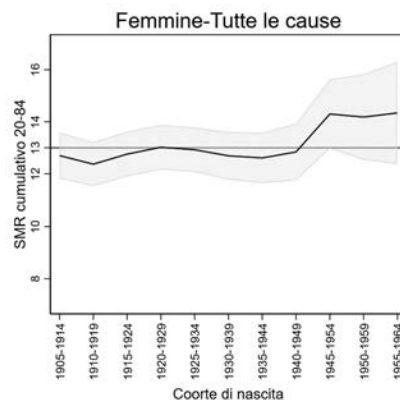
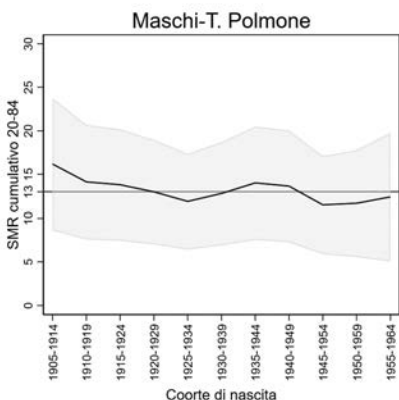
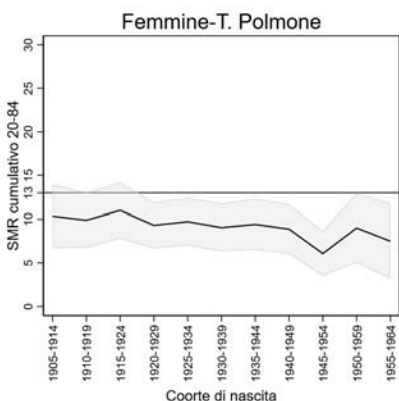
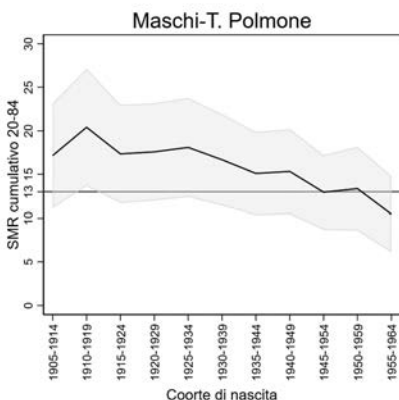
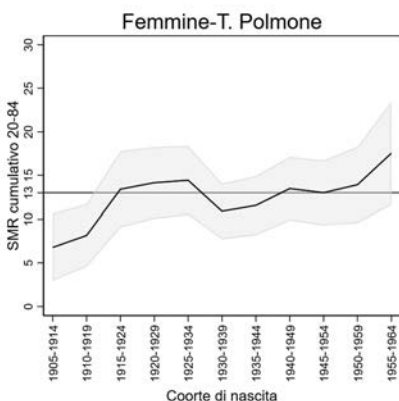


Figura 8. Andamento degli SMR cumulativi per coorte di nascita dei rapporti standardizzati di mortalità per tutte le cause. Maschi e femmine.
Figure 8. Cumulative SMR for all-cause mortality by birth cohort. Males and females.

Pitelli



Priolo



Terni

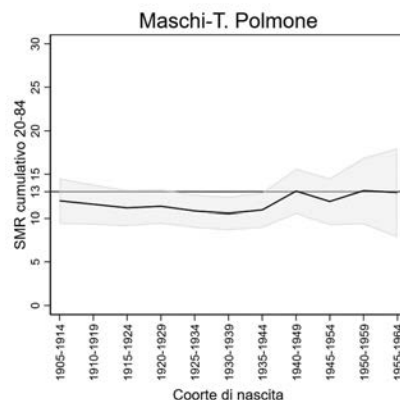
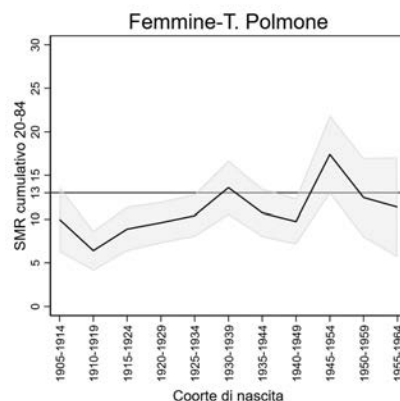


Figura 9. Andamento dei rischi cumulativi per coorte di nascita dei rapporti standardizzati della mortalità per tumore del polmone. Maschi e femmine.
Figure 9. Cumulative SMR for lung cancer mortality by birth cohort. Males and females.

recenti. Nelle donne, l'andamento per coorte di nascita è molto più incerto. Un effetto, pur con grande imprecisione, si osserva sia negli uomini sia nelle donne considerando le coorti che avevano vent'anni al momento dell'inizio delle attività.

Nel sito di Terni, le attività industriali sono iniziate a partire dal 1937 ed è quindi presumibile che molti soggetti siano stati esposti fin dalla nascita. Osservando l'andamento degli SMR per tutte le cause e per tumore del polmone per periodo di calendario, si iniziano a vedere scostamenti rispetto alla media a partire dagli ultimi periodi di osservazione, soprattutto nelle donne. L'andamento degli SMR cumulati di mortalità per tutte le cause per coorte di nascita mostra un aumento del rischio relativo nelle donne nate dopo il 1950, mentre per il tumore polmonare, sempre nelle donne, compare una tendenza all'aumento soprattutto per le nate dopo il 1954. Negli uomini, questa tendenza, pur presente, è molto più sfumata.

Per generalizzare, l'andamento dei tassi per classe di età che si ritiene più appropriato a riflettere la storia naturale della malattia è quello longitudinale, ottenuto cioè seguendo una popolazione omogeneamente esposta nel tempo. In questo senso, il profilo dei tassi specifici per età che si ottiene nell'analisi per coorte di nascita (profilo longitudinale) potrebbe essere preferito rispetto al profilo dei tassi specifici per età che si ottiene nell'analisi per periodo di calendario, dato che ogni classe di età in quel caso si riferisce a coorti di nascita diverse. L'analisi per coorte di nascita si adatta, quindi, a patologie con differenti profili per età, non essendo ristretta a situazioni oncologiche (si veda, per

esempio, il caso del diabete di tipo I in età infantile in Bruno et al., 2013).²⁰

Nel caso di esposizioni ambientali, le analisi per coorte di nascita sono utili per chiarire eventuali differenze di rischio a svantaggio delle popolazioni più giovani e per mettere in evidenza effetti a lungo termine che continuano a verificarsi nell'intero arco di vita delle popolazioni esposte.

Come è stato spiegato nella sezione «Metodi», la finalità di questo lavoro è di mostrare le potenzialità e l'importanza di un'analisi temporale per coorte di nascita nello studio dei profili di salute delle popolazioni residenti nei siti analizzati nel progetto SENTIERI. A scopo esemplificativo, sono stati scelti tre siti e riportate le analisi relative alla mortalità generale e al tumore del polmone. La metodologia è estendibile alla maggior parte dei siti e delle cause di morte o di ospedalizzazione analizzate in SENTIERI e ad altre indagini di epidemiologia descrittiva su lunghi periodi temporali, fatto salvo il caso in cui le frequenze siano piccole e con molti zeri campionari.

In conclusione, in questo lavoro si è mostrato come l'analisi degli andamenti temporali, in particolare l'analisi per coorte di nascita, per la profondità temporale che consente di avere, sia un approccio che, seppur nella sua complessità di interpretazione, permette una lettura più specifica delle interazioni esistenti fra le possibili esposizioni e le ricadute in termini di rischi sanitario nelle popolazioni residenti nei siti contaminati di interesse per le bonifiche.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Bibliografia

- Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P, SENTIERI Working Group. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:1-204.
- Pirastu R, Comba P, Conti S et al.. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Mortalità, incidenza oncologica e ricoveri ospedalieri. *Epidemiol Prev* 2014;38(2) Suppl 1:1-170.
- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al.. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: Quinto rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-206.
- MacMahon B, Pugh TF. *Epidemiologic Methods*. Boston, Little, Brown, 1960; riedito col titolo: *Epidemiology: Principles and Methods*. Boston, Little, Brown, 1970.
- Lilienfeld AM, Lilienfeld D. *Foundations of epidemiology*. New York, Oxford University Press, 1980.
- Clayton D, Schifflers E. Models for temporal variation in cancer rates. I: Age-period and age-cohort models. *Stat Med* 1987;6(4):449-67.
- World Health Organization. *International statistical classification of diseases and related health problems, 10th revision, 5th edn, vol 1*. Geneva: World Health Organization, 2016.
- World Health Organization. *International classification of diseases, 9th revision*. Geneva: World Health Organization, 1978.
- Istat. *Analisi del bridge coding ICD-9-ICD-10 per le statistiche di mortalità per causa in Italia. Metodi e Norme n. 50*. Roma, Istat, 2011.
- La Serra V, Pasetto R, Manno V, Iavarone I, Jona Lasinio G, Minelli G. Exploring methods for the assessment of temporal trends in mortality and hospitalization in Italian industrially contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(2):183-92.
- Fox J. *Nonparametric Regression Appendix to An R and S-PLUS Companion to Applied Regression*. Preprint. 2022.
- Non andrebbero usati gli stessi simboli per i coefficienti di regressione dei modelli relativi ai tassi e agli SMR. La scelta dell'uso della stessa simbologia è stata effettuata per non appesantire la notazione, in quanto il significato dei parametri risulta chiaro dal contesto.
- Schwarz G. Estimating the Dimension of a Model. *Ann Stat* 1978;6(2):461-64.
- Revision of the European standard population. Report of the Eurostat's task force. 2013 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.
- Breslow NE, Day NE. Indirect standardization and multiplicative models for rates, with reference to the age adjustment of cancer incidence and relative frequency data. *J Chronic Dis* 1975;28(5-6):289-303.
- Breslow NE, Day NE. *Statistical methods in cancer research. Volume II - the design and analysis of cohort studies*. IARC Sci Publ 1987;(82):1-406.
- Oehlert GW. A note on the delta method. *American Statistician* 1992;46:27-29.
- <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/siti-contaminati>
- Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2): Suppl 1:1-286.
- Bruno G, Maule M, Biggeri A et al. More than 20 years of registration of type 1 diabetes in Sardinian children: temporal variations of incidence with age, period of diagnosis, and year of birth. *Diabetes* 2013;62(10):3542-46.

Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel progetto SENTIERI

Global evaluation of the mortality and hospitalization in the Italian contaminated sites included in the SENTIERI project

Lucia Fazzo,^{1,2} Fabrizio Minichilli,³ Valerio Manno,⁴ Ivano Iavarone,^{1,2} Marta Benedetti,^{1,2} Paolo Contiero,⁵ Alice Maraschini,⁴ Giada Minelli,⁴ Roberto Pasetto,^{1,2} Paolo Ricci⁶

¹ Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

² WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

³ Unità di ricerca di epidemiologia ambientale e registri di patologia, Istituto di fisiologia clinica, Consiglio nazionale delle ricerche, Pisa

⁴ Servizio di statistica, Istituto superiore di sanità, Roma

⁵ Unità di epidemiologia ambientale, Fondazione IRCCS Istituto nazionale dei tumori, Milano

⁶ già UOC Osservatorio epidemiologico, ATS Val Padana, Mantova

Corrispondenza: Lucia Fazzo; lucia.fazzo@iss.it

Riassunto

Dal 2006, in Italia è in corso una sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti nei siti contaminati (Progetto SENTIERI). Viene qui presentato l'aggiornamento delle stime globali della mortalità (2013-2017) e dell'ospedalizzazione (2014-2018).

Sono stati calcolati i decessi in eccesso (osservati-attesi) nell'insieme dei 46 siti per i grandi gruppi di patologie. Attraverso una metanalisi a effetti random dei rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e di ospedalizzazione (SHR) sono stati stimati gli SMR/SHR *pooled* per l'insieme dei siti e loro raggruppamenti.

Nei 46 siti, sono stati stimati 8.342 decessi in eccesso (1.668/anno), 4.353 maschi e 3.989 femmine, con un eccesso di rischio del 2% in entrambi i generi. L'ospedalizzazione per tutte le cause è in eccesso del 3%. Questi eccessi sono ascrivibili maggiormente ai tumori maligni. In sottogruppi di siti, si sono osservati in entrambi i generi SMR *pooled* in eccesso per i mesoteliomi totali e pleurici e i tumori polmonari e del colon retto.

Gli SHR *pooled* per tutte le cause sono in eccesso nel primo anno di vita (+8%) e nelle classi 0-19 e 20-29 anni (+3-5%); non si rilevano eccessi di mortalità nelle sottoclassi 0-29 anni.

Parole chiave: siti contaminati, stime globali, metanalisi, mortalità, ospedalizzazione

Abstract

Since 2006, epidemiological surveillance of populations living in Italian contaminated sites has been ongoing (SENTIERI Project). Updated global estimates of mortality (2013-2017) and hospitalization (2014-2018) are reported.

The excess deaths (observed-expected) for the main

Cosa si sapeva già

- Per il periodo 1995-2002, era stata stimata complessivamente in 44 siti contaminati una sovramortalità di 9.960 decessi (1.423/anno), con un eccesso di rischio di circa il 2% rispetto al resto della popolazione.
- Il Rapporto SENTIERI del 2019 ha messo in evidenza un eccesso globale di 11.992 decessi nel periodo 2006-2013, pari a circa 1.499 decessi in eccesso/anno, e di 2.645 casi di tumori in 5 anni.

Cosa si aggiunge di nuovo

- Nella popolazione dei 46 siti contaminati investigati da SENTIERI, nel periodo 2013-2017 sono stati stimati globalmente 8.342 decessi in eccesso (1.668/anno) rispetto al resto della popolazione, pari a un eccesso di rischio del 2%, e un eccesso di rischio di ospedalizzazione del 3% nel periodo 2014-2018.
- Nelle sottoclassi 0-29 anni non si rilevano scostamenti significativi della mortalità rispetto all'atteso.
- L'ospedalizzazione per tutte le cause è in eccesso nel primo anno di vita (+8%) e nelle classi 0-19 e 20-29 anni.

groups of diseases were calculated for all the 46 sites together. Through a random-effect meta-analysis of the standardized mortality and hospitalization rates (SMR/SHR), the pooled SMR/SHR for all the sites and their groupings were estimated.

In the 46 sites, 8,342 exceeding deaths (1,668/year) were estimated, 4,353 in males and 3,989 in females, resulting in an excess risk of 2% in both genders. The risk of hospitalization for all causes was in excess of 3%. These excesses are mainly attributable to malignant tumours. In subgroups of sites, exceeding SMRs were observed for all mesotheliomas and pleural mesotheliomas, lung and colorectal cancers in both genders. SHR for all causes were observed in excess in the first year of life (+8%), in the group 0-19 and 20-29 years (+3-5%); no excesses of mortality were observed in the group 0-29 years.

Keywords: contaminated sites, global estimates, meta-analyses, mortality, hospitalization

Introduzione

Dal 2006, in Italia è in corso un piano di sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti nei siti contaminati di interesse nazionale, il Progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale Territori e Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento). I siti oggetto della sorveglianza sono le aree definite di interesse nazionale per le bonifiche (DM 471/99), per alcune delle quali successivamente le opere di bonifica sono state attribuite alle Regioni (Legge 134/2012).

Nei Rapporti periodici di SENTIERI viene fornito il profilo di salute delle popolazioni residenti in ciascun sito, con un particolare focus sulle patologie che riconoscono tra i possibili fattori di rischio l'esposizione a sostanze emesse dalle fonti di contaminazione ambientale presenti sul territorio, le cosiddette *patologie a priori*. Lo studio è di tipo ecologico a livello comunale e, per ognuno dei siti, vengono fornite le stime di rischio calcolate sull'insieme dei Comuni inclusi nel sito, rispetto alle popolazioni di riferimento opportunamente selezionate.

L'ultimo aggiornamento ha analizzato la mortalità e l'ospedalizzazione relative, rispettivamente, agli anni 2013-2017 e 2014-2018 sull'insieme delle età e nelle sottoclassi pediatrico-adolescenziali e giovanili e la prevalenza delle anomalie congenite per i periodi di osservazione disponibili presso i Registri regionali.¹

I siti sono molto eterogenei per caratteristiche demografiche, territoriali e ambientali. La maggior parte di essi sono caratterizzati dalla presenza di diverse fonti di contaminazione ambientale, classificate da SENTIERI in: amianto, aree portuali, industrie chimiche, discariche, centrali elettriche, inceneritori, petrolchimici/raffinerie, impianti siderurgici e miniere.²

Le valutazioni globali della mortalità nel periodo 1995-2002 avevano messo in luce, rispetto al resto della popolazione, una sovramortalità di circa 9.960 casi in eccesso (1.423/anno), con un eccesso di rischio pari a circa il 2%.³ Successivamente, sono stati pubblicati due studi metanalitici delle stime prodotte nell'ambito di SENTIERI: il primo sulla mortalità nei siti con discariche di rifiuti industriali e di smaltimento abusivo,⁴ il secondo sull'ospedalizzazione per specifiche patologie renali nei siti contaminati da metalli pesanti e solventi.⁵ Il Rapporto del 2019 ha riportato un eccesso globale di 11.992 decessi nel periodo 2006-2013, pari a circa 1.499 decessi in eccesso/anno, e di 2.645 casi di tumori in 5 anni.⁶ Il presente contributo riporta le valutazioni globali del carico di mortalità (numero di deceduti in eccesso) e le stime di rischio *pooled* di mortalità e ospedalizzazione nell'insieme delle popolazioni residenti nei siti contaminati italiani, rispetto al resto della popolazione, svolte sulla base dei dati dell'ultimo aggiornamento di

SENTIERI del 2023.¹ Questo approccio ha l'obiettivo di stimare gli eccessi di rischio che l'insieme delle popolazioni residenti in queste aree esperiscono rispetto alle popolazioni di riferimento.

Metodi

Sulla base dei dati elaborati in SENTIERI per ciascun sito, è stata analizzata la mortalità per il periodo 2013-2017, considerando le cause principali di decesso, codificate secondo la decima revisione della classificazione internazionale delle cause di morte (ICD-10); l'analisi dell'ospedalizzazione ha riguardato il periodo 2014-2018, prendendo in esame le diagnosi principali riportate nelle schede di dimissione ospedaliera, codificate secondo la classificazione internazionale denominata ICD-9-CM (International Classification of Diseases - Ninth revision - Clinical Modification). Le fonti dei dati per entrambe le analisi sono state le banche dati nazionali di mortalità e ospedalizzazione elaborate dal Servizio di statistica dell'Istituto superiore di sanità, basate, rispettivamente, sull'indagine delle cause di morte dell'Istituto nazionale di statistica (Istat) e sui dati del Ministero della salute.

Nelle tabelle S1 e S2 (vedi materiale supplementare online) sono riportate le cause analizzate, con i relativi codici di classificazione.

