

SITO CONTAMINATO DI TARANTO E COMUNITÀ: SORVEGLIANZA INTEGRATA “AMBIENTE E SALUTE” NELL’OTTICA DEL CONTRASTO ALLE DISUGUAGLIANZE

Lucia Bisceglia (a), Lisa Bauleo (b), Carla Ancona (b)

(a) *Area Epidemiologia e Care Intelligence – Agenzia Regionale Strategica per la Salute e il Sociale della Puglia, Bari*

(b) *Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale, Regione Lazio, ASL Roma1, Roma*

Introduzione

La vasta area industriale di Taranto, per dimensioni, complessità dei fattori di pressione ambientali, implicazioni giuridiche e sociali della sua storia, rappresenta una sorta di paradigma del conflitto, che in tanti luoghi si è generato, tra modelli di sviluppo economico basati su grandi impianti industriali e tutela dell’ambiente e della salute della popolazione risiedente, che esita spesso in aspre contrapposizioni tra i diversi portatori di interesse tanto da mettere in pericolo la coesione sociale.

Il sito ospita numerosi insediamenti industriali, tra cui una raffineria, un cementificio, diverse centrali elettriche, oltre all’arsenale della Marina Militare e ai cantieri navali. Non c’è dubbio, tuttavia, che l’elemento caratterizzante sia rappresentato dallo stabilimento siderurgico a ciclo integrato, il più grande d’Europa. Lo stabilimento, nato nel 1965, ha rapidamente raggiunto una estensione di circa 1500 ettari (maggiore dell’area del nucleo cittadino): conta un parco minerario principale, dove vengono stoccate le materie prime, esteso per circa 70 ettari e situato a ridosso del quartiere Tamburi, attualmente in corso di copertura, e diversi parchi secondari; una cokeria con 12 batterie per la produzione del coke utilizzato in cinque altiforni (a oggi non tutti attivi), un impianto di agglomerazione, l’area a freddo per la produzione di tubi e laminati, diverse discariche.

L’area è stato oggetto, già dai primi anni ’90 del secolo scorso, di numerose indagini epidemiologiche che hanno messo in evidenza una compromissione dello stato di salute della popolazione residente nei pressi dell’area industriale, con riferimento in particolare ad alcune forme tumorali, malattie cardiovascolari e respiratorie (Bertollini *et al.*, 1997; Assennato *et al.*, 2005; Pirastu, 2011).

Le copiose evidenze epidemiologiche che si sono prodotte sulle criticità nel profilo di salute della popolazione hanno accompagnato la crescita della consapevolezza nella comunità sugli impatti sanitari dell’attività industriale. A partire dal 2007, è stato possibile disporre di dati di monitoraggio ambientale, derivanti dalle attività di controllo di ARPA (Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell’ambiente) Puglia.

La possibilità di una lettura integrata dei dati sanitari e dei dati di contaminazione delle matrici ambientali ha sollecitato l’introduzione di misure più stringenti di tutela ambientale e sanitaria, anche attraverso inedite iniziative normative di livello regionale, e ha stimolato e consentito la conduzione di indagini analitiche con l’obiettivo di studiare l’associazione tra le emissioni di origine industriale e gli effetti sanitari.

In termini più sistemici, si sono animate riflessioni in ordine all’esigenza, in contesti complessi, di un modello di *governance* Ambiente e Salute in grado, da un lato, di incorporare

strumenti per la valutazione e la gestione preventiva del rischio sanitario nelle procedure autorizzative, che prescindano dal mero rispetto dei limiti ambientali; dall'altro di prendere in carico la vulnerabilità collettiva che affligge le comunità che condividono l'esposizione a fattori di rischio ambientali, subendo una modifica del profilo di salute e di conseguenza dei bisogni, che interpellano la capacità delle istituzioni di offrire risposte adeguate alla popolazione.

Sorveglianza integrata Ambiente e Salute nel sito di Taranto

In linea con questa impostazione, nel 2012 la Regione Puglia ha promosso la legge regionale 21 per introdurre la Valutazione del Danno Sanitario (VDS) nell'ambito delle procedure di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) nelle aree a elevato rischio di crisi ambientale di Taranto e Brindisi (Consiglio Regione Puglia. Legge 21 del 24 luglio del 2012).

La norma regionale in materia di VDS ha introdotto la valutazione del rischio residuo post-autorizzazione, attraverso una stima dell'impatto sanitario associato agli scenari emissivi conseguenti all'applicazione del quadro prescrittivo contenuto nelle AIA, per valutarne l'efficacia in termini di prevenzione e tutela della salute della popolazione esposta. La VDS è stata realizzata, a partire dal 2013 nell'area di Taranto, adottando una metodologia di *risk assessment* tossicologico e assumendo le soglie di accettabilità del rischio, mutuata dalla *United States Environmental Protection Agency* (US EPA, 1989; US EPA 2009; ARPA PUGLIA, AReSS, Agenzia Strategica Regionale per la Salute e il Sociale, Puglia, Azienda Sanitaria Locale della provincia di Taranto, ASL TA, 2013).

