

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

CONCLUSIONS AND FUTURE PERSPECTIVES

Nella prima parte di questo Rapporto vengono presentati i dati dello studio SENTIERI riguardanti l'analisi, per il periodo 2006-2013, del profilo di salute delle popolazioni che risiedono in 45 siti di interesse nazionale o regionale per le bonifiche, basata su metodi e fonti informative accreditati, e che include la mortalità, l'ospedalizzazione, l'incidenza oncologica e la prevalenza delle malformazioni congenite. Per la prima volta vengono, inoltre, presentati i dati sulle sottopopolazioni pediatrica, infantile e giovanile. Nella seconda parte, dedicata agli «Approfondimenti», sono stati affrontati temi giunti a un diverso livello di sviluppo, emersi negli studi SENTIERI precedenti (impatto dell'inquinamento atmosferico, inquinanti prioritari, interferenti endocrini, risposte del Servizio sanitario ad emergenze ambientali, uso di sistemi informativi locali, gestione della comunicazione nei siti contaminati).

Lo studio ha analizzato il profilo di salute in ciascun sito, e nel complesso dei siti. I comuni interessati sono 319, con una popolazione residente di circa 5.900.000 abitanti al censimento 2011.

Sono state calcolate stime globali, riguardanti l'insieme dei siti, sia per la mortalità sia per l'incidenza tumorale.

Le stime globali sono state ottenute sommando la differenza tra casi osservati e attesi in ciascun sito.

Per l'insieme dei 45 siti sono stati stimati in 8 anni 5.267 decessi in eccesso negli uomini e 6.725 nelle donne; di questi, 3.375 decessi per tutti i tumori maligni in eccesso negli uomini, e 1.910 nelle donne.

Per i 22 siti serviti da Registri Tumori accreditati dall'Associazione Italiana Registri Tumori (AIRTUM) le stime globali sono state calcolate sull'arco di un quinquennio. Ciò è stato necessario in quanto i periodi per cui i dati risultano

disponibili sono variabili nei diversi Registri Tumori, con una durata media di disponibilità nel periodo in studio di cinque anni. Per ciascun Registro è stata calcolata la media annuale di casi osservati e attesi e riportata a un quinquennio. Per l'incidenza tumorale globale è stato stimato un eccesso di 1.220 casi negli uomini e 1.425 nelle donne.

Prendendo in considerazione nella popolazione generale le patologie di interesse *a priori*, ed esaminando l'insieme dei 45 siti studiati, si osserva che gli eccessi più frequenti per i diversi esiti studiati sono relativi ai tumori maligni della pleura/mesoteliomi maligni, tumore maligno del polmone, malattie dell'apparato respiratorio, tumori maligni del colon retto e dello stomaco. Tali eccessi, variamente combinati per patologia, esito, genere, si osservano in 35 siti, le cui fonti di *esposizione ambientale* più ricorrenti sono rappresentate da impianti chimici, aree portuali, impianti petrolchimici e/o raffinerie, amianto.

Le fonti di *esposizioni ambientali* che vengono menzionate nelle schede relative ai 45 siti studiati sono quelle citate nei Decreti Ministeriali di perimetrazione di ciascun sito, che non necessariamente descrivono esaustivamente le realtà potenzialmente inquinanti attuali o pregresse dei territori in esame. Ad esempio i **tumori maligni della pleura/mesoteliomi maligni** vengono rilevati in eccesso in 18 siti, anche se per nove di questi l'amianto non è citato esplicitamente nei Decreti; in questi siti sono però presenti aree portuali o attività di cantieristica navale nelle quali è riconosciuta la presenza di amianto. In 11 di tali siti si osservano eccessi anche per il tumore maligno del polmone; tale patologia è anch'essa asbesto-correlata, pur riconoscendo ulteriori fattori causali. In alcuni siti gli eccessi per tumori maligni della pleura/mesoteliomi maligni si osser-

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

vano in entrambi i generi (Bari, Biancavilla, Broni, Casale Monferrato, Livorno, Priolo, Taranto, Trieste e Venezia). Questo dato suggerisce fenomeni di *esposizione ambientale*, ma anche di possibile esposizione familiare e domestica, oltre alla fonte occupazionale.

Gli eccessi per **tumore maligno del polmone** si osservano in uomini e donne nei siti di Porto Torres, Casale Monferrato, Livorno, Laghi di Mantova, Priolo, Taranto e Venezia, siti parzialmente coincidenti con i precedenti. In alcuni casi l'eccesso di neoplasia polmonare è presente solo nelle donne (Val Basento, Bari, Brindisi, Falconara e Trieste).