Sono stati calcolati i rapporti standardizzati di mortalità (SMR) e di ospedalizzazione (SHR) *pooled* e il numero di decessi in eccesso nell'insieme dei siti, in base ai dati elaborati in SENTIERI per la popolazione di tutte le età e per le sottoclassi dell'età pediatrico-adolescenziale (0-1 anno e 0-19 anni) e giovanile (20-29 anni). Il numero dei casi attesi di mortalità e di ospedalizzazione nei singoli siti è stato stimato sulla base della popolazione della Regione di appartenenza del sito, escludendo i residenti nei siti indagati in SENTIERI.¹

Metanalisi SMR/SHR

Sono state eseguite analisi metanalitiche degli SMR e SHR di ciascun sito con il software STATA 15,⁷ applicando il modello a effetti random.⁸ Nelle metanalisi degli studi ecologici, l'eterogeneità tra gli studi, in questo caso le analisi dei singoli siti, è spesso elevata e questo modello permette di tenerne conto in maniera idonea, riducendone il possibile *bias*.⁸ Si forniscono gli SMR/SHR *pooled*, con gli intervalli di confidenza al 90% (IC90%) e i valori della statistica I^2 , che descrive la percentuale di variazione tra gli studi dovuta alla loro eterogeneità. Per mostrare il grado di eterogeneità, è stata utilizzata la scala proposta da Higgins: bassa (I^2 25%-50%), media (I^2 50%-75%), alta (I^2 >75%).⁹

Gli SMR/SHR *pooled* per i principali gruppi di patologie (tutte le cause, tutti i tumori maligni, malattie del

sistema circolatorio, degli apparati respiratorio, digerente e urinario) sono stati calcolati includendo le stime di tutti i 46 siti, al fine di fornire un profilo di salute complessivo delle popolazioni indagate. Inoltre, sono state elaborate specifiche analisi per le patologie che riconoscono tra i possibili fattori di rischio l'esposizione a sostanze emesse dalle fonti di contaminazione ambientale presenti sui territori con un'evidenza definita sufficiente o limitata in base alla letteratura, le cosiddette *patologie a priori*.¹⁰ Sono stati, quindi, elaborati gli SMR/SHR *pooled* per ogni *patologia a priori*, considerando il gruppo di siti con le fonti di esposizione ambientale la cui evidenza di associazione specifica per ogni patologia è stata definita sufficiente o limitata.¹⁰ La mortalità per l'insieme dei tumori del tessuto linfoematopoietico non è stata analizzata, visto che un solo sito (Massa Carrara) include un inceneritore, unico impianto con evidenza *a priori* di associazione definita limitata. La tabella S2 riporta, per ogni *patologia a priori* considerata, le fonti di esposizione la cui associazione è stata valutata sufficiente o limitata e i relativi siti.

Casi in eccesso

Per i grandi gruppi di patologie, è stato calcolato il numero di decessi in eccesso nell'insieme dei siti, in termini di sommatoria della differenza tra i casi osservati e i casi attesi in ciascun sito. Accanto al valore puntuale, viene fornito l'IC90%. L'analisi è stata svolta con il software STATA 11.

Risultati Tutte le età

Nell'insieme dei 46 siti, si osservano eccessi di mortalità per tutte le cause, per tutti i tumori maligni e per le malattie dell'apparato digerente in entrambi i generi; nei primi due casi, le stime sono caratterizzate da un'elevata eterogeneità ($I^2 > 70\%$), mentre per le malattie dell'apparato digerente l'eterogeneità è medio-bassa (tabella 1).

L'ospedalizzazione è in eccesso in entrambi i generi per l'insieme di tutte le cause e per tutti i gruppi di malattie analizzati. Le stime *pooled* derivano da stime estremamente eterogenee, con I^2 sempre superiore all'85% (tabella 2).

Le figure da S1 a S12 (vedi materiale supplementare online) riportano i *forest plot* delle metanalisi della mortalità e dell'ospedalizzazione per i grandi gruppi di patologie sulla popolazione di tutte le età.

Nella tabella 3 sono riportati i decessi in eccesso (sommatoria della differenza tra i casi osservati e i casi attesi) stimati nell'insieme dei 46 siti. Il numero di decessi è in eccesso in entrambi i generi complessivamente

e per i grandi gruppi di cause; le patologie dell'apparato urinario sono in difetto. Nel periodo analizzato, si sono stimati complessivamente 8.342 decessi in eccesso (IC90% 1.875-14.809), dei quali 4.665 per tumore maligno. Tra le malattie non oncologiche, quelle del sistema circolatorio hanno fatto registrare un maggior numero di casi in eccesso, pari a 1.122 decessi, anche se la stima è incerta; i deceduti per malattie dell'apparato digerente sono in eccesso sia tra i maschi (+246 decessi) sia tra le femmine (+355 decessi).

La figura 1 mostra la distribuzione per gruppi di cause del numero dei decessi osservati (figura 1A) e del numero dei decessi in eccesso (osservati meno attesi) (figura 1B) per l'insieme dei 46 siti. La proporzione dei decessi per cause tumorali passa dal 28% dei casi osservati al 56% dei casi in eccesso. Per quanto riguarda le patologie del sistema circolatorio, si passa dal 36% nei casi osservati al 13% in quelli in eccesso.

La tabella 4 riporta gli SMR *pooled* per le *patologie a priori* in gruppi di siti con fonti di esposizione specifiche. La mortalità per tutti i tumori maligni è in eccesso del 4% tra i maschi e del 5% tra le femmine. In particolare, sono in eccesso in entrambi i generi i mesoteliomi totali e pleurici e i tumori polmonari e del colon retto; la mortalità per il tumore della vescica è in eccesso tra i soli maschi, mentre nelle sole donne è in eccesso il tumore della mammella. Tutti gli SMR in eccesso sono caratterizzati da un'elevata eterogeneità ($I^2 > 70\%$), tranne quelli relativi al tumore del colon retto, che hanno un'eterogeneità media (I^2 intorno al 50%) (tabella 4).

Le figure da S13 a S29 (vedi materiale supplementare online) riportano i *forest plot* delle metanalisi della mortalità per le patologie *a priori* svolte sulla popolazione di tutte le età.

Sottoclassi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili

Nella tabella 5 sono riportati gli SMR *pooled* per i 46 siti relativi al primo anno di vita e alle classi di età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni) e giovanile (20-29 anni) sull'insieme dei due generi. Gli SMR per tutte le cause, per le condizioni morbose di origine perinatale e per tutti i tumori maligni in tutte le fasce di età sono in difetto, con una bassa eterogeneità (I^2 0%-47%).

La tabella 6 riporta gli SHR *pooled* per le sottoclassi di età analizzate.

Nel primo anno di vita, in entrambi i generi si rileva un eccesso di ricoverati dell'8% per tutte le cause naturali e di circa il 20% per le condizioni morbose di origine perinatale, con un'eterogeneità estremamente alta tra le singole stime ($I^2 > 94\%$). L'ospedalizzazione per tutti i tumori maligni nel primo anno di vita è in difetto, sebbene con stime incerte.

| Causa di morte | Maschi | | | Femmine | | |
|-------------------------------------|----------|--------------------|----------------|----------|--------------------|----------------|
| | OSS (n.) | SMR pooled (IC90%) | I ² | OSS (n.) | SMR pooled (IC90%) | I ² |
| Tutte le cause | 152.631 | 1,02 (1,00-1,04) | 92% | 165.452 | 1,02 (1,00-1,04) | 94% |
| Tutti i tumori maligni | 49.961 | 1,04 (1,01-1,06) | 84% | 39.107 | 1,03 (1,01-1,05) | 80% |
| Malattie del sistema circolatorio | 49.716 | 1,01 (0,99-1,04) | 88% | 65.204 | 1,01 (0,98-1,04) | 95% |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 12.256 | 0,99 (0,95-1,03) | 82% | 10.678 | 0,97 (0,93-1,01) | 75% |
| Malattie dell'apparato digerente | 5.935 | 1,03 (1,01-1,05) | 33% | 6.216 | 1,04 (1,02-1,07) | 58% |
| Malattie dell'apparato urinario | 2.620 | 0,96 (0,93-1,00) | 40% | 3.213 | 0,95 (0,89-1,01) | 64% |

OSS: casi osservati / *observed cases*; **IC90%:** intervallo di confidenza al 90% / *90% confidence interval*; **I²:** test di eterogeneità statistica / *statistical test for heterogeneity*

Tabella 1. Mortalità per i principali gruppi di cause: rapporti standardizzati di mortalità (SMR) *pooled* per i 46 siti, per genere. Anni 2013-2017.
Table 1. Mortality for the main groups of causes of death: pooled standardized mortality ratios (SMR) in the 46 contaminated Italian contaminated sites, by gender. Years 2013-2017.

| Causa di ricovero | Maschi | | | Femmine | | |
|-------------------------------------|----------|--------------------|----------------|----------|--------------------|----------------|
| | OSS (n.) | SHR pooled (IC90%) | I ² | OSS (n.) | SHR pooled (IC90%) | I ² |
| Tutte le cause | 927.826 | 1,03 (1,01-1,04) | 98% | 961.539 | 1,03 (1,01-1,05) | 99% |
| Tutti i tumori maligni | 113.062 | 1,04 (1,02-1,05) | 86% | 103.877 | 1,04 (1,02-1,05) | 87% |
| Malattie del sistema circolatorio | 234.186 | 1,02 (1,00-1,04) | 95% | 185.085 | 1,03 (1,01-1,06) | 97% |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 137.860 | 1,02 (0,99-1,04) | 96% | 116.209 | 1,03 (1,00-1,06) | 97% |
| Malattie dell'apparato digerente | 194.043 | 1,03 (1,01-1,06) | 97% | 154.171 | 1,06 (1,03-1,08) | 97% |
| Malattie dell'apparato urinario | 60.638 | 1,05 (1,01-1,08) | 96% | 44.927 | 1,03 (0,99-1,07) | 96% |

OSS: casi osservati / *observed cases*; **IC90%:** intervallo di confidenza al 90% / *90% confidence interval*; **I²:** test di eterogeneità statistica / *statistical test for heterogeneity*

Tabella 2. Ospedalizzazione per i principali gruppi di cause: rapporti standardizzati di ospedalizzazione (SHR) *pooled* per i 46 siti, per genere. Anni 2014-2018.
Table 2. Hospitalization for the main groups of causes: pooled standardized hospitalization ratios (SHR) in the 46 contaminated Italian contaminated sites, by gender. Years 2014-2018.

| Causa di morte | Genere | Casi Osservati | Casi attesi | Casi in eccesso (osservati-attesi) | |
|-------------------------------------|---------|----------------|-------------|------------------------------------|-----------------|
| | | | | Casi (n.) | (IC90%) |
| Mortalità generale | maschi | 152.631 | 148.278 | 4.353 | (334; 8.372) |
| | femmine | 165.452 | 161.463 | 3.989 | (-1.122; 9.101) |
| | totali | 318.083 | 309.741 | 8.342 | (1.875; 14.809) |
| Tutti i tumori maligni | maschi | 49.961 | 47.147 | 2.814 | (884; 4.744) |
| | femmine | 39.107 | 37.256 | 1.851 | (613; 3.089) |
| | totali | 89.068 | 84.403 | 4.665 | (2.379; 6.952) |
| Malattie del sistema circolatorio | maschi | 49.716 | 49.121 | 595 | (-936; 2.126) |
| | femmine | 65.204 | 64.677 | 527 | (-2.264; 3.318) |
| | totali | 114.920 | 113.798 | 1.122 | (-2.043; 4.288) |
| Malattie dell'apparato respiratorio | maschi | 12.256 | 12.118 | 138 | (-448; 725) |
| | femmine | 10.678 | 10.641 | 37 | (-357; 430) |
| | totali | 22.934 | 22.759 | 175 | (-528; 878) |
| Malattie dell'apparato digerente | maschi | 5.935 | 5.689 | 246 | (42; 451) |
| | femmine | 6.216 | 5.861 | 355 | (79; 630) |
| | totali | 12.151 | 11.550 | 601 | (259; 942) |
| Malattie dell'apparato urinario | maschi | 2.620 | 2.645 | -25 | (-144; 95) |
| | femmine | 3.213 | 3.270 | -57 | (-267; 152) |
| | totali | 5.833 | 5.915 | -82 | (-322; 158) |

IC90%: intervallo di confidenza al 90% / *90% confidence interval*

Tabella 3. Mortalità per i principali gruppi di cause: decessi in eccesso nei 46 siti, per genere. Anni 2013-2017.
Table 3. Mortality for the main groups of causes of death: exceeding deaths in the 46 Italian contaminated sites, by gender. Years 2013-2017.

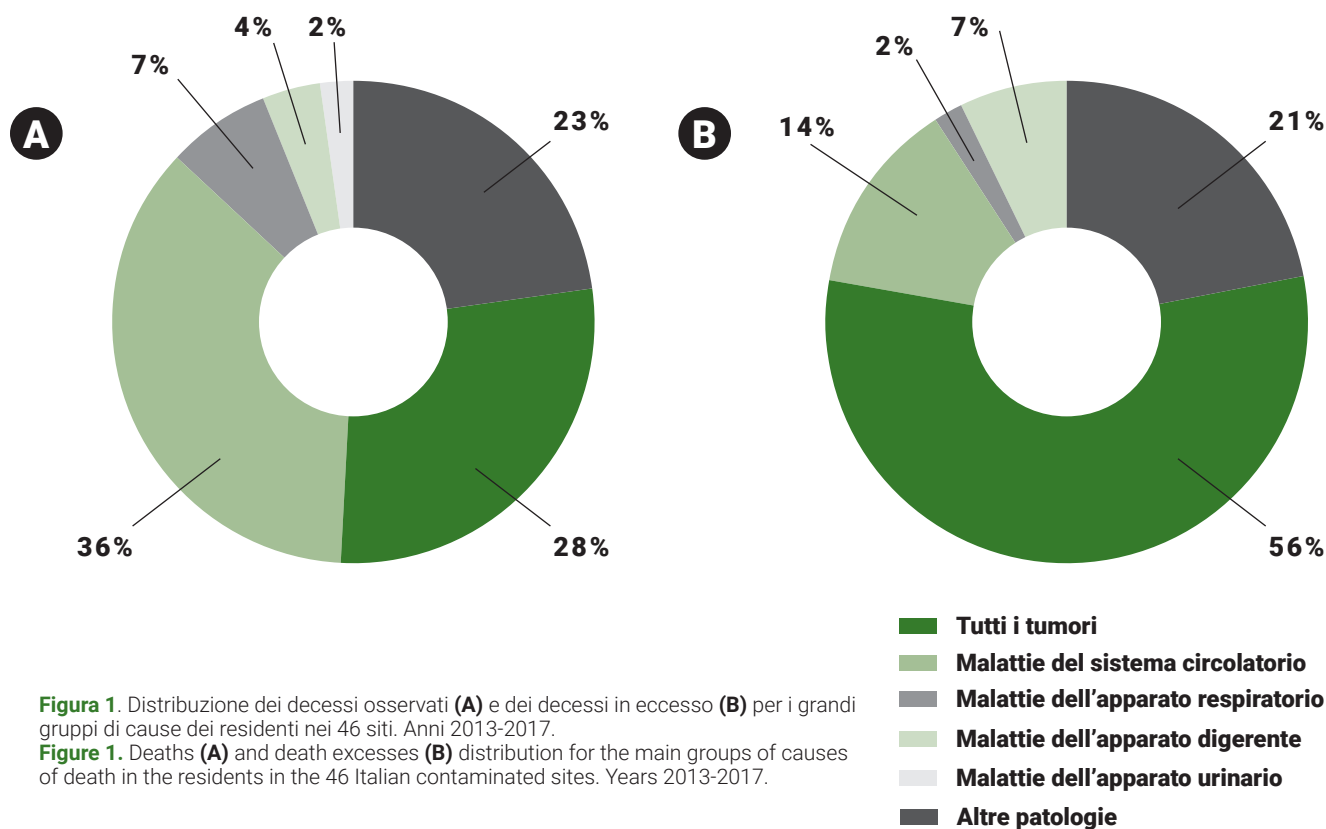


Figura 1. Distribuzione dei decessi osservati (A) e dei decessi in eccesso (B) per i grandi gruppi di cause dei residenti nei 46 siti. Anni 2013-2017.

Figure 1. Deaths (A) and death excesses (B) distribution for the main groups of causes of death in the residents in the 46 Italian contaminated sites. Years 2013-2017.

| Causa | Fonti di esposizione con associazione a priori | Maschi | | Femmine | |
|--|--|-------------------|----------------|------------------|----------------|
| | | SMR (IC90%) | I ² | SMR (IC90%) | I ² |
| Tutti i tumori maligni | E, I, M, P&R, S | 1,04 (1,02-1,07) | 79% | 1,05 (1,02-1,08) | 77% |
| Tumori maligni dello stomaco | C, I | 0,93 (0,89- 0,98) | 33% | 0,92 (0,87-0,97) | 21% |
| Tumori maligni del colon retto | C, M | 1,04 (1,01-1,08) | 42% | 1,03 (1,00-1,07) | 55% |
| Tumori maligni del fegato e dei dotti biliari intraepatici | D, I, M | 1,00 (0,93- 1,08) | 70% | 1,04 (0,93-1,15) | 70% |
| Tumori maligni di trachea, bronchi e polmone | A, E, I, M, P&R, S | 1,06 (1,03-1,10) | 59% | 1,07 (1,00-1,13) | 65% |
| Mesoteliomi | A | 3,02 (2,18-3,87) | 91% | 3,61 (2,33-4,88) | 87% |
| Mesoteliomi pleurici | A, AP | 2,47 (1,94-3,00) | 88% | 2,43 (1,67-3,19) | 79% |
| Tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli | I, P&R, S | 0,59 (0,41-0,76) | 41% | 0,52 (0,34-0,70) | 2% |
| Tumori maligni della mammella | D, I, P&R, S | 0,73 (0,45-1,00) | 0% | 1,06 (1,01-1,10) | 64% |
| Tumori maligno dell'ovaio | A | | | 1,00 (0,93-1,08) | 37% |
| Tumori maligno della prostata | S | 1,00 (0,93-1,07) | 0% | | |
| Tumori maligno del testicolo | D | 0,53 (0,29-0,77) | 0% | | |
| Tumori maligni del rene | S | 0,95 (0,84-1,05) | 0% | 1,03 (0,87-1,18) | 0% |
| Tumori maligni della vescica | D | 1,06 (1,02-1,11) | 50% | 1,00 (0,92-1,09) | 19% |
| Linfomi non Hodgkin | D, I, S | 1,05 (0,99-1,11) | 0% | 0,97 (0,91-1,03) | 35% |
| Leucemie | I, M, P&R, S | 0,95 (0,89-1,02) | 8% | 1,00 (0,92-1,08) | 29% |
| Malattie dell'apparato respiratorio | AP, C, D, E, M, P&R, S | 0,98 (0,94-1,03) | 81% | 0,97 (0,93-1,01) | 75% |

IC90%: intervallo di confidenza al 90% / 90% confidence interval; **I²:** test di eterogeneità statistica / statistical test for heterogeneity; **A:** amianto / asbestos; **AP:** area portuale / harbour area; **C:** chimico / chemical; **D:** discarica / landfill; **E:** centrale elettrica / power plant; **I:** inceneritore / incinerator; **M:** miniere / mines; **P&R:** petrolchimico/raffineria / petrochemical plant/refinery; **S:** siderurgico / iron and steel plant

Tabella 4. Mortalità per patologie a priori: rapporti standardizzati di mortalità (SMR) pooled per gruppi di siti (fonti di esposizione ambientale) e genere. Anni 2013-2017.

