



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





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 Mezzoiuso** 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-untied-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 aggiuntiva 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 - Fibronit	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 vengono costruiti 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

- 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.
- Pearce N. Traditional epidemiology, modern epidemiology and public health. *Am J Public Health* 1996;86(5):678-83.
- Pearce N. The ecological fallacy strikes back. *J Epidemiol Comm Health* 2000;54(5):830-35.
- 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.
- 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>
- 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.
- 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.
- 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 linfoematopoietico 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	

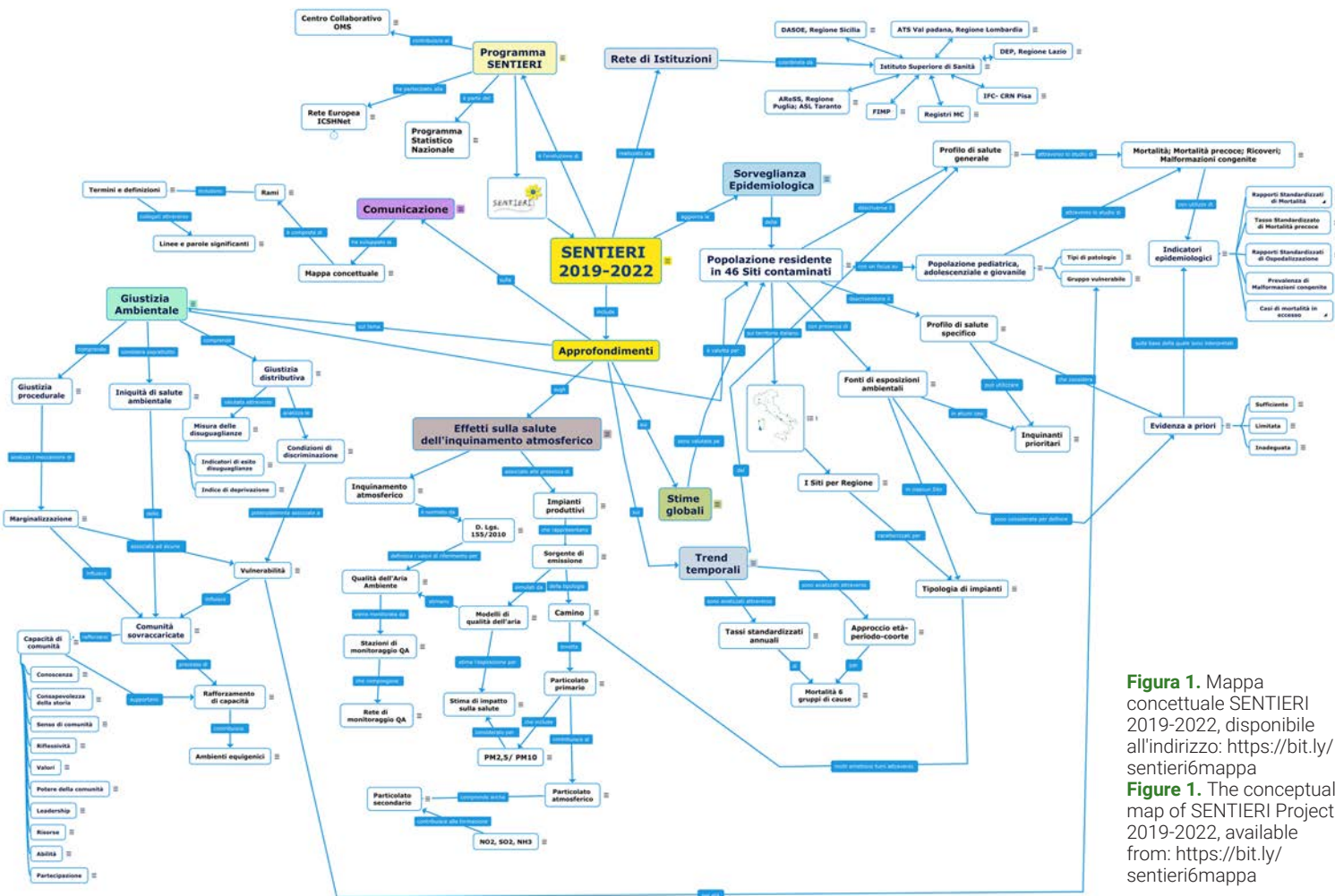


Figura 1. Mappa concettuale SENTIERI 2019-2022, disponibile all'indirizzo: <https://bit.ly/sentieri6mappa>
Figure 1. The conceptual map of SENTIERI Project 2019-2022, available from: <https://bit.ly/sentieri6mappa>

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.