Gli eccessi menzionati possono riguardare uno o più degli esiti studiati, in uno o entrambi i generi. Si osservano casi nei quali eccessi riscontrati per una o più patologie non si manifestano in tutti gli esiti. In linea generale, tali "discordanze" possono essere dovute a vari fattori: patologia con alta / bassa letalità, o patologia trattata prevalentemente ambulatorialmente, diversità territoriale di accesso ai servizi sanitari, qualità diversa dei servizi offerti.

Valutando ricoveri e mortalità per il gruppo delle **malattie respiratorie**, si osservano eccessi in 19 siti, che presentano, come fonti di *esposizione ambientale*, aree portuali, industrie chimiche, centrali elettriche, impianti petrolchimici e/o raffinerie, impianti siderurgici. Prevalgono gli eccessi per i ricoveri ospedalieri (in 17 siti per le donne e 14 per gli uomini), rispetto alla mortalità. Il maggior numero di scostamenti rispetto a quanto atteso per il gruppo delle malattie respiratorie si osserva nei siti di Porto Torres, Trieste, Brescia, Bussi sul Tirino, Massa Carrara e Pitelli. I fattori di rischio per le malattie respiratorie sono molteplici, dall'abitudine al fumo all'inquinamento atmosferico, alle esposizioni professionali e pertanto non è agevole da un punto di vista generale valutare il ruolo svolto dalla residenza in un sito contaminato. Tutte le patologie *a priori* menzionate presentano uno o più eccessi nel sito di Massa Carrara, territorio che include sette delle nove fonti di esposizione ambientale considerate in SENTIERI. A Gela e a Porto Torres si rilevano eccessi per almeno quattro delle patologie suddette.

Lo studio SENTIERI mostra alcune criticità anche nel profilo di **salute dei bambini e dei giovani**. Circa 1.160.000 bambini in età pediatrica e adolescenziale (0-19 anni) e 660.000 giovani (20-29 anni) risultano residenti, al censimento 2011, nei 319 comuni inclusi nei siti.

Tra i bambini con meno di un anno di vita che risiedono nei siti, 117.000 (circa 7.000 in più rispetto alla media nazionale) sono stati ricoverati per qualunque causa naturale; tra questi, 53.000 per condizioni morbose di origine perinatale (circa 2.000 in più della media italiana). Per quanto concerne l'età pediatrica (0-14 anni) viene rilevato un eccesso di circa 22.000 ricoverati per tutte le cause naturali, di cui 4.000 per le malattie respiratorie acute e 2.000 per l'asma.

Sebbene siano diversi i fattori che influenzano il processo di ospedalizzazione, si evidenzia complessivamente un rischio di ricovero più elevato per le cause analizzate tra i bambini residenti nei siti.

Per quanto riguarda l'**incidenza oncologica** nell'insieme dei 28 siti studiati (22 coperti da registri tumori generali e 6 da registri tumori infantili 0-19 anni), lo studio rileva 1.050 casi di tumori maligni. Le analisi effettuate mostrano 666 casi di tumore maligno tra i bambini e i giovani (0-24 anni) nei 28 siti, il 9% in più rispetto ai coetanei che vivono in altre aree italiane che non includono siti contaminati di interesse per le bonifiche.

Per quanto concerne **specifici tipi di neoplasia**, gli eccessi evidenziati riguardano i sarcomi dei tessuti molli in età pediatrica (0-14 anni), le leucemie mieloidi acute sia nella classe 0-29 anni sia nella classe 0-14 anni, i linfomi non-Hodgkin e i tumori del testicolo tra i giovani.

Si tratta per lo più di eventi sanitari rari, ma di indiscussa rilevanza da un punto di vista di sanità pubblica: anche un numero ridotto di casi in eccesso per queste patologie può rappresentare un evento sentinella.

Per le **malformazioni congenite**, precedentemente valutate nel Progetto CCM 2012 denominato RISCIPRO_SENTIERI, sono stati calcolati per 15 siti coperti da Registro, indicatori aggiornati relativi al totale delle malformazioni congenite e a specifici gruppi di malformazioni (sistema nervoso, cuore, palato-labbro, digerente, parete addominale, urinario, genitali, arti).¹ Un eccesso del totale dei malformati è stato osservato in 7 siti: Gela, Laghi di Mantova, Livorno, Manfredonia, Milazzo, Piombino e Taranto. Le anomalie congenite risultate in eccesso in un maggior numero di siti sono quelle agli organi genitali (in 6 siti), seguite da quelle agli arti e al cuore (in 5 siti) e dei sistemi nervoso, digerente e urinario (3 siti).