Table 4. Mortality for the a priori diseases: pooled standardized mortality ratios (SMR), by groups of Italian contaminated sites (environmental exposure sources) and gender. Years 2013-2017.

| Causa | Età (anni) | OSS | SMR pooled (IC 90%) | I ² |
|--|------------|-------|---------------------|----------------|
| Tutte le cause naturali | 0-1 | 728 | 0,91 (0,84-0,97) | 47% |
| | 0-19 | 1.411 | 0,96 (0,91-1,00) | 25% |
| | 20-29 | 1.006 | 0,90 (0,85-0,95) | 0% |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 0-1 | 415 | 0,86 (0,78-0,95) | 20% |
| Tutti i tumori maligni | 0-19 | 175 | 0,83 (0,70-0,97) | 0% |
| | 20-29 | 207 | 0,90 (0,77-1,03) | 0% |

OSS: casi osservati / *observed cases*; **IC90%:** intervallo di confidenza al 90% / *90% confidence interval*; **I²:** test di eterogeneità statistica / *statistical test for heterogeneity*

Tabella 5. Mortalità per i principali gruppi di cause nelle sottoclassi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili: rapporti standardizzati di mortalità (SMR) *pooled* per i 46 siti. Anni 2013-2017.

Table 5. Mortality for the main groups of causes of death by age class (0-29 years): pooled standardized mortality ratios (SMR) in the 46 contaminated Italian contaminated sites. Years 2013-2017.

| Causa | Età (anni) | Maschi | | | Femmine | | |
|--|------------|----------|------------------|----------------|----------|------------------|----------------|
| | | OSS (n.) | SHR (IC90%) | I ² | OSS (n.) | SHR (IC90%) | I ² |
| Primo anno di vita | | | | | | | |
| Tutte le cause naturali | 0-1 | 30.325 | 1,08 (1,03-1,13) | 95% | 24.085 | 1,08 (1,03-1,14) | 94% |
| tutti i tumori maligni | 0-1 | 54 | 0,85 (0,54-1,16) | 0% | 43 | 0,81 (0,46-1,16) | 0% |
| condizioni morbose di origine perinatale | 0-1 | 12.664 | 1,19 (1,10-1,29) | 96% | 10.108 | 1,18 (1,09-1,28) | 95% |
| 0-19 anni e 20-29 anni | | | | | | | |
| Tutte le cause naturali | 0-19 | 145.136 | 1,04 (1,02-1,06) | 96% | 109.345 | 1,05 (1,02-1,08) | 96% |
| | 20-29 | 59.002 | 1,03 (1,00-1,05) | 85% | 57.225 | 1,05 (1,02-1,08) | 91% |
| Tutti i tumori maligni | 0-19 | 1.021 | 0,99 (0,94-1,05) | 0% | 845 | 0,97 (0,91-1,03) | 0% |
| | 20-29 | 1.286 | 1,02 (0,97-1,07) | 27% | 1.255 | 0,93 (0,88-0,97) | 14% |
| Malattie del sistema circolatorio | 0-19 | 2.873 | 0,94 (0,91-0,96) | 50% | 1.049 | 0,92 (0,88-0,95) | 0% |
| | 20-29 | 5.843 | 1,01 (0,96-1,06) | 69% | 1.734 | 0,97 (0,90-1,03) | 46% |
| Malattie dell'apparato respiratorio | 0-19 | 30.215 | 1,00 (0,96-1,03) | 91% | 23.557 | 1,03 (0,98-1,07) | 92% |
| | 20-29 | 7.770 | 1,04 (1,00-1,09) | 74% | 5.639 | 1,04 (1,00-1,09) | 66% |
| Malattie dell'apparato digerente | 0-19 | 17.848 | 1,02 (0,98-1,06) | 83% | 15.153 | 1,06 (1,01-1,11) | 89% |
| | 20-29 | 10.274 | 0,99 (0,95-1,03) | 80% | 11.045 | 1,03 (0,97-1,09) | 89% |
| Malattie dell'apparato urinario | 0-19 | 4.311 | 0,99 (0,94-1,04) | 60% | 3.737 | 0,95 (0,89-1,00) | 60% |
| | 20-29 | 1.647 | 1,05 (1,00-1,09) | 46% | 2.056 | 1,03 (0,94-1,11) | 70% |

OSS: casi osservati / *observed cases*; **IC90%:** intervallo di confidenza al 90% / *90% confidence interval*; **I²:** test di eterogeneità statistica / *statistical test for heterogeneity*

Tabella 6. Ospedalizzazione per i principali gruppi di cause nel primo anno di vita e nelle classi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili: rapporti standardizzati di ospedalizzazione (SHR) *pooled* per i 46 siti, per genere. Anni 2014-2018.

Table 6. Hospitalization for the main causes in childhood and adolescents: pooled standardized hospitalization ratios (SHR) in the 46 Italian contaminated sites, by gender. Years 2014-2018.

| Cause di morte | Età (anni) | Casi osservati (n.) | Casi attesi (n.) | Casi in eccesso (osservati-attesi) | |
|--|------------|---------------------|------------------|------------------------------------|------------|
| | | | | Casi (n.) | (IC90%) |
| Tutte le cause naturali | 0-1 | 728 | 711 | 17 | (-42; 76) |
| | 0-19 | 1411 | 1414 | -3 | (-66; 61) |
| | 20-29 | 1006 | 1069 | -63 | (-121; -5) |
| Condizioni morbose di origine perinatale | 0-1 | 415 | 414 | 1 | (-33; 35) |
| Tutti i tumori maligni | 0-19 | 175 | 175 | 0 | (-19; 20) |
| | 20-29 | 207 | 191 | 16 | (-15; 48) |

IC90%: intervallo di confidenza al 90% / *90% confidence interval*

Tabella 7. Mortalità per i principali gruppi di cause nelle sottoclassi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili: decessi in eccesso nei 46 siti, per classi di età. Anni 2013-2017.

Table 7. Mortality for the main groups of causes of death in children and adolescents: exceeding deaths in the 46 Italian contaminated sites. Years 2013-2017.

In età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni) e giovanile (20-29 anni), si nota un eccesso di ospedalizzazione per tutte le cause naturali in entrambi i generi, con un alto grado di eterogeneità. Le stime *pooled* per tutti i tumori maligni non mettono in luce scostamenti rispetto ai riferimenti, tranne il difetto tra le femmine in età 20-29 anni (bassa eterogeneità). I ricoveri per malattie circolatorie sono in difetto rispetto all'atteso in entrambi i generi in età 0-19 anni (eterogeneità medio-bassa tra siti). L'ospedalizzazione per le malattie respiratorie è in eccesso tra i 20-29 anni in entrambi i generi (eterogeneità media tra le stime).

Le figure da S30 a S33 (vedi materiale supplementare online) riportano i *forest plot* delle metanalisi dell'ospedalizzazione per le condizioni morbose di origine perinatale nel primo anno di vita e per tutte le cause naturali nelle sottoclassi pediatriche-adolescenziali e giovanili. Nell'insieme dei 46 siti, l'analisi per sottoclassi di età pediatriche-adolescenziali e giovanili non ha riscontrato differenze di rilievo tra il numero di decessi osservati e attesi (tabella 7). Seppure sulla base di stime molto incerte, si stimano 17 decessi in eccesso nel primo anno di vita; tra i giovani, la mortalità per tutte le cause è in difetto di 63 decessi, mentre per i tumori maligni si stimano 16 casi in eccesso.

Discussione

I 46 siti contaminati inclusi nell'ultimo aggiornamento del Progetto SENTIERI, oggetto della presente metanalisi, includono 316 Comuni, con una popolazione totale di 6.227.531 residenti, 3.016.288 maschi e 3.211.243 femmine (Censimento Istat 2019); di questi, 1.128.396 rientrano nella fascia di età pediatrica-adolescenziale (0-19 anni) e 665.284 sono giovani adulti (età tra i 20 e i 29 anni).¹

Complessivamente, nei 46 siti contaminati indagati sono stati stimati, nel periodo 2013-2017, 8.342 decessi in più rispetto al resto della popolazione (4.353 maschi e 3.989 femmine), pari a circa 1.668 casi in eccesso/anno. L'eccesso di rischio *pooled* della mortalità generale è del 2% in entrambi i generi.

Nel primo Rapporto SENTIERI, nei 44 siti considerati era stato stimato, nel periodo 1995-2002, un eccesso di 9.969 decessi, pari a circa 1.246 decessi/anno.³ Nel Quinto Rapporto, che ha indagato la mortalità in 45 siti negli anni 2006-2013, erano stati stimati 11.992 casi di mortalità in eccesso (1.499/anno), su un totale di 435.962 casi osservati.⁶ La percentuale degli eccessi rispetto al totale dei decessi osservati è pressoché costante nel tempo, passando dal 2,5% nel 1995-2002 al 2,6% nel periodo più recente (2013-2017). Anche il numero dei decessi stimati in eccesso all'anno in valore assoluto è molto simile tra i periodi analizzati.

I deceduti per tutti i tumori maligni contribuiscono maggiormente agli eccessi osservati, rappresentandone il 56%. La distribuzione per causa dei decessi osservati nei 46 siti corrisponde a quanto si osserva nella popolazione generale, con il maggior numero di decessi per le malattie del sistema circolatorio, mentre il maggior numero dei casi in eccesso si osserva per l'insieme delle malattie tumorali maligne. Queste osservazioni erano state rilevate anche precedentemente, seppure lo scarto nella proporzione dell'insieme dei tumori tra casi osservati e quelli in eccesso era meno consistente.³ Considerando che l'amianto è l'unica tra le fonti di esposizione ambientale presenti nei siti, come categorizzate in SENTIERI, per cui l'evidenza di associazione con patologie tumorali è definita sufficiente,¹⁰ si fa presente che le stime *pooled* della mortalità generale e per tutti i tumori maligni sono in eccesso anche escludendo i siti con la presenza del solo amianto tra le fonti di esposizione ambientali (tumori maligni: SMR maschi 1,03; IC90% 1,01-1,06 – SMR femmine 1,03; IC90% 1,00-1,05) (risultati non mostrati).

Sono stati osservati 1.411 decessi in età pediatrico-adolescenziale e 1.006 tra i giovani adulti, che corrispondono rispettivamente a 0,4% e 0,3% dei decessi osservati su tutte le età. L'analisi di mortalità in queste classi di età non ha mostrato elementi di criticità, con stime *pooled* per tutte le cause, per le condizioni morbose di origine perinatale e per tutti i tumori maligni in difetto rispetto all'atteso.

L'ospedalizzazione nell'insieme dei 46 siti è risultata in eccesso in entrambi i generi per tutte le cause (eccesso di rischio del 3% sia nei maschi sia nelle femmine) e per tutti i grandi gruppi di patologie. Un eccesso di rischio per tutte le cause viene osservato anche nel primo anno di vita (8%) e in età pediatrico-adolescenziale e giovanile (3-4 % tra i maschi e 5% tra le femmine). Questi rischi potrebbero essere affetti da una certa sovrastima, considerando che tra gli osservati potrebbero essere stati conteggiati i ricoveri della stessa persona, nel caso di cambio di residenza nel periodo analizzato tra Comuni inclusi in siti diversi. Per questo motivo, non si è calcolato il numero degli eccessi (osservati-attesi) dei ricoverati, mentre si può ragionevolmente ipotizzare che le stime *pooled*, basate sui singoli SHR, siano meno affetti da questo possibile *bias*.

I risultati relativi alle stime *pooled* nei 46 siti, riguardo sia la mortalità sia i ricoverati, sono coerenti nell'indicare eccessi di rischio in entrambi i generi per l'insieme delle patologie considerate, soprattutto per tutti i tumori maligni.

In particolare, specifiche *patologie a priori* sono risultate in eccesso nel gruppo di siti con fonti di esposizione a esse associabili. Nell'interpretazione dei risultati, si

deve tener conto che in molti siti sono presenti diverse fonti di esposizione e che la stima del rischio specifica per singola tipologia di impianti richiede ulteriori approfondimenti applicando metodi metanalitici *ad hoc*, che tengano conto della loro copresenza in molte aree. Gli eccessi osservati per i mesoteliomi totali e pleurici in entrambi i generi sono coerenti con gli eccessi precedentemente riscontrati.³ Le analisi dei mesoteliomi totali includono 14 siti con l'amianto, per 7 dei quali l'amianto è l'unica fonte di esposizione (ex cave, fabbriche del cemento-amianto e un impianto di decobezingatura di carrozze ferroviarie). Questi siti contribuiscono in buona misura anche alle stime *pooled* dei mesoteliomi pleurici, seppure siti con aree portuali e altri impianti industriali, come Livorno, Trieste e Venezia, sembrano pesare nel determinare l'eccesso osservato.

Le stime *pooled* della mortalità per tumore polmonare includono 28 siti e la media eterogeneità delle stime (I^2 59-65%) sembra indicare un peso di tutti i siti nell'eccesso osservato, per cui è ipotizzabile che vi abbiano contribuito, oltre all'amianto (evidenza sufficiente di associazione), anche altre fonti di contaminazione. Questo dato è confermato dalla metanalisi per tumore polmonare svolta escludendo i 7 siti con il solo amianto, che ha rilevato un SMR *pooled* in eccesso (● SMR maschi 1,07; IC90% 1,03-1,1 ● SMR femmine 1,07; IC90% 1,01-1,13). Un discorso diverso merita l'eccesso della mortalità per il tumore del colon retto, non osservato precedentemente, nell'insieme dei 31 siti con impianti chimici e miniere. In un solo sito (Sulcis-Iglesiente-Guspinese) sono presenti le miniere e nei restanti 30 siti gli impianti chimici sono caratterizzati da produzione e lavorazioni di sostanze chimiche molto diverse, però con un'eterogeneità tra le singole stime medio-bassa (I^2 42% tra i maschi e 55% tra le femmine). La mortalità per tumore della vescica è in eccesso nella popolazione maschile del *pool* dei siti con discariche, unica fonte di esposizione la cui associazione ha un'evidenza limitata: il sito Litorale domizio-flegreo e agro-aversano, che ha una popolazione molto numerosa e un SMR in eccesso, sembra avere un forte peso nella metanalisi, anche se la statistica I^2 mette in evidenza una bassa eterogeneità tra le singole stime. L'SMR *pooled* per il tumore della mammella è risultato in eccesso tra le femmine. Questo tumore, pur riconoscendo diversi fattori di rischio, ha un'evidenza di associazione limitata con diverse sorgenti di esposizione ambientale. La IARC ne definisce limitata l'evidenza di associazione con diossine e policlorobifenili¹¹ e recenti studi hanno rilevato una possibile associazione con l'esposizione a sostanze ed elementi a interferenza endocrina, quali solventi e metalli pesanti,¹² contaminanti presenti in molti siti. Tra le *patologie a priori*, i tumori dello stomaco e dei tessuti molli

risultano in difetto come causa di decesso nell'insieme dei siti considerati: a tal proposito, si fa presente che si tratta di neoplasie multifattoriali e a eziologia in parte sconosciuta.

Tutte le patologie analizzate hanno un'eziologia multifattoriale, per cui l'esposizione a contaminanti ambientali può aver avuto un ruolo causale e/o concausale nel determinare gli eccessi rilevati. È ipotizzabile che molti di questi fattori, come quelli legati a stili di vita (abitudine al fumo, consumo di alcol) o familiari, pesino equamente tra i residenti nelle aree in studio e in quelle di riferimento, mentre tra i residenti nei siti potrebbero pesare maggiormente esposizioni in contesti lavorativi (presenza di forza lavoro degli impianti). Inoltre, va segnalato che le popolazioni residenti in queste aree risultano spesso particolarmente deprivate dal punto di vista socioeconomico, con condizioni, quindi, che comportano un ulteriore rischio per la salute.¹³ Questo elemento può pesare particolarmente sul tasso di ospedalizzazione, che può essere determinato non solo dalla morbosità, ma anche da fattori quali la qualità dell'accesso alle cure. A tal proposito, per le patologie oncologiche, in particolare per quelle con una bassa letalità, si raccomanda di svolgere analisi dell'incidenza basate sui dati dei Registri tumori, attivando collaborazioni con la rete dei Registri.

Nell'interpretazione degli eccessi descritti, che mettono in evidenza un possibile ruolo di esposizioni ambientali, si deve tener conto delle caratteristiche dello studio. Le metanalisi sono state eseguite su stime elaborate nell'ambito di uno studio ecologico a livello comunale e i risultati forniscono indicazioni di rischi a livello di popolazione, utili per azioni di sanità pubblica di comunità,¹⁴ ma non possono inferire rischi individuali. In questo tipo di studi, uno dei limiti è rappresentato dalla definizione dell'esposizione. In SENTIERI, quindi anche nel presente contributo, sono considerate come esposte le popolazioni residenti nei Comuni inclusi nei siti di interesse nazionale/regionale per le bonifiche. Le stime di rischio vengono elaborate a livello di sito contaminato, accorpando le popolazioni comunali in esso incluse. All'interno di ciascun sito, in particolare in quelli territorialmente vasti, può esserci una forte eterogeneità dei livelli di esposizione tra la popolazione; inoltre, la definizione dell'esposizione sulla base del Comune di residenza al momento dell'evento (decesso/ricovero) può non rappresentare la reale esposizione nella finestra temporale idonea per l'eziopatogenesi. Questi limiti nella definizione dell'esposizione possono, quindi, determinare una distorsione nelle stime. Va comunque considerato che, negli studi di epidemiologia geografica basati su dati aggregati, l'imprecisione nell'attribuzione dei livelli di esposizione ai singoli

soggetti, la misclassificazione casuale (ovvero, non differenziale) dell'esposizione, può comportare una sotto-stima del rischio piuttosto che una sovrastima.¹⁵ Infine, si rammenta che le stime *pooled* esprimono una valutazione dell'impatto globale di siti molto eterogenei e che il contributo dei singoli siti può essere molto diversificato (il modello utilizzato tiene conto dell'eterogeneità delle singole stime). Per i risultati dei singoli siti, si rimanda alla sezione «Risultati» del Sesto Rapporto SENTIERI.¹

Conclusioni

Nel periodo 2013-2017, è stata stimata una sovramortalità nei 46 siti indagati rispetto al resto della popolazione, con 8.342 decessi in più, pari a circa 1.668 casi/anno e un eccesso di rischio del 2% in entrambi i generi. Questi eccessi si riferiscono verosimilmente agli adulti (>30 anni), in quanto, nelle classi di età pediatrico-adolescenziali e giovanili, per la mortalità non si ri-

levano scostamenti di rilievo rispetto all'atteso. Anche l'ospedalizzazione complessiva è in eccesso del 3% nella popolazione di tutte le età. Questi eccessi sono ascrivibili in particolare ai tumori maligni. Eccessi di ospedalizzazione per tutte le cause si osservano anche nel primo anno di vita (8%) e nelle classi di età 0-19 e 20-29 anni (3-5%).