The screenshot shows the website interface for the 'BARI' site. It includes a map of Italy with the region of Puglia highlighted, and a table with the following data:

COMUNI DEL SITO	2019	2015-2018
Comuni	1	1
Popolazione	315.284	315.284

Below the table, there are sections for 'Sezione popolazione generale', 'Sezione anomalie congenite', and 'Bibliografia'. The 'Sezione popolazione generale' section discusses the mortality rate in the Bari area, while the 'Sezione anomalie congenite' section discusses the prevalence of congenital anomalies. The 'Bibliografia' section lists several scientific publications related to the site.

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 a report. The left page is titled 'Popolazione generale' and contains a table of mortality causes for males and females, including categories like 'Mortalità generale', 'Mortalità per malattie cardiovascolari', and 'Mortalità per tumori'. The right page is titled 'Età pediatrica, adolescenziale e giovanile' and contains a table of mortality causes for different age groups (0-14, 0-19, 20-29, 0-29), including categories like 'Mortalità generale', 'Mortalità per malattie cardiovascolari', and 'Mortalità per tumori'. Both pages include detailed footnotes explaining the data sources and methodologies.

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'impresione 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)								

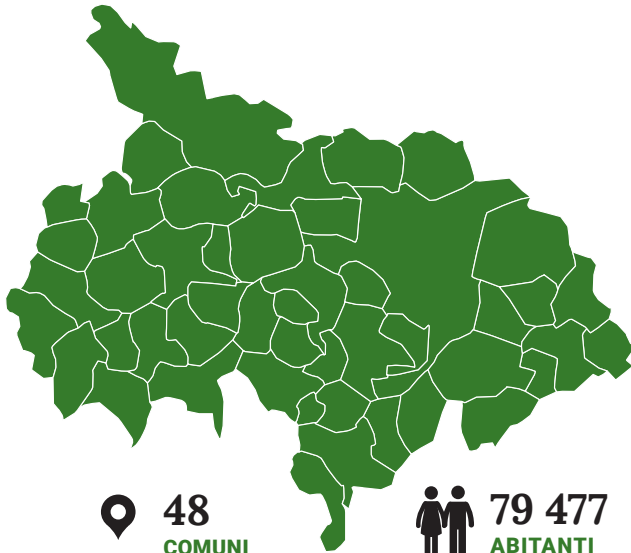
Tabella BAL_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

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)								

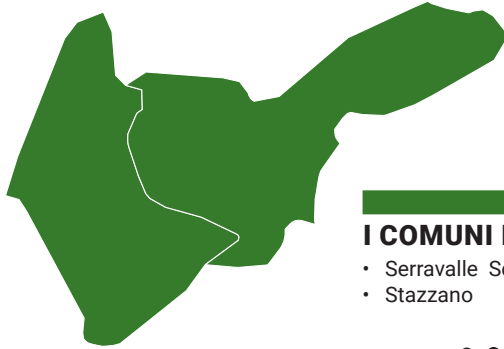
Tabella CAS_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine

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)								

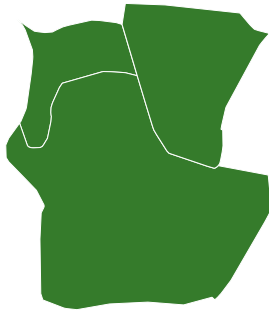
Tabella SER_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

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

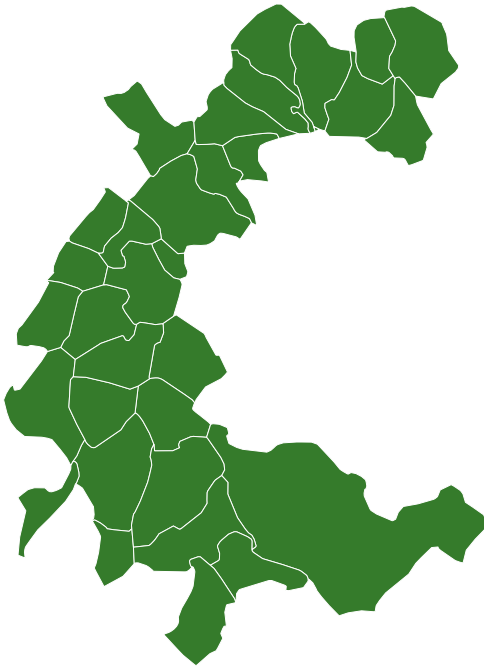
Cause di ricovero	Età (anni)									
	<1		0-14		0-19		20-29		0-29	
	OSS	SHR (IC90%)	OSS	SHR (IC90%)	OSS	SHR (IC90%)	OSS	SHR (IC90%)	OSS	SHR (IC90%)
Tutte le cause naturali	13	64 (41-101)	86	81 (68-97)	136	95 (82-109)	82	112 (93-134)	213	99 (89-111)
Malattie infettive e parassitarie	<3		3	42 (17-105)	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.