Contestualmente la Regione Puglia ha finanziato il primo programma straordinario Ambiente e Salute per Taranto per il potenziamento delle attività di monitoraggio ambientale, epidemiologico e sanitario, le cui linee di intervento hanno trovato il proprio razionale nel contesto delle evidenze epidemiologiche disponibili (Mataloni *et al.*, 2012), nei contributi di riflessione che la comunità degli epidemiologi ha formulato nel 2012 (ISS, Istituto Superiore di Sanità 2012; Paci *et al.*, 2012; Forastiere *et al.*, 2012) e nelle ulteriori esigenze conoscitive anche a supporto della procedura di valutazione di danno sanitario. Il programma, promosso in prima battuta con la Deliberazione di Giunta Regionale 1980/2012, si articolava in una serie di attività progettuali finalizzate a valutare l'associazione tra esposizioni ambientali attraverso tutte le matrici e gli effetti sulla salute umana, implementando specifiche attività di monitoraggio e ricerca e le relative dotazioni strutturali e infrastrutturali (Centro Salute e Ambiente Puglia, CSA Puglia, 2012).

La programmazione regionale si è intersecata con successive iniziative nazionali, quali il progetto SENTIERI (Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento) il progetto CCM del 2013 (studio di biomonitoraggio e tossicità degli inquinanti presenti nel territorio di Taranto) coordinato dall'ISS e predisposto in esito alle attività dell'Osservatorio ILVA (Società Industria Laminati Piani e Affini) istituito presso il Ministero della Salute con il compito di elaborare il piano di monitoraggio sanitario previsto dall'AIA del 2012 (ISS, 2013). È stata infine integrata con il piano di offerta di prestazioni per la prevenzione e l'assistenza delle patologie associate all'inquinamento ambientale a Taranto e Statte, redatto ai sensi dell'art. 2 comma 4-quinquies legge 6/2014.

In funzione delle evidenze epidemiologiche disponibili circa le principali criticità sanitarie sono state diseginate azioni per implementare attività di prevenzione primaria e secondaria, nonché di potenziamento e ottimizzazione dei percorsi diagnostico-terapeutici delle patologie correlate all'inquinamento atmosferico.

L'insieme delle attività progettuali è confluito nell'ambito del Centro Ambiente Salute dell'ISS, un modello di integrazione funzionale fondato su una serie di iniziative per il monitoraggio e il

disegno degli interventi in materia di prevenzione e protezione dell'ambiente e della salute, che vedeva la partecipazione di operatori di ARPA Puglia, dell'Agenzia Regionale Sanitaria e della ASL di Taranto.

Il prodotto paradigmatico di questo modello di *governance* "Ambiente e Salute" è rappresentato dagli studi di coorte residenziale condotti nelle aree di Taranto e Brindisi. Le indagini sono state condotte, con il coordinamento del Dipartimento di Epidemiologia del SSR della Regione Lazio, con l'obiettivo di valutare l'associazione tra l'esposizione alle emissioni di origine industriale e effetti sanitari a lungo termine in termini di mortalità, ospedalizzazione e incidenza dei tumori (<https://www.sanita.puglia.it/web/csa>).

I 321.356 residenti nei comuni di Taranto, Statte e Massafra sono stati arruolati in una coorte residenziale nel periodo 1998- 2010 e seguiti fino alla fine del 2014.

Il quadro integrato delle pressioni ambientali delle principali sorgenti emissive è stato ricostruito al 2010 utilizzando il modello di dispersione Lagrangiano a particelle SPRAY, messo a punto da ARPA Puglia. Sono state stimate le concentrazioni di materiale particolato (PM₁₀) e di biossido di zolfo (SO₂), di origine industriale provenienti dall'impianto siderurgico, scelti come traccianti delle emissioni dell'impianto. A ogni individuo della coorte, sulla base dell'indirizzo di residenza, sono stati attribuiti gli indicatori della esposizione alla fonte di inquinamento presente nell'area utilizzando i risultati di modelli di dispersione in atmosfera degli inquinanti scelti come traccianti (PM₁₀ e SO₂).

L'esposizione individuale dei soggetti della coorte è stata ricostruita a partire dal 1965 (fino al 2014) integrando i risultati del modello di dispersione del 2010 con i dati effettivi di produttività ILVA, i dati quinquennali di emissioni dall'impianto e la storia residenziale individuale. Per ciascun soggetto della coorte si è resa dunque disponibile un'esposizione tempo-dipendente relativa a ciascun anno di residenza.

Per tener conto di fattori relativi al contesto sociale è stato utilizzato un indicatore di stato socioeconomico (SEP, *Socio-Economic Position*), disponibile a livello di sezione di censimento della residenza di ciascun soggetto della coorte. L'indice sintetico considerato è stato costruito a partire da indicatori rilevati al censimento 2001: percentuale di popolazione con istruzione pari o inferiore alla licenza elementare (mancato raggiungimento obbligo scolastico), percentuale di popolazione attiva disoccupata o in cerca di prima occupazione, percentuale di abitazioni occupate in affitto, percentuale di famiglie monogenitoriali con figli dipendenti conviventi e densità abitativa (numero di occupanti per 100 m²). L'indice è categorizzato in 5 classi: basso, medio-basso, medio, medio-alto, alto.