I risultati mettono in luce il perdurare di condizioni di rischio di salute per le popolazioni residenti nei siti contaminati. Si ritiene urgente intervenire per la mitigazione dei fattori di rischio che interessano queste popolazioni, anche al fine di promuovere la giustizia ambientale, dato che il pericolo associato al vivere in aree contaminate si affianca frequentemente a deprivazione socioeconomica e a sovramortalità e sovraospedalizzazione.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Bibliografia

- Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:1-286.
- Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Valutazione della evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl 3:1-96.
- Martuzzi M, Mitis F, Pirastu R et al. Valutazioni globali del carico di mortalità nei siti di interesse nazionale per le bonifiche. In: Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R et al (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:153-62.
- Fazzo L, Minichilli F, Pirastu R et al. Meta-analysis of mortality data in Italian contaminated sites with industrial waste landfills or illegal dumps. *Ann Ist Super Sanita* 2014;50(3):278-85.
- Benedetti M, Minichilli F, Soggiu ME, Manno V, Fazzo L. Ecological meta-analytic study of kidney disease in Italian contaminated sites. *Ann Ist Super Sanita* 2021;57(4):314-23.
- Zona A, Pasetto R, Fazzo L et al (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:1-206.
- Fisher D, Harris R, Bradburn M et al. METAN: Stata module for fixed and random effects meta-analysis. Statistical Software Components S456798, Boston College Department of Economics, 2006; revised 15.02.2021.
- DerSimonian R, Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986;7(3):177-88.
- Higgins JPT, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ* 2003;327(7414):557-60.
- Fazzo L, Benedetti M, Bruno C, Vecchi S, Zona A. Valutazione dell'evidenza epidemiologica dell'associazione tra fonti di esposizione ambientale nei Siti contaminati ed esiti sanitari: un aggiornamento. In: Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al. (eds). SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:366-74.
- International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. 2019. List of classification by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, IARC Monographs Volumes 1-132a. Disponibile all'indirizzo: https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2019/07/Classifications_by_cancer_site.pdf
- Bergman A, Heindel JJ, Jobling S, Kidd KA, Thomas Zoller R (eds). State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals 2012. Geneva, WHO, 2013. Disponibile all'indirizzo: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/78102/WHO_HSE_PHE_IHE_2013_1_eng.pdf
- Pasetto R, Di Fonzo D, Porcu R, De Santis M, Zona A. Environmental health inequalities among municipalities affected by contaminated sites in Italy. *Environmental Justice* 2022;15(4):228-34.
- Pearce N. Traditional epidemiology, modern epidemiology and public health. *Am J Public Health* 1996;86(5):678-83.
- Grandjean P, Budtz-Jørgensen E, Keiding N, Weihe P. Underestimation of risk due to exposure misclassification. *Int J Occup Med Env Health* 2004;17(1):131-36.

Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani

Environmental justice promotion in the Italian contaminated sites through the national epidemiological surveillance system SENTIERI

Roberto Pasetto,^{1,2} Daniela Marsili^{1,2}

¹ Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

² WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

Corrispondenza: Roberto Pasetto; roberto.pasetto@iss.it

Riassunto

Il contributo riassume gli aspetti concettuali e operativi relativi allo studio della giustizia ambientale e alla sua promozione, nonché i risultati finora ottenuti da valutazioni di giustizia ambientale, nell'ambito del sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI.

Nei Comuni (e rispettive comunità) interessati dai principali siti contaminati italiani, sono frequenti le condizioni di ingiustizia distributiva legate al sommarsi del pericolo da pressioni ambientali con la maggiore deprivazione e il maggior rischio di mortalità. Complessivamente, in Italia è presente un gradiente di ingiustizia distributiva Nord-Sud, con condizioni peggiori al Sud e nelle Isole, dove la prevalenza delle comunità interessate dai processi di contaminazione presenta condizioni di deprivazione socioeconomica.

I principali meccanismi di produzione e mantenimento dell'ingiustizia distributiva nei siti contaminati sono riconducibili a condizioni di ingiustizia procedurale, in particolare la marginalizzazione e il non riconoscimento sostanziale delle comunità o sottogruppi più svantaggiati nei processi decisionali, relativi sia alla permanenza degli impianti industriali inquinanti sia agli interventi migliorativi di bonifica, di riduzione delle esposizioni nocive e dell'impatto sulla salute. Nell'ambito di SENTIERI, sono state sviluppate strategie per piani di comunicazione partecipativi territoriali e per la promozione e il rafforzamento dell'*environmental health literacy* degli attori istituzionali e sociali.

Il programma di sorveglianza SENTIERI può contribuire al rafforzamento delle capacità di comunità per promuovere la giustizia ambientale a livello locale.

Parole chiave: giustizia ambientale, siti contaminati, sorveglianza epidemiologica, capacità di comunità

Abstract

Conceptual and operational aspects of studying and promoting environmental justice and the results from assessments on environmental justice carried out within the epidemiological surveillance SENTIERI focused on communities living close to main Italian contaminated sites are here summarized.

Messaggi principali

- SENTIERI ha fatto emergere un evidente gradiente Nord-Sud con condizioni di ingiustizia distributiva associata ai siti contaminati per le comunità residenti in prossimità dei siti del Sud e delle Isole.
- SENTIERI ha portato alla luce i principali meccanismi di produzione e mantenimento dell'ingiustizia distributiva nei siti contaminati riconducibile a condizioni di ingiustizia procedurale e ha individuato le capacità di comunità da potenziare per promuovere la giustizia ambientale.
- SENTIERI può continuare a fornire un contributo con la produzione di documentazione sulla giustizia distributiva e procedurale a livello nazionale, migliorando progressivamente la qualità e la pertinenza delle informazioni prodotte, promuovendo l'adozione di buone pratiche a livello locale, favorendo la condivisione delle informazioni prodotte con le comunità locali.

The communities under SENTIERI surveillance often have environmental injustice conditions associated with the cumulative impact of environmental pressures due to contamination and a high socioeconomic deprivation and mortality risk. In Italy, a North-South divide gradient is present, with the worst conditions in the South&Island, where most communities affected by contaminated sites are socioeconomically deprived. The main mechanisms of development and maintenance of distributive injustice in contaminated sites are attributable to procedural injustice conditions, with marginalization and misrecognition of disadvantaged communities or subgroups in decisional processes regarding both the location and permanence of polluting industrial plants and the interventions on remediation and reduction of hazardous exposures and health-related impacts. Within SENTIERI, strategies have been developed to produce participative territorial communication plans and to strengthen the environmental health literacy of local institutional and social actors. SENTIERI contributes in promoting environmental justice through the empowerment of social capacities of local communities.

Keywords: environmental justice, contaminated sites, epidemiological surveillance, community capacity

Introduzione

Il presente contributo riassume gli aspetti concettuali e operativi relativi allo studio della giustizia ambientale e alla sua promozione, nonché i risultati finora ottenuti da valutazioni che la riguardano, nell'ambito del sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI.

Una serie di pubblicazioni a carattere tecnico-scientifico e divulgative, che includono anche una scheda documentale prodotta nell'ambito della Rete italiana ambiente e salute,¹ fornisce il quadro di riferimento relativo al tema della giustizia ambientale in termini generali e nella specificità della sua applicazione ai siti contaminati.²⁻⁷ Tra queste, è presente il rapporto ISTISAN *Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi*³ prodotto nell'ambito del progetto SENTIERI 2019-2022. Questo Rapporto, frutto di un'analisi multidisciplinare, fornisce indicazioni per la valutazione e il monitoraggio delle disuguaglianze associate ai siti contaminati, per la comprensione dei meccanismi di generazione e mantenimento di tali disuguaglianze e per l'individuazione di interventi di promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati.

In termini generali, la giustizia ambientale si riferisce al trattamento equo relativo al grado di protezione dai rischi per la salute associati all'ambiente, ovvero alla fruizione dei benefici di natura ambientale per persone, gruppi, comunità, popolazioni, indipendentemente dal colore della pelle, dall'etnia, dall'età, dalle condizioni socioeconomiche, nonché all'uguale accesso ai processi decisionali dei diversi portatori d'interesse, attraverso un reale coinvolgimento, per l'adozione e l'applicazione di leggi, regolamenti e politiche ambientali per un ambiente sano in cui vivere e lavorare. La giustizia ambientale si articola in due principali categorie: la giustizia distributiva e la giustizia procedurale. La giustizia distributiva si riferisce all'equità nella distribuzione dei rischi e dei benefici ambientali tra gli individui, i gruppi di popolazione, le comunità (senza discriminazione per caratteristiche quali, per esempio, le condizioni socioeconomiche o l'etnia). È legata, in particolare, alla valutazione delle disuguaglianze nella distribuzione delle esposizioni ad agenti ambientali pericolosi e dei rischi per la salute a essi associati. La giustizia procedurale si riferisce alla necessità di partecipazione e coinvolgimento, soprattutto dei gruppi di popolazione più svantaggiati, ai processi decisionali che influiscono sulla distribuzione dei rischi e dei benefici ambientali. Riguarda, in particolare, lo studio dei meccanismi e dei processi attraverso i quali l'ingiustizia distributiva è creata e mantenuta nel tempo.

Il tema della giustizia ambientale nei siti contaminati è rappresentato da un ramo della mappa concettuale digitale di SENTIERI 2019-2022 (illustrata da Marsili

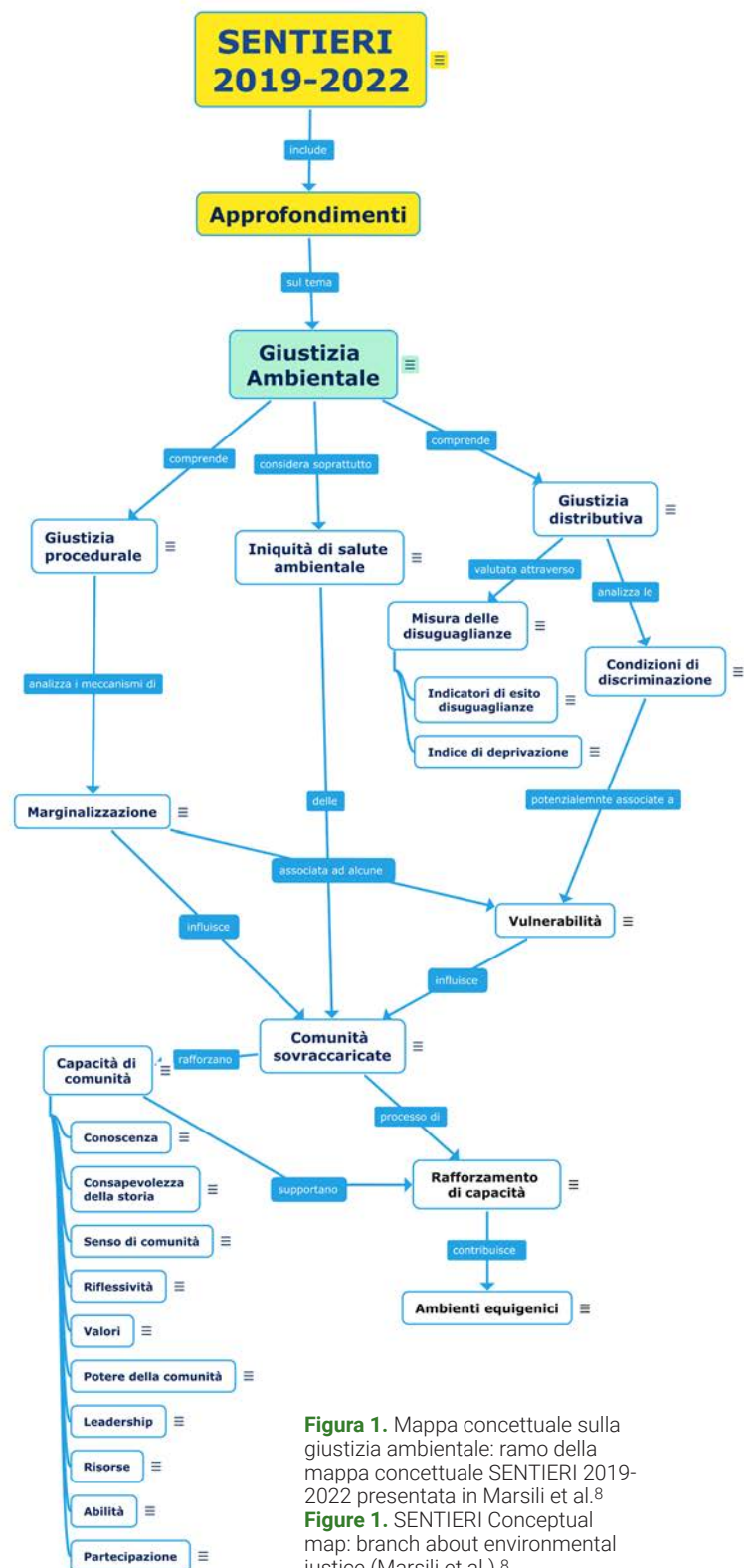


Figura 1. Mappa concettuale sulla giustizia ambientale: ramo della mappa concettuale SENTIERI 2019-2022 presentata in Marsili et al.⁸ **Figure 1.** SENTIERI Conceptual map: branch about environmental justice (Marsili et al.).⁸

et al.).⁸ La mappa digitale ha la finalità di favorire l'accesso ai contenuti scientifici di SENTIERI attraverso un linguaggio fruibile dai non esperti.⁸ In questa prospettiva, il ramo relativo alla giustizia ambientale, oltre ai concetti principali sopra descritti, rappresenta i riferimenti concettuali che sono attinenti al tema attraverso l'esplicitazione del significato di singoli termini e delle relazioni tra di loro (figura 1). In coda a questo contributo, viene presentato il glossario dei termini selezionati per il tema della giustizia ambientale.

Nelle sezioni a seguire, sono presentati i principali risultati ottenuti tramite SENTIERI attinenti alle valutazioni di giustizia distributiva e procedurale. Le valutazioni cui si fa riferimento derivano anzitutto da un'analisi concettuale di declinazione degli argomenti della giustizia ambientale al tema dei siti contaminati, cui sono seguite applicazioni all'insieme dei principali siti contaminati italiani (*national assessment*), che sono monitorati da SENTIERI. Ai fini delle valutazioni di giustizia ambientale, le unità di osservazione in SENTIERI sono i singoli Comuni inclusi nei siti che, per municipalità di piccole e medie dimensioni, come sono in prevalenza i Comuni d'interesse (il 95% dei 316 comuni ha una popolazione inferiore ai 60.000 residenti), rappresentano l'unità di riferimento anche per le comunità locali sia in termini amministrativi sia sociali. Il concetto di comunità è, infatti, fondamentale in valutazioni di giustizia ambientale e nella prospettiva della sua promozione.^{3,4} La comunità locale è intesa come quel tipo di collettività i cui membri condividono un'area territoriale come base di operazioni per le attività quotidiane e come una "comunità societaria" che ha come funzione l'integrazione degli individui che la costituiscono.⁹

In termini psicosociali, la comunità presenta le seguenti caratteristiche: l'interdipendenza dei sistemi relazionali tra le persone; la condivisione e l'interiorizzazione di norme e valori, non necessariamente espressi formalmente; lo sviluppo di un sentimento di comunità connesso a un senso dell'ingroup ("noi") che si definisce anche per differenziazione rispetto a *outgroup* esterni (gli "altri", "loro").¹⁰ Queste caratteristiche solitamente confluiscono in necessità e problemi che possono essere affrontati tramite azioni collettive.¹¹ La presenza di questi elementi comuni non implica necessariamente che le comunità locali siano entità semplici e omogenee; il loro grado di coesione dipende dalle capacità della comunità di rispondere ai bisogni dei suoi membri, così come dalle sue caratteristiche strutturali. SENTIERI, per sua natura, è in grado di dare una visione descrittiva sia sui singoli siti sia sul loro insieme, mentre valutazioni di dettaglio richiedono approfondimenti specifici che devono riguardare le singole comunità.

Per descrivere le modalità con cui SENTIERI può svolgere un ruolo nella promozione della giustizia ambientale a livello locale, si farà riferimento all'esperienza di studio che ha riguardato la comunità del Comune di Porto Torres. Queste attività sono riportate nel dettaglio in un rapporto tecnico e in un documento a carattere divulgativo.^{12,13} In questa sede, verranno trattati gli aspetti che vedono il collegamento tra SENTIERI e quanto svolto per Porto Torres per documentare sia le condizioni associate all'ingiustizia ambientale sia le attività svolte per porre le basi della promozione della giustizia ambientale a livello locale.

Valutazioni di giustizia distributiva in SENTIERI

SENTIERI svolge la funzione di descrivere i profili di salute delle popolazioni interessate dai principali siti contaminati italiani e, data l'applicazione delle stesse procedure a ciascun sito, dà l'opportunità di avere un quadro generale a livello nazionale dell'impatto sulla salute associabile all'insieme dei siti sottoposti a sorveglianza.¹⁴ Questa duplice valenza riguarda anche valutazioni di giustizia distributiva. Al riguardo, quanto prodotto da SENTIERI è stato riportato nel secondo *assessment report* edito dall'Ufficio ambiente e salute dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) della Regione europea sulle disuguaglianze associate ai principali fattori ambientali emersi come priorità dall'ultima conferenza interministeriale su ambiente e salute della stessa Regione.¹⁵

I risultati ottenuti in un primo studio^{16,17} sono stati confermati da valutazioni successive eseguite sulla base di dati aggiornati sia per l'indicatore di deprivazione socioeconomica utilizzato sia per il periodo considerato per le analisi relative alla mortalità.¹⁸ La figura 2 mostra i risultati relativi alla distribuzione percentuale dei comuni monitorati da SENTIERI per macroarea geografica in relazione al loro livello di deprivazione socioeconomica. È evidente un gradiente di maggiore deprivazione passando dal Nord al Sud. La figura 3 riporta, distinti per genere, i risultati relativi alla mortalità generale per l'insieme dei Comuni meno deprivati e per l'insieme dei Comuni più deprivati, ove per ciascun Comune la mortalità osservata è stata confrontata con quella attesa sulla base del riferimento regionale; inoltre, per i Comuni più deprivati, riporta i risultati distinti per macroarea geografica. Le analisi complessive hanno messo in luce, nell'insieme dei Comuni più deprivati e in entrambi i generi, un eccesso di rischio di mortalità generale; nelle donne, questo eccesso è stato osservato anche nei comuni meno deprivati. Gli stessi risultati sono stati confermati nelle diverse macroaree geografiche (Nord, Centro, Sud e Isole).

Complessivamente, i diversi studi sulla mortalità hanno portato alla luce condizioni di ingiustizia distributiva presenti nei siti contaminati italiani frutto della combinazione di:

1. pericolo da pressioni ambientali dovute ai siti contaminati;
2. maggiore deprivazione socioeconomica;
3. maggior rischio di mortalità.