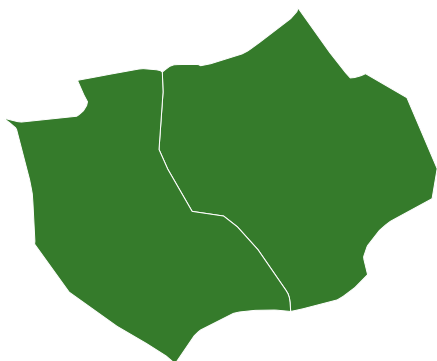
Table CES_6. Hospitalization for the main causes of death in children, adolescents, and young adults. Number of observed cases (OSS), standardized hospitalization ratio (SHR), 90% confidence intervals (IC90%). Regional reference, 2014-2018. Males and females.



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-Stoppani include una ex-fabbrica di sostanze chimiche e una discarica che, per decenni, ha raccolto rifiuti industriali.

La fabbrica Stoppani 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 linfemato-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 linfoematopoietico			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)								

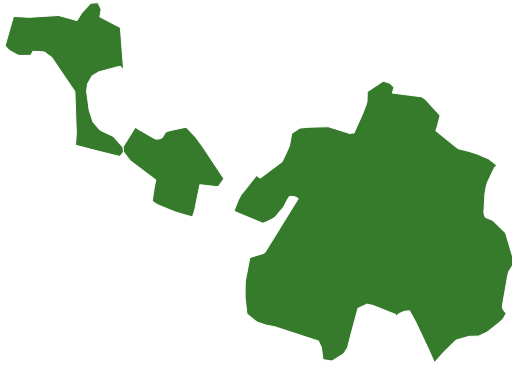
Tabella PIT_6. Ricoverati per le principali cause in età pediatrica, adolescenziale e giovanile. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di ospedalizzazione (SHR), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento regionale, 2014-2018. Maschi e femmine.

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, Spezziani 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, Spezziani 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, Spezziani 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 linfomatopoiatico			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.



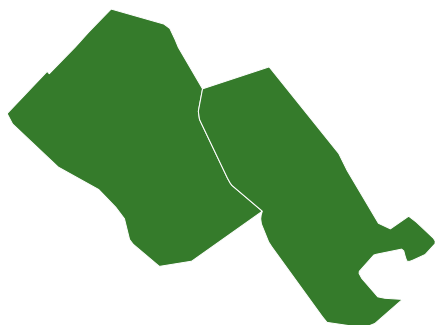
LOMBARDIA

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.



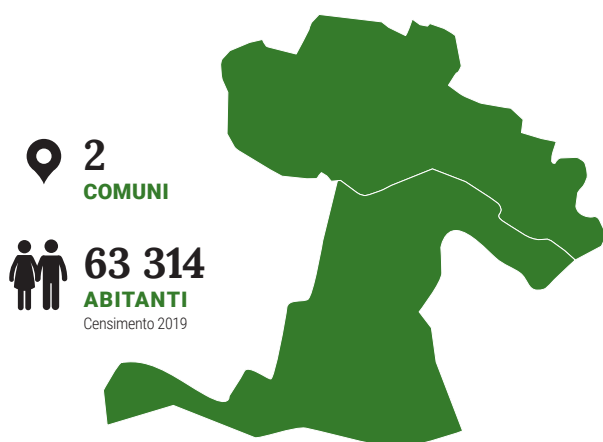
LOMBARDIA

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, giornalmisticamente 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 linfomatopoiatico			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)

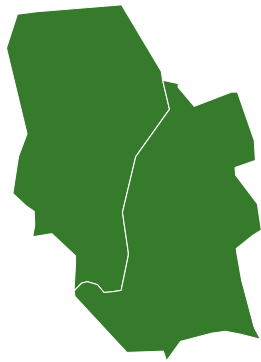
Tabella LMN_7. Anomalie congenite per i principali gruppi. Numero di casi osservati (OSS), tasso per 10.000 nati, rapporto osservati su attesi (OSS/ATT) (per 100), intervalli di confidenza al 90% (IC90%). Riferimento provinciale, 2008-2017.

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 linfemato-poietico, 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.