L'analisi della distribuzione del livello socioeconomico dei residenti mostrava che il 53% dei soggetti della coorte era classificato con un SEP medio-basso/basso, mentre il 21,4% con SEP alto.

Per gli obiettivi delle indagini è impiegato un modello di regressione dei rischi proporzionali di Cox (*Hazard Ratio*, HR e Intervallo di Confidenza al 95%, IC95%) per studiare la relazione tra le esposizioni di interesse (concentrazioni di PM₁₀ e SO₂) e la mortalità/morbosità causa-specifica degli individui della coorte. Nel modello di analisi l'età è stata considerata come asse temporale, mentre il periodo di calendario e il livello socioeconomico sono stati usati come variabili di aggiustamento.

I risultati dello studio hanno evidenziato che l'esposizione a PM₁₀ e SO₂ di origine industriale è associata a un aumento della mortalità per cause naturali, tumori, malattie cardiovascolari e renali, dell'ospedalizzazione per diverse patologie, dell'incidenza del tumore del polmone, del rene e della mammella nelle donne.

A partire da questi risultati, e sulla base dello studio di epidemiologia descrittiva IESIT (Indagine Epidemiologica nel Sito Inquinato di Taranto) contestualmente condotto dall'unità operativa di Statistica ed Epidemiologia della ASL di Taranto, si è innestato il programma di sorveglianza attiva della salute cardio-respiratoria disegnato e condotto dal Dipartimento di Prevenzione della ASL di

Taranto nell'ambito del già citato piano di offerta di prestazioni per la prevenzione e l'assistenza delle patologie associate all'inquinamento ambientale a Taranto e Statte. Tale programma, realizzato in sinergia con i Medici di Medicina Generale (MMG) e tuttora in corso, è volto all'individuazione di nuovi soggetti ipertesi e iperglicemici e all'evidenziazione di coloro i quali abbiano stili di vita inadeguati, incentivando la cooperazione ai vari livelli operativi sia territoriali che ospedalieri (Minerba *et al.*, 2018).

È previsto uno screening rivolto al 90% della popolazione target, con una minima adesione del 40% dei soggetti eleggibili (a partire dalla fascia di età di 45 anni per le donne e di 40 anni per gli uomini).

Gli obiettivi specifici sono rappresentati da:

- riduzione degli eventi cardiovascolari acuti (IMA, Infarto Miocardico Acuto) tramite l'attivazione di un programma di prevenzione cardiovascolare attraverso l'utilizzo dello *score* del rischio cardiovascolare individuale (considerando come soggetti a rischio potenziale coloro che hanno RCI >5-9%) in definite fasce di età e in aree a maggior incidenza di IMA.
- diagnosi precoce delle malattie broncopolmonari croniche mediante la spirometria (con *gold standard* affidabile di riferimento).

Il Dipartimento di Prevenzione della ASL di Taranto ha curato l'avvio, gli aspetti di accordo tra MMG e vertici aziendali, l'implementazione della "rete interna", attraverso la formazione di assistenti sanitari, assunti *ad hoc*, fino alla costruzione di un software dedicato.

Il programma, inizialmente avviato per i soli cittadini residenti nel comune di Statte e nei quartieri Tamburi, Paolo VI, Borgo-Città Vecchia di Taranto, è stato esteso – a partire dai primi mesi dell'anno 2017 – all'intera città di Taranto e, dal novembre 2017, anche alla popolazione dei comuni di Crispiano e Montemesola, a seguito di specifica richiesta. Nel corso della seconda metà del 2018, il programma è stato ampliato al comune di Massafra, su istanza dell'Amministrazione comunale.

I soggetti da includere nel programma sono desunti dagli elenchi dell'anagrafe sanitaria regionale degli assistiti. Successivamente sono esclusi quelli che avevano una disabilità o malattie invalidanti o malattie oncologiche in atto.

Per individuare i soggetti affetti da malattia sono stati presi in considerazione i codici di esenzione ticket per patologia.

Il reclutamento dei soggetti avviene attraverso chiamata attiva (lettera e telefonata) più eventuale *recall* in caso di mancata presentazione a visita o di non reperibilità alla prima chiamata.

La visita di screening (visita di primo livello) rappresenta la fase di avvio del programma e prevede la rilevazione di alcuni parametri clinici, informazioni sugli stili di vita (abitudine al fumo, attività fisica, abitudini alimentari) e su variabili socio-demografiche (sex, età, stato civile, residenza, titolo di studio, *status* occupazione).

I dati rilevati sono raccolti in una scheda valutativa (bilancio di salute preventivo) e successivamente correlati tra loro per ottenere l'indice di rischio cardiovascolare.