Il gradiente da Nord a Sud e Isole di progressivo svantaggio in associazione ai siti contaminati va di pari passo con analoghi gradienti di svantaggio socioeconomico osservati a livello del Paese che hanno complesse ragioni storiche precedenti e/o concomitanti al processo d'industrializzazione,¹⁹ come viene, per

lo nazionale sulla giustizia distributiva associata ai principali siti contaminati italiani, a partire dal Sesto Rapporto,²³ include per ciascun sito informazioni aggiuntive per valutare la presenza di fragilità locali associabili alla deprivazione. I dati inclusi riguardano:

- il numero di comuni del sito appartenenti al livello più alto di deprivazione sul totale dei comuni del sito (con la deprivazione su base comunale definita sulla base dell'indicatore di deprivazione ID-SENTIERI 2011);²⁴

- la percentuale di popolazione residente nelle sezioni di censimento del sito con livello di deprivazione più alto (con la deprivazione su base di sezione di censimento definita sulla base dell'indicatore di deprivazione nazionale 2011);²¹

- il tasso standardizzato di mortalità prematura per malattie croniche (sulla base dell'indicatore 3.4.1 degli SDG²⁵ per genere, espresso come variazione in più o in meno rispetto al riferimento regionale sia in casi per 100.000 sia in percentuale).

I siti nei quali i tre indicatori utilizzati in SENTIERI convergono nel rilevare la presenza di fragilità²³ sono:

- nel Sud e nelle Isole: l'Area Litorale Vesuviano, le Aree industriali Val Basento, Biancavilla, Crotone-Cassano-Cerchiara, il Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano;

- nel Centro: i siti di Livorno, Massa Carrara, Basso Bacino fiume Chienti;

- nel Nord: il solo sito di Trieste.

I siti, invece, in cui le comunità residenti risultano sovraccaricate (*overburdened*), oltre che per le pressioni ambientali legate alle contaminazioni e per la deprivazione socioeconomica (per esempio, la porzione di popolazione residente in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione socioeconomica supera il riferimento), anche per l'eccesso di rischio di mortalità per tutte le cause, sono:

- per il Sud e le Isole: oltre ai siti sopra elencati, anche quelli di Porto Torres e Gela;

- nel Centro: oltre ai siti sopra elencati, il sito di Piombino;

- nel Nord: oltre al sito di Trieste, quello di Venezia.

Ciascun sito e ciascuna comunità ha la sua storia, che non può essere descritta da un sistema di monitoraggio su base nazionale.

I fenomeni di ingiustizia distributiva possono caratterizzare le comunità locali al loro interno, con maggiori esposizioni ai contaminanti, quindi con un accresciuto rischio per la salute in sottogruppi di popolazione più fragili a livello socioeconomico. Ciò, per esempio, è stato osservato a livello di quartiere nel caso di Taranto, in cui la contaminazione dell'aria da sorgenti industriali è risultata maggiore nei quartieri più prossimi al complesso industriale, la cui popolazione è peraltro maggiormente deprivata a livello socioeconomico.²⁶

Valutazioni di giustizia procedurale in SENTIERI

Il secondo *assessment report* sulle disuguaglianze ambientali edito dall'Ufficio ambiente e salute dell'OMS Europa,¹⁵ precedentemente citato, riporta anche i risultati di studi effettuati per valutare la giustizia procedurale nei siti contaminati.² Questi studi sono stati alla base dell'approfondimento di analisi sui meccanismi sociali e psicosociali di generazione e mantenimento delle disuguaglianze nei siti contaminati riportati nell'ambito del rapporto ISTISAN sopra menzionato.^{27,28}

I meccanismi di generazione e mantenimento delle disuguaglianze nei siti contaminati fanno riferimento alle modalità istituzionali e sociali che caratterizzano i processi decisionali in quei territori. Ciò chiama in causa i fenomeni di marginalizzazione e *misrecognition* che interessano queste comunità, ossia il non riconoscimento formale e sostanziale della popolazione e dei sottogruppi maggiormente svantaggiati nei processi decisionali che riguardano sia l'insediamento sia la permanenza per decenni di impianti industriali inquinanti nei territori dove essi risiedono. I fenomeni di *misrecognition* riguardano anche gli interventi migliorativi delle condizioni di degrado dei loro territori, in primis le bonifiche, e, sul fronte della sanità pubblica, gli interventi di riduzione delle esposizioni agli inquinanti e del conseguente impatto sulla salute della popolazione residente.

Inoltre, fattori psicosociali individuali e collettivi che influiscono sulle percezioni e sui comportamenti delle comunità o di loro sottogruppi sono fortemente condizionati dall'accesso alle informazioni *evidence-based* e dalle disuguaglianze sociali. Queste condizioni possono esacerbare meccanismi di interiorizzazione e giustificazione dello svantaggio o alimentare quelli conflittuali associati alle condizioni ambientali.²⁹

Nell'ottica di ridurre le disuguaglianze nei siti contaminati, gli studi sulla giustizia ambientale hanno messo in evidenza che il coinvolgimento degli attori istituzionali e sociali delle comunità residenti deve necessariamente accompagnare gli studi che documentano i rischi e gli impatti sulla salute e la traduzione delle evidenze in interventi.⁴

In primo luogo, l'adozione di procedure formali di riconoscimento del ruolo delle comunità e di sottogruppi nei processi decisionali risulta indispensabile per contrastare condizioni di marginalità e disuguaglianze sociali. L'implementazione di piani di comunicazione partecipativi territoriali può integrare tali procedure per il riconoscimento dei ruoli degli attori istituzionali e sociali e promuovere il loro coinvolgimento e partecipazione informata alla negoziazione degli interessi in campo. In quest'ottica, SENTIERI

ha proposto un approccio metodologico e linee di azione per l'adozione di piani e strategie di comunicazione partecipativi nei siti contaminati.^{30,31} La guida metodologica sviluppata da SENTIERI può essere implementata a livello locale attraverso lo studio dell'articolazione istituzionale e sociale della comunità, seguito dal coinvolgimento degli attori istituzionali e sociali territoriali nell'adattamento del piano e delle strategie di comunicazione alle caratteristiche del contesto locale.^{12,31}

In secondo luogo, il supporto alle capacità sociali delle comunità per promuovere partecipazione consapevole degli attori istituzionali e sociali ai processi decisionali può beneficiare di processi di costruzione sociale e di *empowerment*.⁴ Le caratteristiche di multidimensionalità e di processo delle capacità sociali delle comunità si riferiscono alla conoscenza e alla consapevolezza su:

- rischi per la salute associati all'esposizione agli inquinanti;
- attori coinvolti nella gestione dei rischi;
- ruoli e responsabilità degli attori istituzionali preposti;
- quadro normativo di riferimento;
- precedenti azioni intraprese dalla comunità in relazione alle specifiche problematiche ambientali e sanitarie.^{4,6}

A questo riguardo, SENTIERI ha messo in luce a livello concettuale il ruolo dell'*environmental health literacy* delle comunità nei siti contaminati rispetto al rafforzamento della conoscenza, comprensione e uso delle informazioni *evidence-based*.²⁰ Ciò è stato elaborato sulla base di esperienze maturate in processi di comunicazione partecipativi alla luce delle specificità, delle differenze e delle criticità riscontrate nei diversi siti studiati (per esempio, Gela,³² Biancavilla,³³ Milazzo e Porto Torres³⁴). Accanto a queste, giocano un importante ruolo dimensioni quali il senso di appartenenza, i valori e la connessione sociale, nonché le reti sociali riconducibili a legami tra cittadini e loro organizzazioni e tra cittadini e istituzioni. La Commissione sui determinanti sociali della salute dell'OMS ha riconosciuto la valenza delle reti sociali (una componente strutturale del capitale sociale, *linking social capital*) nel promuovere la partecipazione dei cittadini e la redistribuzione di potere tra portatori di interesse.³⁵ Ciò è di particolare importanza nei processi decisionali e nello sviluppo di politiche che riguardano il benessere e la qualità della vita della cittadinanza, che risultano fondamentali nel contrastare le disuguaglianze sociali.³⁵ SENTIERI ha sottolineato a livello concettuale e operativo come approcci collaborativi e processi di comunicazione bidirezionale tra ricercatori coinvolti nelle attività di studio e attori istituzionali e sociali territoriali possano contribuire al rafforzamento dei rapporti tra cittadini e istituzioni.³⁴

Dalle evidenze prodotte da SENTIERI sul SIN di Porto Torres agli approfondimenti su base locale per la promozione della giustizia ambientale

Le valutazioni di giustizia ambientale rispetto ai rischi derivanti dai siti contaminati nella dimensione della comunità riguardano in particolare le cosiddette *monotown*,³⁶ ossia cittadine dove la presenza di imponenti industrie o di complessi industriali ha determinato un'evoluzione monofunzionale (per esempio, evoluzione socioeconomica delle comunità e delle realtà industriali in modo strettamente connesso) precludendo loro altre possibilità di sviluppo. Diverse sono le *monotown* tra i siti monitorati da SENTIERI nel Sud e nelle Isole, tra le quali si trovano, per esempio, le cittadine di Porto Torres e Gela, che sorgono immediatamente a ridosso di complessi industriali, con prevalenti attività petrolchimiche, la cui estensione territoriale risulta maggiore di quella del nucleo urbano. Le valutazioni descrittive relative alla deprivazione di area effettuate in SENTIERI hanno identificato, tra i siti con la prevalenza della popolazione residente in sezioni di cesimato ad alto livello di deprivazione e con un eccesso di mortalità per l'insieme delle cause, anche il SIN di Porto Torres. In occasione della presentazione del Quinto Rapporto SENTIERI, un'associazione locale di Porto Torres ha fatto presente la necessità di trattare in modo distinto e particolare la comunità locale rispetto all'insieme dei comuni dell'omonimo SIN, che per quel sito vede valutazioni che includono sia la municipalità di Porto Torres sia quella di Sassari. Gli studi sul SIN di Porto Torres erano allora pochi e peraltro mai focalizzati sulla sola comunità di Porto Torres. Un progetto di affiancamento dell'ISS agli enti della Regione Sardegna per lo sviluppo di capacità nello studio dei siti contaminati ha rappresentato l'occasione per indirizzare l'attenzione sulla comunità di Porto Torres. Le attività di studio sono state avviate con l'interlocuzione con l'Amministrazione comunale e gli enti territoriali dell'SSN e l'ARPAS e con una visita congiunta al sito industriale e al territorio di Porto Torres che ha avuto anche il fine di conoscere direttamente la realtà locale. La storia della comunità locale, in particolare la sua evoluzione socioeconomica in relazione alla presenza del complesso industriale, è stata inizialmente approfondita tramite l'analisi di documenti e con la ricostruzione del suo sviluppo socioeconomico attraverso indicatori descrittivi di origine censuaria.³⁷ La popolazione locale è cresciuta nel primo decennio delle attività industriali (avviate negli anni Sessanta) di circa il 45% (attualmente il comune ha circa 22.000 residenti). La forza lavoro nel complesso petrolchimico ha raggiunto negli anni Settanta circa 8.000 unità. Negli anni

intorno al 2010, la maggior parte delle attività industriali è stata dismessa (con la messa in cassa integrazione di migliaia di lavoratori) e le restanti attività vedono oggi impiegate alcune centinaia di lavoratori. Al censimento 2011, l'80% della popolazione locale risultava risiedere in sezioni di censimento ad alto livello di deprivazione socioeconomica. L'interazione con la comunità locale per il tramite dell'Amministrazione comunale e quella con i tecnici regionali del SSN e dell'ARPAS ha consentito di comprendere le ragioni dell'attuale deprivazione socioeconomica. Si è appreso, per esempio, che una larga porzione della popolazione vive in case popolari non di proprietà, costruite prevalentemente nel periodo di espansione industriale, nel quartiere che ha accolto maggiormente i lavoratori del complesso petrolchimico. Inoltre, l'articolazione attuale del territorio comunale vede occupato circa il 50% della sua estensione dal Parco nazionale dell'Asinara e intorno al 30% dall'area industriale, rimanendo così a disposizione per la comunità locale solo il 20% della sua superficie totale. Questi elementi, tra quelli alla base delle condizioni di ingiustizia ambientale generate dall'evoluzione del sito industriale, non possono essere appresi se non svolgendo attività di ricerca con un'interazione con la comunità locale. Il piano di comunicazione costruito sulla base della guida metodologica di SENTIERI³⁰ è stato lo strumento attraverso il quale il processo di comunicazione partecipativo è stato implementato localmente, con il coinvolgimento degli attori istituzionali, sociali e la comunità nel suo complesso nelle diverse fasi dello studio. Ciò è avvenuto tramite l'utilizzo di canali e attività di comunicazione diversificati e con la realizzazione di prodotti di comunicazione liberamente fruibili.^{12,13} La maggiore consapevolezza dei potenziali rischi per la salute associati alla contaminazione ambientale e della necessità di renderne conto all'intera comunità ha portato gli enti coinvolti (istituzioni nazionali, regionali e locali) a definire congiuntamente un insieme di raccomandazioni, a partire dalle modalità di articolazione del monitoraggio ambientale ed epidemiologico fino a quelle tese all'ulteriore diffusione della consapevolezza della comunità locale delle relazioni tra i rischi e i benefici di natura ambientale e la salute individuale e collettiva. Le istituzioni territoriali coinvolte hanno, inoltre, espresso in modo trasparente il loro contributo a che queste attività vengano effettuate.^{12,13} Stampa e social media locali hanno riportato i contenuti e i risultati dello studio attraverso l'interlocuzione diretta con gli esperti e utilizzando i materiali prodotti. La rappresentazione dei risultati dello studio da parte dei media locali è risultata aderente alla realtà.

La maggiore conoscenza, consapevolezza, motivazione e l'utilizzo delle informazioni basate sulle evidenze da parte della comunità di Porto Torres sono la manifesta-

zione del suo rafforzamento nelle capacità sociali e rappresentano la premessa per lo sviluppo di interventi di promozione della giustizia ambientale in quel territorio.

Considerazioni conclusive

SENTIERI ha fatto emergere un evidente gradiente Nord-Sud, con condizioni di ingiustizia distributiva associata ai siti contaminati per le comunità residenti in prossimità dei siti del Sud e delle Isole.

Inoltre, ha portato alla luce i principali meccanismi di produzione e mantenimento dell'ingiustizia distributiva nei siti contaminati riconducibile a condizioni di ingiustizia procedurale e ha individuato le capacità di comunità da potenziare per promuovere la giustizia ambientale.

SENTIERI potrà, nel futuro, fornire un contributo sulla base delle seguenti linee d'indirizzo:

- continuare la produzione di documentazione sulla giustizia distributiva e procedurale a livello nazionale (anche al fine di una valutazione complessiva nel tempo dell'efficacia di interventi di promozione della giustizia ambientale);
- migliorare progressivamente la qualità e la pertinenza delle informazioni prodotte tramite:
 - valutazioni con nuovi indicatori a livello di comunità che rappresentino dimensioni ulteriori rispetto a quelle già analizzate (per esempio indicatori analoghi a quelli prodotti dall'Istat sul benessere equo e sostenibile, attualmente disponibili solo a livello regionale e per le aree metropolitane);
 - interazione con altre sorveglianze per descrivere meglio il quadro epidemiologico in associazione ai suoi determinanti a livello di comunità (per esempio, la sorveglianza PASSI,³⁸ con sviluppo di attività di sovracampionamento che tengano conto delle componenti ambientali e socioeconomiche);
- promuovere l'adozione di buone pratiche per documentare condizioni di giustizia distributiva e procedurale a livello locale attraverso:
 - indagini qualitative che possano far comprendere l'evoluzione del contesto locale ed eventualmente fornire spunti anche per valutazioni quantitative;
 - indagini epidemiologiche di tipo analitico ad ampio spettro a livello delle comunità maggiormente interessate dai siti contaminati, in particolare nelle comunità delle *monotown*, che siano in grado di raccogliere informazioni sui diversi determinanti, con attenzione a quelli ambientali e a quelli sociali, e siano in grado di svolgere la funzione di sorveglianza epidemiologica locale;^{39,40}
 - applicazione di modalità di ricerca che uniscano competenze delle discipline epidemiologiche con quelle delle scienze sociali;^{41,42}

Glossario sulla giustizia ambientale nei siti contaminati

Ambienti equigenici. Contesti di vita che presentano condizioni grazie alle quali è possibile interrompere la conversione delle iniquità socioeconomiche e ambientali in disuguaglianze di salute; per esempio, le comunità hanno capacità di comprendere le loro condizioni di fragilità e di attivare azioni di contrasto.

Capacità di comunità. Si riferisce a un insieme di caratteristiche e risorse che possono essere utilizzate per rafforzare le comunità nel comprendere le proprie condizioni di salute in relazione ai fattori ambientali di rischio o beneficio ed effettuare interventi migliorativi.

• **Conoscenza.** Si riferisce alla conoscenza su: rischi per la salute associati all'esposizione agli inquinanti; attori coinvolti nella gestione del rischio; ruoli e responsabilità degli attori istituzionali preposti; quadro normativo di riferimento.

• **Consapevolezza della storia della comunità.** Conoscenza e condivisione della storia e dell'impegno profuso dalla comunità in relazione alle problematiche sanitarie e ambientali.

• **Senso di comunità.** Senso di appartenenza e connessione sociale.

• **Riflessività.** Capacità di apprendimento degli attori sociali.

• **Valori.** Orientamenti condivisi rispetto all'ambiente e alla salute.

• **Potere della comunità.** Capacità di influenzare le decisioni attraverso la partecipazione informata ai processi decisionali.

• **Leadership.** Capacità di iniziativa e protagonismo competente degli attori sociali.

• **Risorse.** Risorse finanziarie e tecniche utilizzabili o attivabili per fare fronte ai problemi collettivi.

• **Abilità.** Abilità e competenze degli attori sociali (organizzative, scientifiche, politiche, ecc.).

• **Partecipazione.** Grado di motivazione a partecipare e di coinvolgimento ad iniziative della comunità.

Comunità sovraccaricate

(overburdened). Sono le comunità sovraccaricate da elementi di fragilità sociale ed economica ai quali si aggiungono le pressioni legate all'inquinamento del territorio.

Condizioni di discriminazione. Si tratta delle condizioni individuali o che caratterizzano un gruppo o una comunità per cui si può determinare ingiustizia distributiva. Le principali sono: il luogo di residenza, l'etnia, l'occupazione, il sesso, l'età, la religione, il livello di istruzione, lo stato socioeconomico, il capitale sociale.

Determinanti sociali della salute. Sono i fattori di natura sociale che influenzano lo stato di salute degli individui e delle comunità o di una popolazione.

Determinanti delle disuguaglianze di salute. Sono i fattori che causano l'iniqua distribuzione di condizioni di salute tra gli individui e tra popolazioni o al loro interno.

Dimensioni delle disuguaglianze. Sono le dimensioni solitamente considerate per stratificare le opportunità di salute e gli esiti di salute quando si considerano le disuguaglianze: luogo di residenza, razza/etnia/cultura/lingua, professione, genere/sesso, religione, livello di istruzione, stato socioeconomico, capitale sociale.