È utile ricordare che la maggior parte delle patologie indagate dallo studio SENTIERI riconosce fattori di rischio e cause eziologiche molteplici, in alcuni casi sconosciute. In diverse patologie hanno un ruolo importante gli stili di vita (ad esempio, l'abitudine al fumo e al consumo di alcol, la dieta, la sedentarietà), la familiarità, le esposizioni professionali e ambientali, le condizioni socioeconomiche.

Per alcune neoplasie (tumore della cervice uterina, tumore maligno della mammella, cancro del colon retto) sono disponibili screening a livello nazionale, per i quali è noto che non si osserva un'adesione omogenea su tutto il territorio nazionale. Non tutte le morti e i casi di tumore osservati in eccesso sono attribuibili all'esposizione a una o più fonti di inquinamento presenti, o che sono state presenti nei siti. Le attuali conoscenze sul profilo tossicologico dei contaminanti presenti nell'aria, nei suoli, nell'acqua di falda e nella catena alimentare fanno presumere che l'esposizione ambientale ad essi possa aver giocato un ruolo causale o concausale nell'occorrenza di una parte di questi eccessi.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

Nella maggior parte dei siti, come descritto nelle singole schede, si continua a registrare uno stato di salute delle popolazioni compromesso, sebbene in alcuni siti si sia registrato un miglioramento rispetto alle analisi precedenti. Ad esempio nel sito di Brescia, negli anni recenti sono stati attuati interventi che hanno portato a una diminuzione dell'esposizione della popolazione ai policlorobifenili (PCB), contaminanti prioritari nell'area, documentata anche da studi di biomonitoraggio riportati nella scheda dedicata. Si tratta di un esempio virtuoso degli effetti positivi degli interventi di bonifica ambientale sullo stato di salute della popolazione che SENTIERI, pur con i suoi limiti, è in grado di rilevare.

L'insieme dei risultati sopra esposti poggia su alcuni punti di forza, ma al tempo stesso è affetto da alcune limitazioni.

I punti di forza sono due: 1) la disponibilità di ipotesi di interesse *a priori*, che accresce la nostra confidenza nei risultati, visto che si è ridotto l'errore di considerare in eccesso rischi che in realtà non lo sono (errore di primo tipo), prevenendo così il rischio di *mass-significance* dovuta ai confronti multipli; 2) l'utilizzo di un approccio multi-esito.

I principali punti di debolezza dello studio riguardano in primo luogo, oltre alla rarità di informazioni su specifiche esposizioni per le popolazioni residenti in prossimità o all'interno dei siti, la scarsità di informazioni riguardanti la caratterizzazione ambientale e, di conseguenza, la mancata individuazione degli inquinanti prioritari in tutti i siti considerati. Inoltre, laddove presenti, spesso i dati ambientali riguardano il perimetro dell'area industriale, perché derivanti dai piani di caratterizzazione dei siti di bonifica, e non le aree di residenza della popolazione. Questo pone dei limiti nella valutazione dell'esposizione delle popolazioni e nell'individuazione dei sottogruppi maggiormente esposti. In molte aree, dove sono presenti impianti con emissioni in atmosfera, manca un'integrazione e una sistematizzazione dei dati delle matrici suolo e acque con i dati di monitoraggio atmosferico, dato che la legge di istituzione dei siti di interesse per le bonifiche non li prevedeva. **Altri punti di debolezza** sono costituiti dall'incertezza delle stime derivanti da problemi di potenza statistica (esiguità numerica delle popolazioni in studio e rarità di diverse patologie) e dall'eterogeneità dei territori in studio, dove in molti casi l'area interessata dalla presenza di sorgenti di contaminazione occupa solo una parte, talvolta relativamente modesta dei siti: questo può portare a una "diluizione" del rischio e quindi a una sottostima dell'effetto, peraltro difficilmente quantificabile. **Altre limitazioni dello studio** riguardano problemi comuni a tutte le ricerche di epidemiologia geografica: la mobilità della popolazione utilizzata per la stima dei denominatori, la mancanza di informazioni sulla nazionalità dei residenti (anche rispetto all'analisi della mortalità infantile), i diversi tempi di latenza dei vari esiti studiati che possono rendere difficile la lettura dei dati.