Una analisi di queste variabili, condotta all'avvio del programma (Pesare, 2015), ha evidenziato profonde differenze nella composizione sociale dei diversi quartieri della città di Taranto: a Tamburi, solo il 29% dei rispondenti ha dichiarato un titolo di studio superiore o uguale al diploma di scuola superiore, contro il 76% del quartiere Borgo, situato nel centro cittadino (Figura 1). Utilizzando la classificazione del Sistema di Sorveglianza PASSI (come specificato nel capitolo "Fonti informative e dati per documentare gli stili di vita in relazione alle disuguaglianze"), il 28,3% dei soggetti residenti a Tamburi è risultato obeso (38,5% sovrappeso), contro il 22,5% di Borgo (35,6% in sovrappeso): negli anni 2011-2014, i dati della sorveglianza PASSI per la Regione Puglia mostravano risultati pari al 12,6% di soggetti obesi e al 33% di soggetti in sovrappeso, comunque più alti della media nazionale (rispettivamente 10,2% e 31,7%).

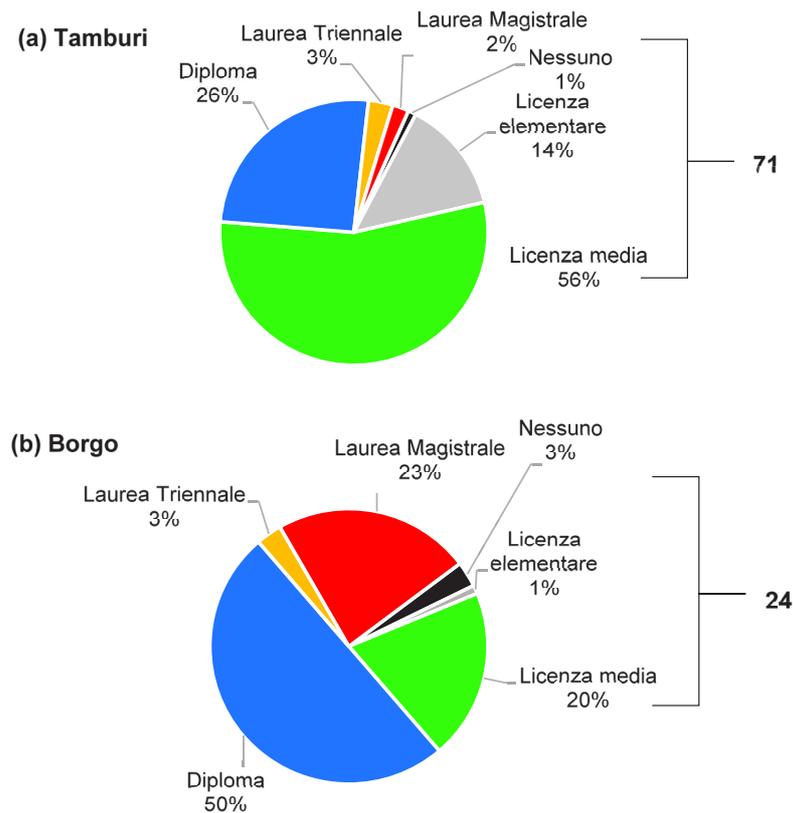


Figura 1. Distribuzione dei rispondenti al programma di Sorveglianza della salute cardiovascolare per titolo di studio nei quartieri Tamburi (a) e Borgo (b) di Taranto

I risultati ottenuti dalle attività di sorveglianza ambientale, epidemiologica e sanitaria suggeriscono una distribuzione più svantaggiosa della ricaduta degli inquinanti di origine industriale e della composizione sociale della popolazione a carico della popolazione che risiede nelle prossimità dello stabilimento siderurgico, determinando un'esposizione più elevata sia a fattori di rischio ambientale che a fattori di rischio associati a stili di vita inadeguati.

Sito di Taranto, impatti ambientali e diseguaglianze: il progetto *Health Equity Audit* nei Piani Regionali della Prevenzione

Il *body of evidence* disponibile per l'area di Taranto ha informato il disegno del caso-studio "Ambiente e città" realizzato nell'ambito del progetto *Health Equity Audit* (Pesare A, Relazione al II Corso *Health Equity Audit*, Bari 2015) nei Piani Regionali della Prevenzione, coordinato dal Servizio Sovrazonale di Epidemiologia della ASL TO3 (Azienda Sanitaria Locale di Collegno e Pinerolo), con riferimento al macro-obiettivo 8 "Ridurre le esposizioni ambientali potenzialmente dannose per la salute" (<http://www.ccm-network.it/progetto.jsp?id=node/1895&idP=740>).

Il Piano Nazionale di Prevenzione (PNP) 2014-2018 ha infatti incluso il contrasto alle disuguaglianze tra i principi fondamentali e le priorità di intervento da tradurre operativamente in interventi specifici all'interno dei PRP.

In generale, il progetto mirava ad accompagnare la stesura dei PRP, per la realizzazione di interventi di prevenzione attenti all'equità per gli obiettivi del PNP più sensibili alle disuguaglianze di salute, a partire dall'identificazione dei fattori di rischio più promettenti (<https://www.disuguaglianzedisalute.it/health-equity-audit>).