Disuguaglianze/iniquità di salute ambientale. Si riferiscono all'iniqua (sproporzionata, ingiusta, prevenibile e modificabile) distribuzione dei rischi ambientali per la salute tra gli individui, tra le comunità e/o al loro interno.

Rafforzamento di capacità (empowerment). Si riferisce al processo attraverso il quale gli individui e le comunità acquisiscono e rafforzano le capacità di orientare al meglio le loro condizioni di vita, in particolare le loro scelte, per tutelare e promuovere la propria salute.

Giustizia ambientale. Si riferisce al trattamento equo relativo al grado di protezione dai rischi per la salute associati all'ambiente, ovvero alla fruizione dei benefici di natura ambientale, per le persone, gruppi, comunità, popolazioni, indipendentemente dal colore della pelle, dall'etnia, dall'età, dal reddito, dalle condizioni socioeconomiche, nonché all'uguale accesso ai processi decisionali, attraverso un reale coinvolgimento, per l'adozione e l'applicazione di leggi, regolamenti e politiche ambientali per un ambiente sano in cui vivere e lavorare. È di particolare importanza nell'ambito dei siti contaminati. La giustizia ambientale si articola in due principali categorie: la giustizia distributiva e la giustizia procedurale.

Giustizia distributiva. Si riferisce all'equità nella distribuzione dei rischi e dei benefici ambientali tra gli individui, i gruppi di popolazione, le comunità (per esempio, senza discriminazione per caratteristiche socioeconomiche o etniche). È legata alla valutazione delle disuguaglianze nella distribuzione sia dei fattori di rischio (per esempio, esposizioni a sostanze chimiche pericolosi) sia di fattori di protezione per la salute di natura ambientale, e della loro eventuale associazione con un aumento o diminuzione di rischio.

Giustizia procedurale. Si riferisce alla necessità di partecipazione democratica ed equa (equo coinvolgimento soprattutto dei gruppi di popolazione più svantaggiati) ai processi decisionali che influiscono sulla distribuzione dei rischi e dei benefici ambientali. Riguarda, in particolare, lo

studio dei meccanismi e dei processi attraverso i quali l'ingiustizia distributiva è creata e mantenuta nel tempo.

Indicatori di esito delle disuguaglianze. Si tratta di indicatori che valutano gli effetti di condizioni di svantaggio. Un esempio è fornito dall'indicatore 3.4.1 degli Obiettivi di sviluppo sostenibile (*sustainable development goals*, SDG) dell'Agenda 2030 delle Nazioni unite che indica la mortalità prematura per i principali gruppi di patologie croniche potenzialmente, almeno in parte, prevenibile

Indice di deprivazione. È un indicatore composito di condizioni socioeconomiche/sociodemografiche che influiscono direttamente o indirettamente sullo stato di salute. Si tratta di un indicatore multidimensionale che riassume più condizioni di svantaggio in termini relativi, ossia le unità di osservazione possono essere messe a confronto tra di loro. L'indice di deprivazione può essere attribuito a individui, aree, popolazioni, in relazione alla disponibilità dei dati. Questo indicatore di solito combina almeno tre dimensioni: il livello di istruzione, l'occupazione e la disponibilità di beni materiali. È utilizzato per monitorare la giustizia distributiva.

Marginalizzazione. Si riferisce al fenomeno di cui soffrono frequentemente le comunità residenti in prossimità dei siti contaminati rispetto alle decisioni che riguardano il territorio dove vivono e lavorano. Questo fenomeno può riguardare, all'interno di una comunità, i sottogruppi di popolazione più fragili a livello socioeconomico che sono maggiormente esposti ai contaminanti e ai rischi per la salute.

Misura delle disuguaglianze. Si riferisce ai dati relativi ad alcuni fattori sociali ed economici utili per misurare le disuguaglianze. Questi dati possono avere come fonti, per esempio, i censimenti di popolazione e le anagrafi sanitarie o comunali. I dati riguardano condizioni sociodemografiche (come sesso, età, cittadinanza, residenza) ed economiche (per esempio, occupazione, reddito).

Vulnerabilità. È una condizione di svantaggio di partenza che può amplificare l'effetto di una distribuzione iniqua di rischi e benefici ambientali, con conseguente aumento delle disuguaglianze in salute. Le principali vulnerabilità sono associate all'età (i bambini, per la maggiore suscettibilità fisiologica e associata ai comportamenti, e gli anziani, per una maggiore vulnerabilità acquisita), al basso livello di istruzione, alla deprivazione socioeconomica, a un esiguo capitale sociale.

- coinvolgimento degli amministratori e operatori e tecnici dell'SSN e del SNPA locali e delle associazioni territoriali attraverso interazioni continue durante le attività di ricerca e con valutazioni pre-post attività (per esempio, tramite interviste rivolte ai portatori d'interesse non tecnici);

- mappatura delle “capacità di comunità”, secondo quanto indicato da SENTIERI,⁴ da effettuare insieme agli amministratori locali, sia in avvio delle attività di ricerca, per individuare le condizioni della comunità locale rispetto alle singole capacità, sia in conclusione delle attività stesse in relazione ai risultati ottenuti per indirizzare gli interventi.

■ favorire la condivisione delle informazioni prodotte con le comunità locali e loro sottogruppi svantaggiati per migliorare la consapevolezza sugli effetti per la salute della contaminazione ambientale e sulle condizioni di ingiustizia ambientale e promuoverne la loro traduzione in interventi. In termini generali, ciò può essere favorito dall'utilizzo di linguaggi semplificati rispetto a quelli prettamente scientifici e di canali e strumenti di comunicazione che promuovano la fruibilità e la diffusione delle informazioni *evidence-based* (per esempio, l'utilizzo di nuovi strumenti di comunicazione digitali interattivi). Inoltre, nel caso di stu-

di epidemiologici in siti specifici, tramite il coinvolgimento dei cittadini nelle diverse fasi della ricerca. La loro partecipazione può andare dal fornire dati o informazioni, fino al coinvolgimento in tutte le fasi degli studi (co-creazione e sviluppo dello studio), includendo: definizione delle domande sulla base delle quali definire gli obiettivi di studio, raccolta dei dati, analisi degli stessi, loro interpretazione, partecipazione alla diffusione dei risultati e loro traduzione in decisioni da implementare con azioni conseguenti.⁴³ Gli studi si possono configurare, per esempio, con componenti di citizen science (per quanto riguarda esempi di ricerca partecipata, in particolare di citizen science, si vedano i diversi casi descritti nella sezione «EpiChange» della rivista *Epidemiologia&Prevenzione*).⁴⁴ Infine, nelle interazioni con le comunità locali, tramite la promozione di attività di natura culturale, incluse quelle artistiche, associate con quelle di ricerca,⁴⁵ anche per andare incontro alla necessità di tali comunità di poter immaginare e costruire un futuro in cui la propria identità non sia più strettamente connessa alle condizioni di contaminazione ambientale.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Bibliografia

1. Rete italiana ambiente salute (RIAS). Disponibile all'indirizzo: <https://rias.epiprev.it/index.php?site-contaminati-e-giustizia-sociale>
2. Pasetto R, Mattioli B, Marsili D. Environmental justice in industrially contaminated sites. a review of scientific evidence in the WHO European region. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(6):998.
3. Pasetto R, Fabri A (eds). La Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi. Rapporti ISTISAN 20/27. Roma, ISS, 2020. Disponibile all'indirizzo: <https://www.iss.it/documents/20126/0/20-21+web.pdf/1dcc3560-b97d-9d75-5155-e0f0a79b6f1f?t=1605515556122>
4. Pasetto R, Marsili D, Rosignoli F et al. Promozione della giustizia ambientale nei siti industriali contaminati. *Epidemiol Prev* 2020;44(5-6):417-25.
5. Pasetto R, Rosignoli F. Giustizia ambientale e salute ambientale. *La Salute umana* 2020;280:8-10. Disponibile all'indirizzo: https://www.edizioniculturasalute.com/wp-content/uploads/2021/04/Salute_Umana_280_2020_art_g_a.pdf
6. Marsili D, Mannarini T, Pasetto R. Rafforzare le capacità delle comunità residenti nei siti contaminati nella prospettiva della giustizia ambientale. *La Salute Umana* 2020;280:11-16. Disponibile all'indirizzo: https://www.edizioniculturasalute.com/wp-content/uploads/2021/04/Salute_Umana_280_2020_art_marsili.pdf
7. Pasetto R, Fabri A, Marsili D. Giustizia ambientale nei siti industriali contaminati. *Ecoscienza* 2021;4:38-39. Disponibile all'indirizzo: <https://www.arpae.it/it/ecoscienza/numeri-ecoscienza/anno-2021/numero-4-anno-2021>
8. Marsili D, Iavarone I, Pasetto R et al. La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI nei siti contaminati. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:385-91. La mappa è disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/sentieri6mappa>
9. Parsons T. *The system of modern societies*. Englewood Cliffs (NJ), Prentice Hall, 1971.
10. Mannarini T. *Senso di comunità. Come e perché i legami contano*. New York, McGrawHill, 2016.
11. Laverack G. *Public health. Power, empowerment and professional practice*. Londra, Palgrave Macmillan, 2016.
12. Pasetto R, Zona A, Marsili D, Fabri A. Profilo di salute di una comunità intesa da contaminazione industriale. Il caso di Porto Torres: valutazioni ambiente-salute, epidemiologia e comunicazione. Rapporti ISTISAN 22/13. Roma, ISS, 2022. Disponibile all'indirizzo: <https://www.iss.it/web/guest/-/rapporto-istisan-22/13-profilo-di-salute-di-una-comunit%C3%A0-interessata-da-contaminazione-industriale.-il-caso-di-porto-torres-valutazioni-ambiente-salute-epidemiologia-e-comunicazione.-a-cura-di-roberto-pasetto-amerigo-zona-daniela-marsili-alessandra-f>
13. Istituto Superiore di Sanità. *Salute e ambiente a Porto Torres. Risultati dello studio epidemiologico descrittivo della popolazione residente*. 2022. Disponibile all'indirizzo: <https://www.sardegna.salute.it/index.php?xsl=316&s=9&v=9&c=95339&na=1&n=10>
14. Fazzo L, Minichilli F, Iavarone I et al. Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:366-74.
15. World Health Organization Regional Office for Europe. *Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2019. Disponibile all'indirizzo: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-health-inequalities-in-europe.-second-assessment-report-2019>
16. Pasetto R, Zengarini N, Caranci N et al. Environmental justice nel sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2017;41(2):134-39.
17. Pasetto R, Iavarone I. Environmental Justice in industrially contaminated sites. From the development of a national surveillance system to the birth of an international network. In: Mah A, Davis T (eds). *Toxic truths: Environmental justice and citizen science in a post-truth age*. Manchester, Manchester University Press, 2020; pp. 199-219. Disponibile all'indirizzo: <https://www.manchesteropenhive.com/view/9781526137005/9781526137005.00023.xml>
18. Pasetto R, Di Fonzo D, Porcu R, De Santis M, Zona A. Environmental health inequalities among municipalities affected by contaminated sites in Italy. *Environmental Justice* 2022;15(4):197-278.
19. Federico G, Vasta M. *The Origins of the Italian Regional Divide: Evidence from Real Wages, 1861-1913*. CEPR Discussion Paper No. DP12358. (2017). Disponibile all'indirizzo: <https://papers.ssrn.com/abstract=3049915>

20. Istat. BES 2021. Il benessere equo e sostenibile in Italia. Roma, Istat, 2022. Disponibile all'indirizzo: https://www.istat.it/files//2022/04/BES_2021.pdf
21. Rosano A, Pacelli B, Zengarini N, Costa G, Cislighi C, Caranci N. Aggiornamento e revisione dell'indice di deprivazione italiano 2011 a livello di sezione di censimento. *Epidemiol Prev* 2020;44(2-3):162-70.
22. Di Fonzo D, Fabbri A, Pasetto R. Distributive justice in environmental health hazards from industrial contamination: A systematic review of national and near-national assessments of social inequalities. *Soc Sci Med* 2022;297:114834.
23. Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al (eds). SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Inseguimenti Esposti a Rischio da Inquinamento. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:1-286.
24. Pasetto R, Caranci N, Pirastu R. L'indice di deprivazione negli studi di piccola area su ambiente e salute. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl 4:174-80.
25. Sustainable Development Goals. SDG Indicators. Metadata Repository. Disponibile all'indirizzo: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata>
26. Bisceglia L, Ancona C, Bauleo L. Il sito contaminato di Taranto e la sua comunità: la sorveglianza integrata ambiente e salute nell'ottica del contrasto alle disuguaglianze. In: Pasetto R, Fabri A (eds). *La Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi*. Rapporti ISTISAN 20/21. Roma, ISS, 2020; pp. 13-23.
27. Marsili D. Meccanismi di generazione e mantenimento delle disuguaglianze nei siti contaminati. In: Pasetto R, Fabri A (eds). *La Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi*. Rapporti ISTISAN 20/21. Roma, ISS, 2020; pp. 57-67.
28. Mannarini T. Meccanismi psicosociali di costruzione, mantenimento e critica delle disuguaglianze: una prospettiva meridionale. In: Pasetto R, Fabri A (eds). *La Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi*. Rapporti ISTISAN 20/21. Roma, ISS, 2020; pp. 68-74.
29. Marsili D, Fazzo L, Iavarone I, Comba P. Communication plans in contaminated areas as prevention tools for informed policy. *Public Health Panor* 2017;3(2):261-67.
30. Marsili D, Battifoglia E, Bisceglia L et al. La comunicazione nei siti contaminati. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:198-205.
31. Ramirez AS, Ramondt S, Van Bogart K, Perez-Zuniga R. Public Awareness of Air Pollution and Health Threats: Challenges and Opportunities for Communication Strategies to Improve Environmental Health Literacy. *J Health Commun* 2019;24(1):75-83.
32. Pasetto R, Saitta P, Bracci C. Sviluppo di un'indagine epidemiologica in un sito inquinato: il contributo imprevisto della sociologia e della medicina legale. *Epidemiol Prev* 2008;32(6):325-28.
33. Bruno C, Marsili D, Bruni BM, Comba P, Scondotto S. Prevenzione della patologia da fluoro-edenite: il modello Biancavilla. Percorsi di ricerca, interventi di sanità pubblica e di promozione della salute. *Not Ist Super Sanita* 2015;28(5) Suppl 1:3-19.
34. Marsili D, Pasetto R, Iavarone I, Fazzo L, Zona A, Comba P. Fostering Environmental Health Literacy in Contaminated Sites: National and Local Experience in Italy From a Public Health and Equity Perspective. *Front Commun* 2021;6. Disponibile all'indirizzo: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fcomm.2021.697547>
35. Solar O, Irwin A. A conceptual framework for action on the social determinants of health. *Social Determinants of Health Discussion Paper 2 (Policy and Practice)*. CSDH-WHO. Geneva, WHO, 2010. Disponibile all'indirizzo: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44489/9789241500852_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
36. Shastitko A, Fakhitova A. Monotowns: a new take on the old problem. *Balt Reg* 2015;1(23):4-24.
37. Fabri A, Pasetto R. Il ruolo dell'industria petrolchimica nella trasformazione socioeconomica di un territorio: il caso di Porto Torres. *Villaggio Globale* 2021;24(94):67-78. Disponibile all'indirizzo: <https://www.vglbale.it/2021/06/01/industria-petrolchimica-e-il-caso-di-porto-torres>
38. Minardi V, Contoli B. Fonti informative e dati per documentare gli stili di vita in relazione alle disuguaglianze. In: Pasetto R, Fabri A (eds). *La Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi*. Rapporti ISTISAN 20/21. Roma, ISS, 2020; pp. 40-54.
39. Comba P, Pasetto R. Health in contaminated sites: the contribution of epidemiological surveillance to the detection of causal links. *Ann Ist Super Sanita* 2022;58(4):223-26.
40. Zengarini N, Caranci N. Un modello concettuale e possibili dati per il monitoraggio delle disuguaglianze nei siti contaminati. In: Pasetto R, Fabri A (eds). *La Environmental Justice nei siti industriali contaminati: documentare le disuguaglianze e definire gli interventi*. Rapporti ISTISAN 20/21. Roma, ISS, 2020; pp. 27-39.
41. Hoover E, Renauld M, Edelstein MR, Brown P. Social Science Collaboration with Environmental Health. *Environ Health Perspect* 2015;123(11):1100-6.
42. Comba P, Marsili D. Towards integration of epidemiological and social sciences approaches in the study of communities affected by asbestos exposure. *Ann Ist Super Sanita* 2019;55(1):68-69.
43. English PB, Richardson MJ, Garzon-Galvis C. From crowdsourcing to extreme citizen science: Participatory research for environmental health. *Ann Rev Public Health* 2018;39:335-50.
44. Si vedano, al riguardo, i casi descritti nella sezione «EpiChange» della rivista *Epidemiologia&Prevenzione*, disponibili all'indirizzo: <https://epiprev.it/page/epichange>
45. Pasetto R, Innocenti Malini G. Promoting environmental justice in contaminated areas by combining environmental public health and community theatre practices. *Futures* 2022;142:10301.

La mappa concettuale: uno strumento digitale interattivo per la comunicazione del sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI nei siti contaminati

The concept map of SENTIERI Project: a communication interactive digital tool of the national epidemiological surveillance system of Italian contaminated sites

Daniela Marsili,^{1,2} Ivano Iavarone,^{1,2} Roberto Pasetto,^{1,2} Maria Eleonora Soggiu,¹ Lucia Fazzo,^{1,2} Giada Minelli,³ Marina Forti,⁴ Francesco Unali,⁵ Alessandra Fabri,^{1,2} Amerigo Zona^{1,2}

¹ Dipartimento ambiente e salute, Istituto superiore di sanità, Roma

² WHO Collaborating Centre for Environmental Health in Contaminated Sites, Istituto superiore di sanità, Roma

³ Servizio di statistica, Istituto superiore di sanità, Roma

⁴ Giornalista indipendente

⁵ Ufficio stampa, Università Campus Bio-medico di Roma

Corrispondenza: Daniela Marsili; daniela.marsili@iss.it

Riassunto

Questo lavoro illustra lo sviluppo e il potenziale utilizzo delle mappe concettuali nell'ambito delle strategie di comunicazione di SENTIERI come strumento di informazione e comunicazione scientifica applicato alla sorveglianza epidemiologica nei siti contaminati.

La mappa concettuale di SENTIERI 2019-2022 è stata progettata e implementata nella prospettiva di favorire accesso a informazioni scientifiche complesse, garantendo fruibilità dei contenuti e comunicazione con i diversi *stakeholder*. La mappa concettuale si propone di promuovere l'*environmental health literacy* nei siti contaminati.

La metodologia adottata per realizzare la mappa ha previsto le seguenti fasi: **1.** scelta di una *dynamic focus question*; **2.** selezione dei termini rappresentativi degli argomenti trattati; **3.** elaborazione del glossario dei termini selezionati; **4.** rappresentazione dei collegamenti tra i termini selezionati; **5.** individuazione delle proposizioni che esplicitano il significato di ciascun collegamento. L'accesso online alla mappa è garantito attraverso il software Mindomo.