PROSPETTIVE DI SVILUPPO

In futuro andrà valutato **il ruolo delle condizioni socio-economiche** delle popolazioni residenti nei siti contaminati, che soffrono generalmente di problemi di ingiustizia distributiva (*environmental injustice*): oltre a essere potenzialmente esposte a rischi di natura ambientale, risultano anche più fragili a causa di condizioni di deprivazione socioeconomica. Tale fenomeno è associato a un maggior rischio di mortalità.² Tra le popolazioni seguite da SENTIERI, l'ingiustizia distributiva è stata documentata soprattutto nei siti del Centro Italia e in quelli del Sud e delle isole.² L'indicatore attualmente disponibile per descrivere le condizioni socio-economiche delle popolazioni nei siti presenta diverse lacune e non consente di monitorare alcune dimensioni, ad esempio quella di accesso ai servizi sanitari.³

Per quanto attiene la nozione di **trasferibilità**, i risultati ottenuti contribuiscono alle seguenti attività a sostegno degli Enti territoriali e centrali: definizione delle priorità sul fronte della gestione del rischio e degli interventi per la tutela della Salute pubblica, in particolare quelli tesi a eliminare o ridurre i rischi, ovvero a limitarne le conseguenze; individuazione delle priorità locali sul fronte degli approfondimenti di monitoraggio ambientale e di ricerca in ambiente e salute; implementazione di piani di comunicazione con le popolazioni interessate dai fenomeni di contaminazione sulle relazioni tra compromissione dell'ambiente e salute, seguendo quanto descritto nella Sezione «Approfondimenti», nel capitolo dedicato alla comunicazione.

Nei siti con **eccessi di mesotelioma**, programmi di sorveglianza epidemiologica per l'individuazione dei soggetti ex-esposti su cui implementare programmi di sorveglianza sanitaria, come previsto dal Piano Nazionale di Prevenzione, e per l'individuazione di potenziali sorgenti di esposizione ad amianto ancora presenti negli ambienti di lavoro e/o di vita.

In tutti i siti con presenza di contaminanti prioritari con attività di **interferenza endocrina**, andrà stimata l'incidenza dei tumori ormono-sensibili con la procedura descritta da Benedetti *et al.*⁴

In tutti i siti con **eccessi di nefropatie** (fra i quali Bussi sul Tirino, Crotone, Milazzo, Sulcis, Orbetello, Terni e Porto Torres) a fronte della presenza di contaminanti prioritari nefrotossici, andrebbero effettuate analisi sulla distribuzione delle nefropatie a livello sub-comunale secondo la metodologia applicata nel contesto di Taranto.⁵

Ove siano presenti sottogruppi di popolazione caratterizzati da **livelli anomali di assorbimento di determinati contaminanti ambientali** (come ad esempio nella Valle del Fiume Sacco per quanto riguarda il beta-clorocicloesano), sono auspicabili studi di epidemiologia analitica, e contestualmente assicurare la presa in carico dei soggetti in esame da parte delle strutture del

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE

Servizio sanitario secondo appropriati percorsi diagnostico-terapeutici e assistenziali.

Si evidenzia la necessità di consolidare la sorveglianza epidemiologica nei siti di interesse per le bonifiche per **verificare l'efficacia**, in termini di salute pubblica, delle azioni di bonifica, di riqualificazione ambientale e degli altri interventi operati sul territorio, nonché per misurare lo stato di salute delle popolazioni residenti in quelle aree nelle quali azioni di bonifica ambientale tardano ad essere messe in atto o procedono con lentezza.

È sicuramente da perseguire un progressivo affinamento metodologico del Progetto SENTIERI che porti alla mitigazione dei limiti metodologici prima esposti, in particolare relativamente all'incidenza tumorale, in collaborazione con i membri del Gruppo di Lavoro AIRTUM-SENTIERI, con l'integrazione con i dati ambientali e, laddove disponibili, con i dati di biomonitoraggio. Occorre inoltre stimare, ove possibile, il contributo dell'inquinamento atmosferico al carico di patologia complessiva rilevata nei siti. In modo complementare, va previsto lo sviluppo e l'impiego di metodologie per la valutazione delle esposizioni rilevanti e degli impatti sulla salute ad esse associati.⁶

Va inoltre potenziato il lavoro di raccordo con tutte le Regioni che effettuano studi e indagini basati sui propri flussi informativi, anche adottando disegni di studio evoluti come le coorti residenziali. Numerosi segnali emersi dal presente progetto potrebbero essere meglio compresi integrando lo studio geografico per macro-area con studi analitici svolti in collaborazione con le strutture locali, come già in atto in alcune aree (per esempio Milazzo, Gela, Mantova, Brescia). Tali approfondimenti richiedono una forte collaborazione tra Istituzioni ed Enti nazionali, regionali e locali, sia ambientali sia sanitari.