Nel *setting* Ambiente e città, assegnato alla Unità Operativa (UO) Regione Puglia, l'attenzione si è focalizzata su due sub-obiettivi della macroarea 8 del PNP:

- *Inadeguati strumenti a supporto delle amministrazioni per la valutazione e gestione degli impatti sulla salute di problematiche ambientali*
- *Esposizione a inquinanti chimici, fisici e microbiologici in ambienti confinati e non (inquinamento outdoor)*

L'obiettivo generale delle attività è stato pertanto focalizzato sull'applicazione di una lente di equità (WHO Regional Office for Europe, 2019):

- al tema della valutazione e gestione degli impatti sulla salute di problematiche ambientali
- alla misura degli effetti sanitari associati agli inquinanti ambientali

Sono stati quindi individuati i seguenti obiettivi secondari:

- verificare se e come viene incorporata la tematica dell'*Environmental Justice* negli strumenti di valutazione degli impatti sanitari già definiti a livello nazionale;
- approfondire il tema della misura dell'effetto indipendente della posizione socio-economica sugli esiti sanitari in aree a elevato rischio di crisi ambientale;
- approfondire il tema del ruolo della deprivazione sociale nella stratificazione dell'esposizione ai fattori di rischio ambientali;
- valutare l'associazione tra inquinamento di origine industriale e mortalità per strato di posizione socio-economica per evidenziare se la posizione socio-economica influenza la relazione tra esposizione ed effetto;
- stimare il carico di malattia attribuibile alle esposizioni ambientali per strato di posizione socio-economica;
- fornire indicazioni per integrare le procedure di valutazione di impatto sanitario integrata Ambiente e Salute con elementi quantitativi di contrasto alle disuguaglianze per un più efficace *risk management*.

Il percorso è partito dalla valorizzazione delle esperienze esistenti a livello nazionale in tema di valutazione di impatto sanitario, sia di rango normativo che derivante da progetti collaborativi (i progetti CCM 4HIA (Bianchi *et al.*, 2013; Linzarone *et al.*, 2019) (<http://www.ccm-network.it/progetto.jsp?id=programmi/2013/valutazione-impatto-salute>), VIIAS (<https://www.viias.it>), EpiAmbNet (<https://reteambientesalute.epiprev.it>), nonché le linee guida AssoARPA, Associazione delle Agenzie Regionali e Provinciali per la protezione Ambientale, per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario nelle procedure di autorizzazione ambientale e le linee guida sulla Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) dell'ISS (Dogliotti *et al.*, 2019) per riflettere in che modo il tema della misura del rapporto reciproco tra esposizione ambientale e posizione socio-economica fosse preso in considerazione negli strumenti di valutazione di impatto disponibili.

In sintesi, il tema della posizione socio-economica è risultato presente in tutti i documenti di indirizzo: tuttavia l'approccio epidemiologico alla metodologia di valutazione degli impatti è l'unico che può consentire di incorporare il tema in modo quantitativo, fornendo stime di impatto stratificate per SEP.

Per approfondire il tema della misura, si è dunque valutato di cogliere l'opportunità dell'esistenza della coorte residenziale di Taranto, impostando una ulteriore strategia di analisi che ha puntato a valutare se (AReSS Puglia, 2014):

- la posizione socio-economica sia un determinante dei differenziali di esposizione a SO₂ di origine industriale, stimata al 1998, all'interno della coorte;
- stimare l'effetto indipendente della posizione socio-economica sulla mortalità;
- valutare l'associazione tra inquinamento di origine industriale e mortalità per strato di posizione socio-economica per evidenziare se la posizione socio-economica influenza la relazione tra esposizione ed effetto.

In primo luogo, è stato valutato l'effetto indipendente della posizione socio-economica, attraverso un modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e aggiustato per sesso, età (asse temporale), regione di nascita, occupazione, esposizione ambientale.

Prendendo come riferimento la mortalità degli strati di popolazione con SEP medio e medio-basso/basso verso quella dei soggetti con SEP alto è stato possibile osservare, al netto dell'esposizione ambientale, incrementi di rischio tra i soggetti più deprivati per la maggior parte delle cause esaminate (Tabella 1). È stata verificata la presenza di una diversa distribuzione dell'esposizione agli inquinanti considerati in funzione dello strato di SEP.