L'uso della mappa concettuale favorisce l'apprendimento attivo degli argomenti che caratterizzano SENTIERI 2019-2022 attraverso percorsi di conoscenza scelti in base a specifici interessi e finalità di apprendimento.

La mappa concettuale deriva dall'integrazione di approcci specifici della disciplina epidemiologica e delle scienze sociali e offre la possibilità di sviluppare mappe specifiche per sito attraverso il confronto con gli attori territoriali e di integrare elementi legati a problematiche emergenti, interessi istituzionali e locali.

Parole chiave: mappe concettuali, strategie di comunicazione, siti contaminati, sorveglianza epidemiologica, *environmental health literacy*

Abstract

This paper describes the development and the envisioned use of concept maps in the framework of the SENTIERI communication strategies as an information and scientific communication tool applied to epidemiological surveillance in contaminated sites.

The concept map of SENTIERI 2019-2022 was designed and implemented to foster access to complex scientific

Messaggi principali

■ Negli anni, SENTIERI ha sviluppato strategie di comunicazione per promuovere l'accesso a informazioni scientifiche complesse sulla sorveglianza epidemiologica e sulle relazioni tra contaminazioni ambientali e relativi rischi per la salute, garantendo fruibilità dei risultati e comunicazione con i diversi *stakeholder*.

■ Nell'ambito di SENTIERI, è stata sviluppata una mappa concettuale come strumento digitale e interattivo di comunicazione scientifica in sanità pubblica finalizzato a promuovere l'apprendimento attivo dei diversi attori che operano sul territorio, integrando approcci specifici della disciplina epidemiologica con quelli delle scienze sociali.

■ La mappa concettuale generale SENTIERI 2019-2022 è uno strumento utile anche a promuovere lo sviluppo di mappe concettuali specifiche per ogni sito attraverso il confronto con gli attori locali (comunità, operatori ambientali e sanitari, amministratori, insegnanti eccetera) e l'integrazione di elementi legati a problematiche emergenti e interessi istituzionali e locali.

information ensuring usability of the contents and communication with the various stakeholders. The concept map aims to promote environmental health literacy in contaminated sites.

The methodology adopted to create the map includes the following phases: **1.** choice of a dynamic focus question; **2.** selection of the representative terms of the addressed topics; **3.** elaboration of the glossary of the selected terms; **4.** representation of the links among the selected terms; **5.** identification of the significant propositions that make explicit the meaning of each link. Online access to the map is guaranteed by the Mindomo software.

The use of the concept map promotes active learning of the topics that characterize SENTIERI 2019-2022 through knowledge paths chosen because of the specific interests and learning purposes.

The concept map derives from the integration of specific approaches of the epidemiological discipline with those of the social sciences and offers the possibility of developing site-specific maps through the interactions with local actors and the integration of elements related to emerging problems as well as institutional and local interests.

Keywords: concept maps, communication strategies, contaminated sites, epidemiological surveillance, environmental health literacy

Introduzione

Le mappe concettuali sono state sviluppate a partire dagli anni Settanta nell'ambito delle scienze sociali in un programma di ricerca sulla psicologia dell'insegnamento, coordinato dallo psicologo americano Josef Novak¹ e basato sulla teoria cognitiva dell'insegnamento di David Ausubel. La tecnica delle mappe concettuali si basa sull'idea fondamentale che l'apprendimento è un processo di acquisizione e assimilazione di elementi conoscitivi relativi a nuovi concetti e proposizioni sulle conoscenze preesistenti.^{2,3} Le mappe concettuali sono, quindi, strumenti di rappresentazione grafica di un argomento complesso (può essere uno studio, un progetto, un tema) che permettono la comprensione e l'acquisizione di nuove conoscenze, promuovendo la memoria dell'apprendimento su quell'argomento.

Secondo la definizione di Novack & Cañas, le mappe concettuali consentono di organizzare graficamente la struttura della conoscenza con la finalità di rappresentare relazioni significative tra concetti espressi in forma di proposizioni.² Per la costruzione di mappe concettuali, infatti, vengono utilizzate parole di collegamento tra i concetti precedentemente selezionati, definite parole "significanti", che rafforzano la potenzialità rappresentativa delle mappe concettuali.³

Molti autori concordano sulla funzione delle mappe concettuali nella rappresentazione della conoscenza in diverse discipline da utilizzare nella formazione professionale, inclusa quella medico-sanitaria, così come nei campi dell'educazione e della comunicazione scientifica.⁴⁻⁸

In considerazione dei diversi livelli di capacità di comprensione di concetti complessi, le mappe concettuali, grazie alla loro capacità di esplicitare le relazioni tra concetti, sono state considerate strumenti che promuovono la comprensione e il pensiero critico nella formazione medica, attraverso l'integrazione di informazioni scientifiche di base con informazioni più specifiche in campo clinico, passando da modelli di pensiero lineare a modelli olistici più integrati.⁷ A questo riguardo, un ulteriore vantaggio cognitivo delle mappe concettuali deriva dalla combinazione di modalità visive e verbali di rappresentazione della conoscenza: utilizzando parole significative per indicare il tipo di relazione tra i termini, la semantica di una rappresentazione grafica può essere compresa e comunicata facilmente grazie alla doppia codifica degli stimoli verbali e visivi.⁵ In un'ottica di sanità pubblica e di prevenzione, il Programma SENTIERI ha sviluppato strategie di comunicazione attinenti alla sorveglianza epidemiologica nei siti contaminati adottando un approccio metodologico di comunicazione strutturata con gli attori istituzionali e sociali che operano nelle comunità incluse nelle aree in-

teressate.^{9,10} Inoltre, sono state analizzate e valutate le modalità di comunicazione adottate nei diversi contesti mettendo in luce il beneficio reciproco dell'interazione collaborativa e della comunicazione bidirezionale tra il piano nazionale e quello locale e tra gli attori istituzionali e sociali territoriali.¹¹ Tutto ciò a supporto dell'*environmental health literacy* degli attori istituzionali e sociali delle comunità residenti in prossimità dei siti contaminati:¹¹⁻¹⁴ aumentare la capacità di comprendere i concetti base della sorveglianza epidemiologica per promuovere la consapevolezza del rischio ambientale e sanitario nei siti contaminati e l'utilizzo dei risultati della sorveglianza a supporto della prevenzione del rischio e di promozione della salute pubblica. Va fatto presente che la comunità locale è intesa come la collettività i cui membri condividono un'area territoriale come base di operazioni per le attività quotidiane e come una "comunità societaria" che ha come funzione l'integrazione degli individui che la costituiscono.¹⁵ In termini psicosociali, la comunità presenta le seguenti caratteristiche: l'interdipendenza dei sistemi relazionali tra le persone; la condivisione e l'interiorizzazione di norme e valori, non necessariamente espressi formalmente; lo sviluppo di un sentimento di comunità connesso a un senso dell'*ingroup* ("noi") che si definisce anche per differenziazione rispetto a *outgroup* esterni (gli "altri", "loro").¹⁶ Queste caratteristiche solitamente confluiscono in comuni necessità e problemi che possono essere affrontati tramite azioni collettive.¹⁷ La presenza di questi elementi comuni non implica necessariamente che le comunità locali siano entità omogenee e il loro grado di coesione dipende dalle capacità sociali della comunità di rispondere ai bisogni dei suoi membri, così come dalle sue caratteristiche strutturali.¹⁸

Nell'ambito del Progetto SENTIERI 2019-2022,¹⁹ è stato studiato l'utilizzo di strumenti di comunicazione digitali interattivi con la finalità di ampliare gli ambiti e i target della comunicazione: tali strumenti promuovono il trasferimento e la condivisione di contenuti scientifici complessi, attraverso linguaggi fruibili da interlocutori non esperti degli argomenti trattati (operatori sanitari e ambientali, media, sistema scolastico). Per questo scopo, è stato scelto lo strumento della mappa concettuale digitale nella prospettiva di accesso e condivisione delle informazioni scientifiche, di miglioramento delle capacità di comprensione e di consapevolezza della relazione tra esposizioni ambientali e salute.

Obiettivo

Lo scopo di questo lavoro è di illustrare lo sviluppo della mappa concettuale SENTIERI 2019-2022 nella prospettiva di promuovere l'utilizzo delle mappe concettuali come nuovo strumento per l'implementazione delle strategie di comunicazione di SENTIERI. Sono discusse le poten-

zialità di questo strumento digitale interattivo per la comunicazione sulla sorveglianza epidemiologica e sui temi a essa collegati, che sono oggetto di approfondimenti nel Progetto SENTIERI 2019-2022, nella prospettiva di rafforzare l'*environmental health literacy* dei diversi *stakeholder* nei siti contaminati. La mappa concettuale è proposta come strumento per favorire l'accesso a contenuti scientifici complessi attraverso un linguaggio che sia fruibile dai non esperti e di aiuto alla comprensione dei termini tecnico-scientifici, che sono necessariamente predefiniti. Attraverso la combinazione di modalità visive e verbali e i collegamenti tra le sue diverse parti, la mappa faciliterà la comprensione dell'insieme del Progetto SENTIERI e l'utilizzo dei suoi contenuti.

Metodologia

Per la costruzione della mappa concettuale del Progetto SENTIERI 2019-2022, è stata utilizzata la metodologia proposta da Novack & Cañas,³ impiegando le tre caratteristiche principali di questo strumento di rappresentazione grafica:

1. una lista di termini selezionati per la loro rappresentatività dell'argomento trattato;
 2. i collegamenti tra i concetti selezionati espressi graficamente con linee;
 3. le proposizioni che esplicitano il significato di ciascun collegamento; le relazioni tra termini sono rappresentate attraverso linee e parole di collegamento significanti.
- La mappa concettuale è stata costruita per rappresentare la struttura e il funzionamento del Progetto SENTIERI 2019-2022 attraverso la spiegazione di concetti caratterizzanti, mettendo in luce ed esplicitando le relazioni esistenti tra i concetti. La costruzione si è articolata in tre fasi distinte, con l'impiego di competenze multidisciplinari del gruppo di lavoro che vanno dall'epidemiologia ambientale e sociale alle scienze sociali e della comunicazione.

La prima fase è stata finalizzata alla formulazione della domanda principale (*focus question*) alla quale la mappa concettuale deve rispondere. La domanda formulata è stata la seguente: «Come lavora il Progetto SENTIERI 2019-2022?» È stato scelto di formulare una *dynamic focus question*^{20,21} utilizzando l'avverbio interrogativo "come" per far risaltare il potenziale esplicativo della mappa sul funzionamento di SENTIERI e incoraggiare, in particolar modo, la ricerca dell'interdipendenza funzionale tra i concetti caratterizzanti selezionati che sono rappresentati nella mappa.^{3,20,21} La formulazione di questo tipo di domanda ha influenzato la scelta dei concetti caratterizzanti, esplicitati nel loro significato, sottolineando le relazioni esistenti tra di essi.

Nella seconda fase di costruzione della mappa concettuale, sono stati selezionati i concetti fundamenta-

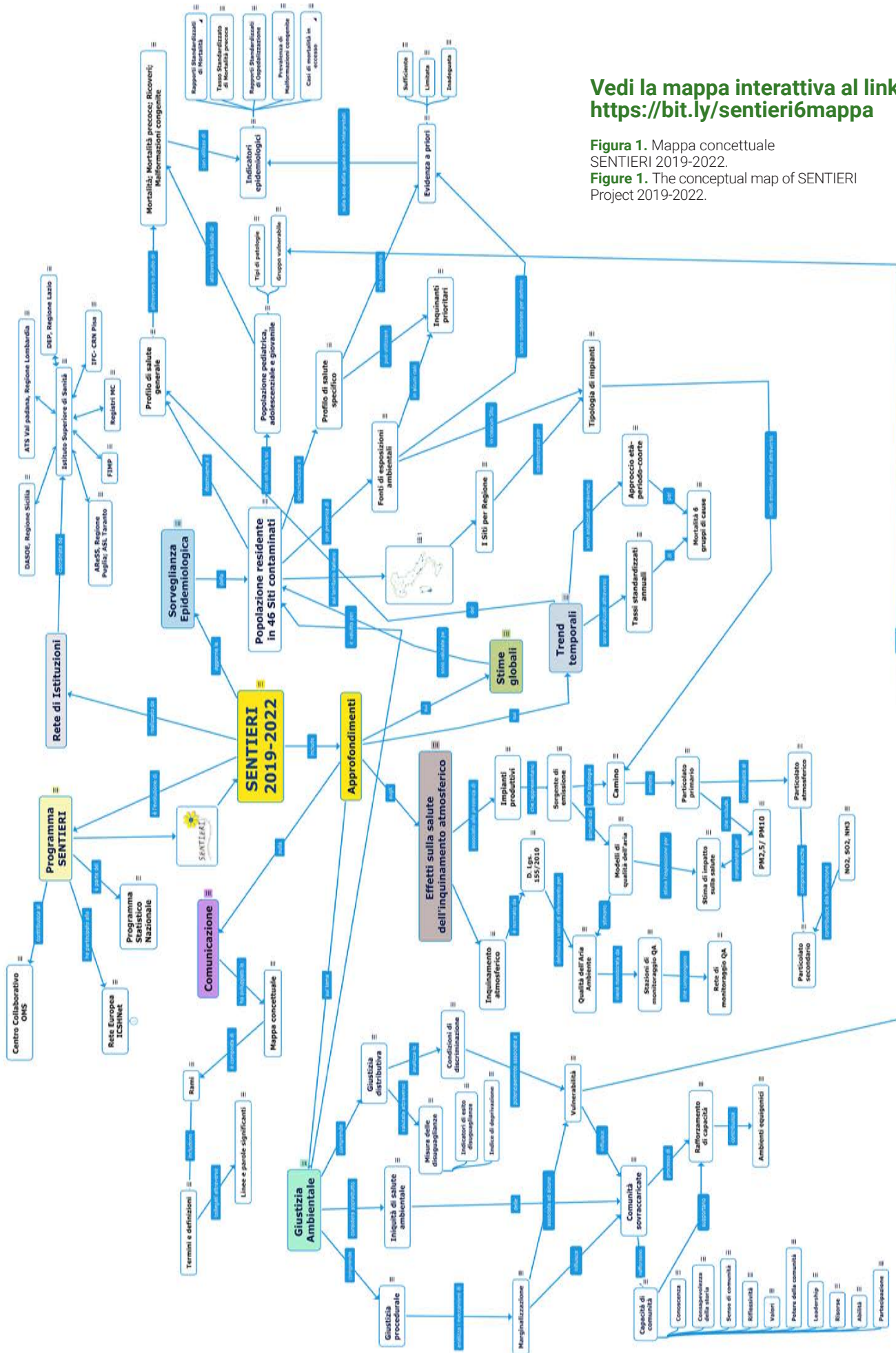
li del Progetto SENTIERI 2019-2022 relativi sia alla sorveglianza epidemiologica nei 46 siti contaminati sia ai temi che sono stati oggetto di approfondimenti pubblicati in questo Supplemento. Le competenze multidisciplinari del gruppo di lavoro hanno permesso di affrontare gli aspetti metodologici della rappresentazione dei contenuti e quelli relativi alle gerarchie e alle definizioni dei contenuti stessi. I concetti selezionati più generali sono stati sviluppati gerarchicamente, collegandoli progressivamente con concetti sempre più specifici attraverso la costruzione di rami. Per ciascun concetto selezionato, è stata elaborata una definizione scientificamente corretta che è stata espressa, in considerazione della finalità della mappa, attraverso un linguaggio semplificato rispetto a quello prettamente scientifico. Le definizioni sono state verificate dall'intero gruppo di lavoro che include esperti di comunicazione.

Nella terza fase, sono state disegnate le linee che rappresentano graficamente i collegamenti precedentemente identificati tra i concetti selezionati per ogni singolo ramo e individuate le parole di collegamento che ne esprimono il significato. Sono state anche individuate le parole significanti di collegamento tra i concetti che compongono i diversi rami della mappa, con la funzione di esplicitare il tipo di relazione esistente tra i diversi argomenti presenti in SENTIERI. La costruzione della mappa concettuale è stata finalizzata alla realizzazione di uno strumento digitale interattivo che promuova un ruolo attivo degli interlocutori nella consultazione: si tratta di un'interattività di primo livello, cioè di interattività di selezione, che consiste nell'ampliare le scelte a disposizione dell'utente per facilitare l'apprendimento influenzando le forme della comunicazione mediata.^{22,23} La mappa concettuale è stata realizzata in modo tale che l'utente non sia obbligato a seguire un unico percorso di conoscenza: è possibile scegliere di seguire la guida fornita per l'organizzazione delle informazioni presenti nella mappa oppure scegliere i propri percorsi di conoscenza sui diversi argomenti della mappa; è anche possibile interrogare la mappa su singoli termini in considerazione del proprio interesse e delle finalità di apprendimento.

La facilità di accesso e di interrogazione della mappa concettuale sono state considerate requisiti fondamentali per permetterne un'ampia diffusione, anche attraverso il coinvolgimento degli operatori territoriali, e un reale utilizzo delle informazioni fornite per attività di formazione e di supporto all'*environmental health literacy* degli interlocutori. L'accessibilità online della mappa concettuale è garantita dall'utilizzo del software Mindomo; il collegamento alla mappa è possibile attraverso un hyperlink: <https://bit.ly/sentieri6mappa>

Vedi la mappa interattiva al link:
<https://bit.ly/sentieri6mapa>

Figura 1. Mappa concettuale SENTIERI 2019-2022.
 Figure 1. The conceptual map of SENTIERI Project 2019-2022.



Risultati

La mappa concettuale del Progetto SENTIERI 2019-2022 (figura 1) presenta diversi rami, ciascuno dei quali è dedicato a un argomento specifico. Attraverso la rappresentazione grafica degli argomenti trattati, la mappa mostra le relazioni funzionali esistenti tra i concetti selezionati nei diversi rami: “Sorveglianza epidemiologica nei 46 siti contaminati”, “Trend temporali”, “Stime globali”, “Effetti sulla salute dell’inquinamento atmosferico”, “Giustizia ambientale”, “Comunicazione”. La mappa include due ulteriori rami che completano la descrizione del quadro di lavoro di SENTIERI: il ramo della “Rete di istituzioni” che hanno collaborato al Progetto e il ramo “Programma SENTIERI” che riassume la storia di SENTIERI e i suoi collegamenti nazionali e internazionali.

Attraverso lo sviluppo del ramo “Sorveglianza epidemiologica”, la mappa rende esplicito il significato dei termini fondamentali e frequentemente utilizzati dando una rappresentazione grafica delle componenti e degli strumenti della sorveglianza epidemiologica impiegati per descrivere il profilo di salute delle popolazioni residenti nei 46 siti contaminati. La mappa esplicita, quindi, il significato degli indicatori epidemiologici utilizzati per stimare lo stato di salute della popolazione generale e di sottogruppi di popolazione particolarmente vulnerabili (popolazione pediatrica, adolescenziale e giovanile) nei singoli siti e nel loro insieme e per analizzare l’andamento temporale in alcuni siti selezionati. La vulnerabilità concerne i bambini, sia perché, a parità di inquinamento ambientale, presentano usualmente livelli di esposizione più elevati degli adulti sia perché rispondono in modo diverso dagli adulti a fattori di tipo ambientale. SENTIERI è in grado di segnalare in questi gruppi eccessi di rischio potenzialmente associati all’inquinamento ambientale (eventi sentinella della qualità ambientale) a livello comunale.