Date le evidenze di *Environmental injustice*, il sistema di monitoraggio SENTIERI andrebbe arricchito di nuovi indicatori socioeconomici da sviluppare sulla base di quanto emerso da precedenti valutazioni critiche e analisi empiriche.^{2,3}

Il tema della patologia di origine ambientale in età pedia-

trica, adolescenziale e giovanile merita di essere sviluppato nell'ambito di progetti di ricerca e di sorveglianza *ad hoc*.

Si ritiene, quindi, necessario proseguire la sorveglianza epidemiologica sui bambini e giovani che vivono nelle aree contaminate, basata su metodi e fonti informative accreditati, per monitorare cambiamenti nel profilo sanitario nei bambini e nei giovani che possano essere associati a cambiamenti nei profili di contaminazione ed esposizione nei siti. Anche in questo sottogruppo di popolazione un particolare approfondimento è necessario per la patologia oncologica, in particolare dove essa è risultata in eccesso rispetto all'atteso, attraverso la collaborazione con la rete AIRTUM e dei Registri Tumori locali, e, ove questi assenti, con l'Associazione Italiana di Ematologia e Oncologia Pediatrica (AIEOP).⁷ Occorre altresì, identificare, sulla base degli elementi di criticità emersi, gli appropriati disegni di indagine che consentano di valutare il ruolo di specifiche esposizioni ambientali nell'eziologia delle patologie infantili nelle aree contaminate. A tal riguardo, la metodologia sviluppata dalla collaborazione SENTIERI AIRTUM è oggi alla base di un progetto finalizzato ad istituire un sistema di sorveglianza sui tumori infantili nelle aree industriali contaminate in Europa e ad evidenziare situazioni di criticità ambientale ove realizzare studi analitici.⁸

Come discusso nel capitolo «La comunicazione nei siti contaminati», occorre mettere in opera piani di comunicazione con la popolazione residente nei siti, fornendo indicazioni operative per evitare, o quanto meno mitigare, le circostanze di esposizione, e contribuire a rafforzare la rete di relazioni tra istituzioni e cittadini residenti, anche per quanto attiene ai processi decisionali che riguardano l'interconnessione ambiente e salute.

In conclusione, il rafforzamento della sorveglianza epidemiologica nei siti si pone come esigenza prioritaria per potenziare le attività di prevenzione e le strategie di sanità pubblica, garantendo la disponibilità di un flusso di conoscenze aggiornato sulla salute delle popolazioni che vivono nei siti contaminati.

BIBLIOGRAFIA

1. 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.
2. Pasetto R, Zengarini N, Caranci N et al. Environmental Justice nel sistema di sorveglianza epidemiologica SENTIERI. *Epidemiol Prev* 2017;41(2):134-139. doi: 10.19191/EP17.2.P134.033.
3. Minichilli F, Santoro M, Bianchi F, Caranci N, De Santis M, Pasetto R. La valutazione dell'indice di deprivazione socioeconomica a livello di area negli studi epidemiologici su ambiente e salute. *Epidemiol Prev* 2017;41(3-4):187-196. doi: 10.19191/EP17.3-4.P187.052.
4. 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*. 2017a;14(4). pii: E355. doi:10.3390/ijerph14040355.
5. Benedetti M, De Santis M, Manno V, et al. Spatial distribution of kidney disease in the contaminated site of Taranto (Italy). *Am J Ind Med* 2017b;60(12):1088-99. doi:10.1002/ajim.22781.
6. Iavarone I, Pasetto R. ICSHNet. Environmental health challenges from industrial contamination. *Epidemiol Prev* 2018 Sep-Dec;42(5-6S1):5-7. doi:10.19191/EP18.5-6.S1.P005.083
7. Iavarone I, Comba P, Crocetti E, Biondi A. SENTIERI KIDS: protecting health and preventing childhood cancer in contaminated sites. *Epidemiol Prev* 2013; 37(2-3):113-4.
8. Iavarone I, Buzzoni C, Stoppa G, Steliarova-Foucher E; SENTIERI-AIRTUM Working Group. Cancer incidence in children and young adults living in industrially contaminated sites: from the Italian experience to the development of an international surveillance system. *Epidemiol Prev* 2018;42(5-6S1):76-85. doi:10.19191/EP18.5-6.S1.P076.090.