Tabella 1. Associazione tra SEP e mortalità per causa – Popolazione totale. Taranto 1998-2013

Causa di morte	Alto/ Medio-Alto	Medio			Medio-Basso/Basso				
	n.	n.	HR	IC95%	n.	HR	IC95%		
Tutte le cause	10.193	3.466	1,05	1,01	1,09	20.618	1,18	1,15	1,21
Cause naturali	9545	3226	1,04	1,00	1,08	19327	1,18	1,15	1,21
Tumori maligni	3172	1032	1,02	0,95	1,10	5723	1,12	1,08	1,17
Stomaco	145	53	1,14	0,83	1,56	295	1,27	1,03	1,55
Colon	308	108	1,06	0,85	1,32	522	1,06	0,92	1,22
Fegato	253	92	1,11	0,87	1,41	491	1,19	1,02	1,39
Pancreas	181	54	0,92	0,68	1,25	284	0,98	0,81	1,18
Trachea, bronchi e polmoni	640	206	1,04	0,89	1,22	1252	1,26	1,14	1,39
Pleura	66	22	1,13	0,69	1,83	112	1,05	0,77	1,44
Mammella	258	87	1,11	0,87	1,42	433	1,02	0,88	1,20
Malattie cardio vascolari	3557	1212	1,03	0,97	1,10	7411	1,17	1,13	1,22
Malattie cardiache	2498	828	1,02	0,94	1,10	5284	1,19	1,14	1,25
Eventi coronarici acuti	402	127	1,00	0,82	1,22	710	1,05	0,93	1,19
Malattie cerebro- vascolari	828	310	1,07	0,93	1,22	1692	1,15	1,06	1,25
Malattie apparato respiratorio	711	259	1,09	0,94	1,26	1698	1,34	1,23	1,46
BPCO	383	151	1,17	0,96	1,41	1044	1,53	1,36	1,72
Malattie renali	188	77	1,25	0,95	1,63	416	1,23	1,03	1,46
Traumatismi e avvelenamenti	400	150	1,21	1,00	1,46	821	1,19	1,06	1,35

HR (Hazard Ratio) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e aggiustato per sesso, età (asse temporale), regione di nascita, occupazione, esposizione ambientale.

IC95%: Intervalli di Confidenza al 95%

BPCO: Broncopneumato-patia cronica ostruttiva

Come atteso, i risultati mostrano livelli delle concentrazioni di SO₂ più elevati negli strati di popolazione più deprivati (Tabella 2).

Tabella 2. Esposizione a SO₂ per strato di posizione socio-economica (SEP). Popolazione totale. Taranto 1998-2013

SEP	Media	DS	Percentile					
			5°	25°	50°	75°	95°	95°-5°
Alto	8,82	3,81	3,92	6,17	8,53	10,57	17,11	13,20
Medio-Alto	8,61	4,11	2,25	5,85	8,53	10,83	18,18	15,93
Medio	6,86	4,14	1,82	2,26	5,58	10,57	11,82	10,01
Medio-Basso	8,91	5,35	1,88	4,98	9,24	12,94	19,15	17,27
Basso	10,73	4,62	2,08	7,89	10,13	13,12	18,73	16,65
<i>Totale</i>	9,30	4,66	2,02	5,58	9,27	11,82	18,18	16,16

Nel sito inquinato di Taranto i più socialmente deprivati risultano più esposti e anche più suscettibili agli effetti dell'inquinamento industriale.

L'analisi dell'associazione tra esposizione a SO₂ di origine industriale e mortalità causa-specifica, stratificata per SEP, consente di rilevare come le stime di rischio più elevate si registrano a carico dei soggetti con SEP medio e basso (Tabella 3).

Tabella 3. Associazione tra SO₂ e mortalità per causa per SEP. Rischio relativo (HR) per variazioni di SO₂ pari alla differenza tra 95° e 5° percentile – Popolazione totale, Taranto

Causa di morte	Alto / Medio-Alto				Medio				Medio-Basso / Basso			
	N	HR*	IC95%		N	HR*	IC95%		N	HR*	IC95%	
Tutte le cause	10193	1,00	0,94	1,07	3466	1,03	0,92	1,17	20618	1,08	1,03	1,13
Cause naturali	9545	1,00	0,93	1,08	3226	1,08	0,95	1,23	19327	1,09	1,04	1,14
Tumori maligni	3172	1,03	0,91	1,17	1032	1,08	0,86	1,36	5723	1,06	0,98	1,16
Trachea, bronchi e polmoni	640	1,06	0,79	1,41	206	1,67	1,02	2,75	1252	1,13	0,95	1,35
Malattie cardiovascolari	3557	0,98	0,88	1,10	1212	1,06	0,86	1,30	7411	1,03	0,96	1,11
Eventi coronarici acuti	402	1,09	0,77	1,54	127	1,28	0,68	2,42	710	1,24	0,98	1,57
Malattie apparato respiratorio	711	0,74	0,57	0,95	259	1,17	0,75	1,84	1698	1,06	0,91	1,24

HR (*Hazard Ratio*) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e aggiustato per sesso, età (asse temporale), occupazione

IC95%: Intervalli di Confidenza al 95%

Il passo successivo è stato quindi quello di stimare gli eventi attribuibili all'esposizione di origine industriale, in funzione della stratificazione per condizione socio-economica.