La mappa esplicita il significato del livello di evidenza dell’associazione tra la residenza in prossimità delle fonti di contaminazione presenti nei siti e specifiche patologie (evidenza *a priori*), in base alle conoscenze scientifiche disponibili e aggiornate. L’evidenza *a priori* è esplicitata nella mappa, perché il suo utilizzo per l’interpretazione dei dati è caratterizzante dell’approccio metodologico del Programma SENTIERI fin dalla sua nascita.

La mappa fornisce, inoltre, gli elementi chiave per inquadrare i 46 siti in studio: la loro posizione geografica sul territorio, la localizzazione all’interno di ciascuna Regione e la loro caratterizzazione per fonti di contaminazione ambientale. Quest’ultimo elemento è importante per rendere facilmente comprensibile la

tipologia di impianti di interesse per la sorveglianza epidemiologica e permettere il collegamento con l’argomento rappresentato dal ramo della mappa “Effetti sulla salute dell’inquinamento atmosferico”. Questo ramo si focalizza sulla specifica matrice ambientale aria, la cui contaminazione è in parte associata ai processi di combustione degli impianti produttivi presenti nei siti, con specifica attenzione ai livelli di concentrazione di $PM_{2,5}$ e PM_{10} , come illustrato nel contributo di Bauleo et al.²⁴ presente in questo Supplemento. Questo tema è di particolare interesse, perché la normativa relativa all’istituzione di un sito contaminato non prende in considerazione la matrice aria, in quanto per sua natura essa non consente una lettura “storica” della contaminazione trascorsa. Per la prima volta in SENTIERI, vengono stimati i principali effetti sanitari per esposizione a $PM_{2,5}$ e PM_{10} nelle popolazioni residenti in 16 siti selezionati secondo specifici criteri, come descritto nel contributo sopraccitato.

Il ramo della mappa concettuale “Giustizia ambientale” rappresenta il significato più generale del termine e dei due aspetti che lo compongono: la giustizia distributiva e la giustizia procedurale. Per ciascuno dei due aspetti sono rappresentati i concetti chiave e i collegamenti esistenti tra di essi. I collegamenti tra “Giustizia ambientale” e alcuni termini del ramo “Sorveglianza epidemiologica” esplicitano l’ampliamento delle prospettive con cui è affrontata la sorveglianza epidemiologica SENTIERI 2019-2022, ponendo particolare attenzione alle disuguaglianze ambientali e di salute associate ai principali siti contaminati italiani, così come affrontato in dettaglio da Pasetto e Marsili²⁵ presente in questo Supplemento.

Il ramo della mappa “Comunicazione” esplicita le finalità della mappa concettuale realizzata nell’ambito dell’implementazione delle strategie di comunicazione del Programma SENTIERI,⁹⁻¹¹ richiamate nella parte introduttiva di questo stesso contributo. La rappresentazione grafica di questo ramo, inoltre, è di supporto agli interlocutori nel fornire le informazioni sul funzionamento, le modalità di ricerca e la consultazione della mappa.

I due rami che rappresentano rispettivamente la “Rete di Istituzioni” che hanno collaborato al Progetto SENTIERI 2019-2022 e la storia del “Programma SENTIERI” completano la mappa concettuale dando un inquadramento storico e attuale delle reti di collaborazione nazionale e internazionale di SENTIERI, mostrando da un lato l’importanza della multidisciplinarietà e multi-istituzionalità del gruppo di lavoro, dall’altra le potenzialità di sviluppo, la trasferibilità dell’approccio e delle metodologie adottate.

La consultazione della mappa digitale interattiva per-

mette di comprendere le modalità con le quali viene realizzata la sorveglianza epidemiologica nel suo complesso, i significati e i collegamenti tra i diversi argomenti che compongono SENTIERI 2019-2022, nonché di ricercare i termini e di scegliere i percorsi di conoscenza secondo il proprio interesse e le finalità di apprendimento. La figura 1 mostra la mappa concettuale nel suo insieme.

Discussione

Lo sviluppo delle mappe concettuali come strumento di comunicazione è stato proposto per la prima volta in SENTIERI nell'ambito dell'implementazione delle strategie di comunicazione in considerazione dell'importanza e della necessità di rendere fruibili i complessi contenuti della sorveglianza epidemiologica a un più ampio spettro di interlocutori. Al tempo stesso, la versatilità di questo strumento digitale interattivo permette di ampliare gli ambiti e le iniziative di comunicazione di SENTIERI.

Questo strumento è stato realizzato innanzitutto per essere utilizzato dagli attori territoriali che operano sulle tematiche trattate da SENTIERI, al fine di acquisire nuove conoscenze per facilitare la comprensione dei risultati del Progetto e maggiore consapevolezza dell'importanza di aumentare l'*environmental health literacy*, componente basilare delle capacità sociali delle comunità residenti nei siti.^{11,18} La mappa concettuale esplicita un comune vocabolario di riferimento. Gli attori territoriali già coinvolti possono avere un ruolo importante nel promuovere l'accesso alla mappa concettuale, al fine di aumentare le conoscenze sulla sorveglianza epidemiologica e i temi a essa collegati. Inoltre, l'accesso ai contenuti della mappa consente un utilizzo appropriato dei risultati di SENTIERI, fornendo agli interlocutori territoriali la spiegazione del significato dei termini e dei collegamenti tra concetti espressi con termini tecnico-scientifici e indicatori epidemiologici. In quest'ottica, tale strumento promuove le interazioni tra il piano nazionale e quello locale e viceversa, facilitando le collaborazioni finalizzate a condividere azioni di comunicazione sui risultati di SENTIERI.

La prospettiva è di utilizzare la mappa per comunicare in ambiti e con interlocutori diversi, per esempio, nell'ambito della formazione professionale per operatori sanitari e ambientali ai diversi livelli, nonché in ambito scolastico e di divulgazione scientifica, proprio in considerazione del fatto che la sua natura digitale interattiva favorisce un facile accesso a contenuti complessi e un apprendimento attivo.

La mappa rappresenta uno strumento di comunicazione fruibile sia attraverso la sua consultazione da remoto sia attraverso la presentazione e la condivisione dei contenuti durante iniziative in presenza. Nel pri-

mo caso, la consultazione della mappa sarà motivata dall'interesse dell'utente, il quale potrà scegliere autonomamente la ricerca dei termini e i percorsi di consultazione. In questo caso, il linguaggio adottato faciliterà l'accesso ai contenuti e alla navigazione. Nel secondo caso, la mappa può contribuire a promuovere una comunicazione bidirezionale attraverso l'interazione sui contenuti tra colui che illustra la mappa e gli interlocutori, che siano insegnanti e studenti o partecipanti a iniziative di formazione professionale.⁷ Per esempio, nei corsi di formazione e/o aggiornamento professionale per operatori sanitari e ambientali la mappa consente di mettere in rilievo la necessaria integrazione delle due componenti ambientale e sanitaria per approfondire le tematiche e per trovare congiuntamente soluzioni per la riduzione del rischio finalizzato alla tutela della salute. In particolare, questa integrazione è richiesta per due aspetti legati a SENTIERI. Il primo riguarda la caratterizzazione dell'esposizione delle popolazioni che vivono in prossimità dei siti contaminati, tema cruciale in SENTIERI, l'altro riguarda quello delle priorità di intervento delle bonifiche. Su questi due fronti, le collaborazioni con altre istituzioni preposte, quali il sistema ISPRA-SNPA e il Ministero della transizione ecologica (già Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare), sono auspicate e necessarie.

Un ulteriore possibile ambito di futuro utilizzo della mappa concettuale può essere quello dei corsi di aggiornamento dell'Ordine dei giornalisti e per i comunicatori della Pubblica amministrazione, in particolare i giornalisti e i comunicatori interessati alle tematiche specifiche legate ad ambiente e salute e coloro che operano nelle aree dei siti contaminati.

In questi diversi contesti, la discussione sui contenuti della mappa, l'ascolto dei bisogni informativi, e il *feedback* ricevuto dai gruppi di partecipanti alle iniziative educative e formative potrà essere un fattore importante per implementare ulteriormente i contenuti della mappa stessa e valutarne l'impatto comunicativo.

Attualmente, è prevista una valutazione iniziale dell'utilizzo della mappa concettuale mediante la quantificazione delle visualizzazioni attraverso una funzione del software utilizzato che misura il totale delle visualizzazioni e della consultazione dei diversi contenuti della mappa. La valutazione specifica dell'utilizzo della mappa e del suo impatto è possibile attraverso il *feedback* ricevuto dai diversi gruppi di interlocutori che accederanno ai contenuti della mappa in eventi di formazione e di comunicazione di SENTIERI.

Considerazioni conclusive

Le caratteristiche e le potenzialità di questo strumento di comunicazione digitale interattivo garantiscono

ampie possibilità di sviluppo. Sulla base di questa mappa concettuale e attraverso il confronto con gli attori territoriali, sarà possibile valutare l'opportunità di produrre mappe concettuali dedicate alla sorveglianza epidemiologica specifica per sito, integrando i risultati di SENTIERI con quelli di studi epidemiologici locali, al fine di condividere un quadro di conoscenze più completo con un maggior numero di interlocutori e con la popolazione residente in ciascun sito. La crescente complessità di SENTIERI, che nei diversi contesti e iniziative di comunicazione diventa elemento cruciale, troverà nella mappa concettuale un utile strumento facilitatore.

Inoltre, la mappa potrà in futuro essere implementata integrando ulteriori elementi legati a possibili proble-

matiche emergenti, interessi istituzionali o locali specifici, nonché aspetti particolari affrontati nei contributi inclusi in questo Supplemento.²⁴⁻³⁰

Infine, questo strumento ha le potenzialità di essere sviluppato per approfondire ulteriormente gli studi sull'integrazione di approcci specifici della disciplina epidemiologica con quelli delle scienze sociali per l'adozione di strategie efficaci di comunicazione di SENTIERI nei siti contaminati, rafforzando il coinvolgimento degli attori territoriali anche per l'implementazione condivisa di mappe concettuali che rispondano alle specificità del territorio e alle criticità riscontrate.

Conflitti di interesse dichiarati: nessuno.

Bibliografia

- Novak JD. Concept mapping: A useful tool for science education. *J Res Sci Teach* 1990;27(10):937-49.
- Novak JD, Cañas AJ. The origins and the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information Visualization* 2006;5(3):175-84.
- Novak JD, Cañas AJ. Theoretical origins of Concept Maps, how to construct them, and uses in education. *Reflecting Education* 2007;3(1):29-42.
- Hill LH, Roslan MM. Using visual concept mapping to communicating medication information to chronic disease patients with low health literacy. In: Cañas AJ, Novak J, Gonzales F. (eds). *Concept maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain 2004.
- Tergan SO. Digital concept maps for managing knowledge and information. In: Tergan S-Q, Keller T (eds.). *Knowledge and Information visualization*. LNCS 3426. Berlino, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005; pp. 185-204.
- Orúe AB, Alvarez G, Montoya F. Using Concept Maps to improve Scientific Communications. In: "ENMA Education: International Conference on Engineering and Mathematics". Bilbao 2008.
- Daley BJ, Torre DM. Concept maps in medical education: an analytical literature review. *Med Educ* 2010;44(5):440-48.
- Luna de la Luz V. Mapas conceptuales para favorecer el aprendizaje significativo en ciencias de la salud. *Inv Ed Med* 2014;3(12):220-23.
- Marsili D, Fazzo L, Iavarone I, Comba P. Communication plans in contaminated areas as prevention tools for informed policy. *WHO Public Health Panorama* 2017;3(2):261-67. Disponibile all'indirizzo: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/341543/8_PolicyPractice_CommunicationPlans_ENG.pdf?ua=1
- Marsili D, Battifoglia E, Bisceglia et al. La comunicazione nei siti contaminati. In: Zona A, Iavarone I, Buzzoni et al (eds). *SENTIERI- Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento*. Quinto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2019;43(2-3) Suppl 1:198-206.
- Marsili D, Pasetto R, Iavarone I, Fazzo L, Zona A, Comba P. Fostering environmental health literacy in contaminated sites: national and local experience in Italy from a public health and equity perspective. *Front Commun* 2021;6:697547.
- Finn S, O'Fallon L. The emergence of environmental health literacy – from its roots to its future potential. *Environ Health Perspect* 2017;125(4):495-501.
- Davis LF, Ramirez-Andreotta MD, McLain JET, Kilungo A, Abrell L, Buxner S. Increasing Environmental Health Literacy through Contextual Learning in Communities at Risk. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(10):2203.
- Gray K. From content knowledge to community change: a review of representation of environmental health literacy. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(3):466.
- Parsons T. *The System of Modern Societies*. Englewood Cliffs (NJ), Prentice-Hall, 1971.
- Mannarini T (ed). *Senso di comunità. Come e perché i legami contano*. New York, McGrawHill Education, 2016; pp. 214.
- Laverack G. *Public health: power, empowerment and professional practice*. Third edition. Basingstoke (Hampshire), Palgrave Macmillan, 2016.
- Marsili D, Mannarini T, Pasetto R. Rafforzare le capacità delle comunità residenti nei siti contaminati nella prospettiva della giustizia ambientale. *La Salute Umata* 2020;280:11-16. Disponibile all'indirizzo: https://www.edizioniculturasalute.com/wp-content/uploads/2021/04/Salute_Umana_280_2020_art_marsili.pdf
- Zona A, Fazzo L, Pasetto R et al (eds). *SENTIERI-Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento*. Sesto Rapporto. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:1-286.
- Derbentseva N, Safayeni F, Cañas AJ. Concept maps: Experiments on dynamic thinking. *J Res Sci Teach* 2006;44(3):448-65.
- Miller NL. Effect of the nature of the focus question on presence of dynamic propositions in a concept map. In: Cañas AJ, Reiska P, Åhlberg M, Novak JD (eds). *Concept Mapping: Connecting Educators Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland 2008.
- Jensen J. Interactivity: Tracking a New Concept in Media and Communication Studies. In: Mayer P (ed). *Computer Media and Communication*. Oxford, Oxford University Press, 1999; pp. 160-87.
- Mechant P, Van Looy J. Interactivity. In: Ryan ML, Emerson L, Robertson B (eds). *The Johns Hopkins Guide to Digital Media*. Baltimore (Maryland, USA), Johns Hopkins University Press, 2014; pp. 302-5.
- Bauleo L, Fabri A, De Santis M, Soggiu ME, Ancona C. Valutazione dell'impatto dell'inquinamento atmosferico sulla salute della popolazione residente nelle aree industriali italiane incluse nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:338-53.
- Pasetto R, Marsili D. Il contributo di SENTIERI alla promozione della giustizia ambientale nei siti contaminati italiani. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:375-84.
- Vecchi S, Benedetti M, Fazzo L, Bruno C, Zona A. Revisione della letteratura scientifica sull'associazione tra fonti di esposizione ambientale in siti contaminati ed esiti di salute, Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:289-309.
- Scaini F, Benedetti M, Soggiu ME, Zona A, Settimo G, Beccaloni E. I siti contaminati del Progetto SENTIERI: aggiornamenti legislativi, caratteristiche della contaminazione e fonti di esposizione ambientale. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:310-15.
- Settimo G, Soggiu ME, Benedetti M, et al. Dalla selezione degli inquinanti prioritari alla lettura dei dati sanitari nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:316-37.
- Stoppa G, Minelli G, Manno V et al. Approcci metodologici per valutare l'andamento della mortalità nel lungo periodo nel sistema di Sorveglianza SENTIERI: focus sull'analisi di coorte. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:354-65.
- Fazzo L, Minichilli F, Manno V et al. Stime globali della mortalità e ospedalizzazione nei siti contaminati italiani inclusi nel Progetto SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2023;47(1-2) Suppl 1:366-74.



EPIDEMIOLOGIA & PREVENZIONE

ABBONAMENTI 2023

| | | ON-LINE + SUPPLEMENTI ON-LINE | ON-LINE + CARTA + SUPPLEMENTI ON-LINE | ON-LINE + CARTA + SUPPLEMENTI |
|---------------------------------------|--------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Privati Italia | 1 anno | 72 | 80 | 95 |
| | 2 anni | 135 | 150 | 180 |
| | 3 anni | 190 | 210 | 250 |
| Enti Italia Accesso Unico* | 1 anno | 148 | 155 | 170 |
| | 2 anni | 275 | 290 | 320 |
| | 3 anni | 390 | 410 | 450 |
| Enti Estero | 1 anno | 165 | 180 | 210 |
| | 2 anni | 310 | 335 | 395 |
| | 3 anni | 425 | 475 | 555 |
| Privati Estero | 1 anno | 85 | 100 | 130 |
| | 2 anni | 160 | 190 | 245 |
| | 3 anni | 225 | 265 | 350 |

* ENTI ITALIA AD ACCESSO MULTIPLO: ABBONAMENTI DA CONCORDARE CON L'EDITORE

35€

Abbonamento on-line per **GIOVANI EPIDEMIOLOGI** under 35.

40€

Per gli **AUTORI** di un contributo nell'anno in corso e non sono abbonati da almeno 2 anni.

50€

Ai **GENEROSI EPIDEMIOLOGI GIÀ ABBONATI**, regalare un abbonamento per il 2021 costa solo 50 euro per l'edizione on-line e 60 euro per avere anche il cartaceo.

0€

Per gli **EPIDEMIOLOGI "CONTAGIOSI"** che fanno sottoscrivere due nuovi abbonamenti a chi non conosce la rivista o non è più abbonato da almeno due anni, l'abbonamento o il rinnovo è gratuito.

EPIDEMIOLOGIA & PREVENZIONE

ABBONAMENTO ALLA RIVISTA A PARTIRE DAL PRIMO NUMERO RAGGIUNGIBILE

SCRIVI A: abbonamenti@inferenze.it **TELEFONA:** 02 48702283
INFERENZE scarl via Ricciarelli, 29 - 20148 Milano

DATA / / TIPO DI ABBONAMENTO EURO

MODALITÀ DI PAGAMENTO

PAYPAL

fai tutto on-line con alla pagina www.epiprev.it/abbonamenti

BONIFICO BANCARIO

BPER BANCA, Piazza Wagner 8,
20145 Milano
IBAN IT83Z0538701612000035010623
intestato a Inferenze scarl,
via Ricciarelli, 29 - 20148 Milano
(per velocizzare, inoltra anche via mail
la richiesta allegando la contabile)

CARTA DI CREDITO

American Express Carta Si Master Card Eurocard VISA

COGNOME E NOME

AZIENDA

INDIRIZZO

CAP / LOCALITÀ / PROVINCIA

TEL. / FAX

E-MAIL

NUMERO

SCADENZA

COD.CV2 (ULTIME 3 CIFRE STAMPATE SUL RETRO DELLA CARTA)

FIRMA

eio