È stata utilizzata la formula per la stima dei casi attribuibili (CA):

$$CA=A*B*\Delta C*P_{exp}$$

dove:

- A: RR-1, eccesso di rischio nella popolazione esposta, attribuibile all'inquinamento atmosferico
- B: tasso di morbosità/mortalità di background

- ΔC : variazione nelle concentrazioni ambientali per la quale s'intende valutare l'effetto
- P_{exp} : popolazione esposta

Nello spirito dei progetti CCM, orientati a definire strumenti operativi da rendere utilizzabili in altri contesti, sono stati sperimentati due possibili approcci:

- applicare il valore strato-specifico per ciascuno dei termini (coefficiente di rischio, variazione di concentrazione e concentrazione media di SO_2);
- applicare il coefficiente di rischio dell'intera coorte alla variazione di concentrazione e concentrazione media di SO_2 strato-specifiche.

Con il primo approccio si ottiene la stima di impatto in termini di eventi attribuibili all'esposizione in funzione della specifica relazione dose-risposta che si realizza in ciascuno degli strati della popolazione: i risultati sono informativi della interazione tra SEP e esposizione a SO_2 , ma non sono evidentemente generalizzabili, né replicabili in assenza della disponibilità di una coorte residenziale. I risultati ottenuti per la coorte di Taranto sono mostrati in Tabella 4.

Tabella 4. Stima dei casi attribuibili (CA) all'esposizione a SO_2 per incrementi di concentrazione pari alla differenza tra 95° e 5° percentile per l'intera coorte e per ciascuno strato di SEP. Coorte di Taranto, Popolazione Totale*

Mortalità per cause naturali	SO_2 mg/m ³	Decessi	Beta strato specifico, incremento strato specifico e media strato specifica					Beta popolazione, esposizione strato specifica			
			Beta	ΔC	FA*	CA	AF%	Beta	FA*	CA	AF%
Coorte	9,3	32098	0,0037	16,16	0,0022	70	0,22	0,0037	0,0022	70	0,22
SEP											
<i>Alto/medio alto</i>	8,71	9545	0,0001	14,56	0,0001	1	0,01	0,0037	0,002	19	0,2
<i>Medio</i>	6,86	3226	0,005	10,01	0,0034	11	0,34	0,0037	0,0016	5	0,16
<i>Basso/medio basso</i>	9,82	19327	0,005	16,96	0,0029	57	0,29	0,0037	0,0023	44	0,23

FA: Frazione di decessi attribuibile all'esposizione

*Equity Audit nei Piani Regionali di Prevenzione in Italia CCM 2014 – Puglia – Health Equity Audit e Ambiente (<https://www.dors.it/ds/Puglia/Ambienti%20di%20vita%20ed%20Health%20Equity%20Audit%20-%20Puglia.pdf>)

Il secondo approccio risulta invece generalizzabile, anche per esempio utilizzando coefficiente di rischio da letteratura. L'elemento cruciale, quale che sia l'approccio, è evidentemente la valutazione dell'esposizione per SEP.

In entrambi gli approcci si evidenzia come l'impatto sanitario associato all'esposizione a SO_2 di origine industriale sia prevalente negli strati di popolazione con SEP medio e basso.

Osservazioni conclusive e prospettive di ricerca

Nel sito di Taranto, la disponibilità dei dati sanitari, degli archivi anagrafici, dei dati di contaminazione delle matrici ambientali, uniti alla virtuosa sinergia tra istituzioni, ha consentito la realizzazione di un'esperienza di *governance* Ambiente e Salute in grado di definire linee strategiche, attività e risorse tenendo conto della vulnerabilità collettiva che affligge i residenti in questa area. Le diverse attività vanno dalle strategie regionali in ambito normativo e

programmatorio, al potenziamento delle iniziative di prevenzione, monitoraggio, ricerca e formazione in tema di Ambiente e Salute, fino alla definizione di indirizzi per la gestione di procedimenti autorizzativi ambientali-sanitari.

Le iniziative realizzate hanno consentito di osservare che le persone di basso *status* sociale sono più esposte agli inquinanti di origine industriale e presentano peggiori condizioni di salute, in termini di salute percepita, di mortalità, di morbosità cronica o di disabilità: è stato anche valutato il ruolo indipendente della SEP sugli esiti sanitari, e i risultati indicano come il tema del contrasto alle disuguaglianze sociali non può essere trascurato in fase di gestione del rischio, soprattutto nelle aree ad alta criticità ambientale.

Dove possibile, valutare l'associazione tra inquinamento di origine industriale e mortalità per strato di posizione socio-economica consente di evidenziare se la posizione socio-economica influenza la relazione tra esposizione ed effetto: le conoscenze disponibili suggeriscono la possibilità di superare l'approccio qualitativo nell'*assessment* e nel reporting dei documenti di VIS.

Stimare il carico di malattia attribuibile alle esposizioni ambientali per strato di posizione socio-economica, utilizzando RR specifici o di letteratura, consente di disegnare strategie di intervento eque per la prevenzione e la promozione della salute della comunità esposta.

D'altro canto, risulta necessario e urgente impostare sistemi di valutazione per verificare se le misure di prevenzione e la promozione della salute messe a punto nelle aree a rischio siano efficaci anche in termini di contrasto alle disuguaglianze misurate.

Bibliografia

- AReSS Puglia. Ambienti di vita ed Health Equity Audit. Equity Audit nei Piani Regionali di Prevenzione in Italia – Puglia. Progetto CCM 2014.
- ARPA PUGLIA, AReSS Puglia, ASL TA (Eds). *Rapporto di Valutazione del Danno Sanitario. Stabilimento ILVA di Taranto ai sensi della LR 21/2012*. Bari, ARPA Puglia; 2013.
- Assennato G, Bisceglia L, de Nichilo G, Grassi ME, Lo Izzo A; Late Industrial development and occupational health in southern Italy. *Int J Occup Environ Health* 2005;11(1):82-87.
- Bertollini R, Faberi M, Di Tanno N (Eds). *Ambiente e salute in Italia*. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore, 1997.
- Bianchi F, Forastiere F, Terracini B. Valutazioni di impatto sanitario, sorveglianza epidemiologica e studi di intervento nelle aree a rischio. *Epidemiol Prev* 2013;37(6):349-51.
- Comba P, Conti S, Iavarone I, Marsili G, Musmeci L, Pirastu R. *Rapporto Ambiente e salute a Taranto: evidenze disponibili e indicazioni di sanità pubblica*. Roma: Ministero della Salute, 2012. Disponibile all'indirizzo: http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1833_allegato.pdf; ultima consultazione 22/07/2020.
- Dogliotti E, Achene L, Beccaloni E, Carere M, Comba P, Crebelli R, Lacchetti I, Pasetto R, Soggiu ME, Testai M. 2019. Linee guida per la valutazione di impatto sanitario (DL.vo 104/2017). Rapporti Istisan 19/9. Disponibili all'indirizzo: https://www.iss.it/documents/20126/45616/19_9_web.pdf/4bebb80b-6290-82b8-59d6-0f851ae303cf?t=1581095861900; ultima consultazione 26/10/2020.
- Forastiere F, Biggeri A. Interventi di sanità pubblica a Taranto: la sorveglianza ambientale ed epidemiologica *Epidemiol Prev* 2012;(6);36.
- Gruppo di lavoro per la conduzione di studi di epidemiologia analitica Area Taranto e Brindisi – Macroarea 3, Linea d'intervento 3.4. *Studio di coorte sugli effetti delle esposizioni ambientali occupazionali sulla morbosità e mortalità della popolazione residente a Taranto – Rapporto Conclusivo*. Bari: CSA, Centro Salute e Ambiente Puglia; 2016. Disponibile all'indirizzo:

<https://www.sanita.puglia.it/documents/890301/896208/Relazione+Finale+Studio+di+Coorte+-+2016/ea231c81-e196-4b43-99a4-0882bd60b83b>; ultima consultazione 22/07/2020.

Istituto Superiore di Sanità. *Relazioni dello Studio di biomonitoraggio e tossicità degli inquinanti presenti nel territorio di Taranto*. CCM 2013. Disponibile all'indirizzo: <http://old.iss.it/ccm2013taranto>; ultima consultazione 26/10/2020.

Italia. Consiglio Regione Puglia. Legge 21 del 24 luglio 2012. Norme a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio sulle emissioni industriali inquinanti per le aree pugliesi già dichiarate a elevato rischio ambientale. *Bollettino Ufficiale della Regione Puglia, Serie Generale, 145 del 5 ottobre 2012*.

Linzalone N, Bianchi F, Curzio O, Serasini L, Natali M. T4 HIA Project Working Group. Theory and practice to integrating health in environmental assessment: synthesis of an experience with stakeholders to deliver a national HIA guideline. *Environmental Impact Assessment Review* 2019;77:49-59. Disponibile all'indirizzo: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925518303305>; ultima consultazione 01/10/2020.

Mataloni F, Stafoggia M, Alessandrini E, Triassi M, Biggeri A, Forastiere F. Studio di coorte sulla mortalità e morbosità nell'area di Taranto. *Epidemiol Prev* 2012;36(5):237-52.

Minerba S, Mincuzzi A, Leogrande S *et al*. Le mappe della salute a Taranto. Risultati dell'indagine IESIT II. Regione Puglia, ArESS, OER Regione Puglia, ASL Taranto. 2018

Paci E, Terracini B, Clementi ML. Cosa si deve fare a Taranto? Prevenzione, indagini esaustive, promozione della salute e niente medicalizzazione *Epidemiol Prev* 2012;(6);36.

Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R *et al*. SENTIERI-Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35:(Suppl 4):1-204.

US EPA. Risk Assessment Guidance for Superfund – Volume I: Human Health Evaluation Manual. Part F: *Supplemental guidance for inhalation risk assessment*. Washington, US EPA, 2009.

US EPA. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS), Part A. Washington, US EPA, 1989. Disponibile all'indirizzo: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rags_a.pdf; ultima consultazione 22/07/2020.

WHO. *Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2019. Disponibile all'indirizzo: <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/environmental-health-inequalities-in-europe.-second-assessment-report-2019>; ultima consultazione 22/07/2020.