



DIREZIONE GENERALE

Ill.mo Sig. Sindaco

del Comune di Taranto
Dott. Rinaldo Melucci

Oggetto: riscontro nota prot. n. 48276 del 2/4 u.s. avente ad oggetto "Interventi urgenti a tutela della salute e dei cittadini e dei lavoratori dell'area di Taranto".

Si fa seguito alla nota indicata in oggetto, e nei limiti delle competenze istituzionali di questa Azienda, si richiama espressamente il recente documento di Valutazione del danno sanitario (VDS) del 14/2/2019, redatto ai sensi di quanto previsto dal D.M. 24 Aprile 2013 ed elaborato congiuntamente all'Arpa Puglia e all'AReSS, già trasmesso a Codesta Amministrazione, ai Ministeri competenti, alla Regione Puglia, all'ISPRA, all'I.S.S., oltre che alla Procura della Repubblica, e che ad ogni buon conto si ritrasmette allegandolo alla presente.

Per una corretta lettura della VDS preme evidenziare che le principali valutazioni epidemiologiche sullo stato di salute di una popolazione, e l'impatto su questa di eventuali fattori ambientali, si basano sulla rilevazione e elaborazione dei dati provenienti dalle principali fonti sanitarie disponibili presso le Aziende Sanitarie Locali, quali le cause di ricovero, le cause di mortalità e l'incidenza neoplastica.

L'analisi di tali dati si basa principalmente sulla valutazione delle differenze tra i casi osservati nella popolazione in studio e quelli attesi (intese tecnicamente come "difetto" o "eccesso" rispetto ad uno standard), e sulla variazione nel tempo (*trend*); va inoltre considerato il contesto (ambientale e socio-economico) in cui ricade la popolazione considerata.

Nel caso dell'area di Taranto, sede di polo siderurgico, di cantieristica navale e di altri insediamenti industriali, già a partire dalla fine degli anni '80 alcuni studi epidemiologici nazionali (a cura dell'Organizzazione Mondiale della Sanità) hanno rilevato criticità di salute per la popolazione residente.

Sulla base di siffatte evidenze sanitarie, e delle caratteristiche di contesto, il Ministero dell'Ambiente nel 1986 ha identificato il comune di Taranto, insieme ai comuni di Statte, Massafra, Monteiasi e Crispiano, come Area ad elevato rischio di crisi ambientale (L.8/7/86 n.349); con successiva L. 426/98, l'area di Taranto e Statte è stata individuata dal Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare quale area SIN (Sito di interesse nazionale per le bonifiche).

AZIENDA SANITARIA LOCALE TAServizio Sanitario Nazionale - Regione Puglia
74121 TARANTO, Viale Virgilio 31 - tel 099/7786111
C.F. p. IVA 02026690731



DIREZIONE GENERALE

Dal 1990 l'Azienda Sanitaria Locale di Taranto (allora USL TA 4) studia costantemente lo stato di salute della propria popolazione, attraverso analisi periodiche svolte in collaborazione con i principali Istituti di ricerca epidemiologica nazionali e regionali.

Negli studi qui di seguito elencati e per gli anni considerati, si sono rilevati eccessi (nella presente relazione intesi nel senso tecnico sopraevidenziato) per la mortalità generale, per alcune forme tumorali e per le malattie cardiovascolari e respiratorie, con differenti andamenti dei tassi dei *trend* temporali.

**Studi epidemiologici ASL TA SC STATISTICA EPIDEMIOLOGIA
attraverso le fonti informative sanitarie a partire dall'anno 1990**

AUTORI	TITOLO	Data presentazione	SDO ricoveri ospedalieri	RENCAM cause di morte	REGISTRO TUMORI incidenza neoplasie
USL TA 4	MORTALITA' per CARCINOMA POLMONARE a TARANTO Folia Oncologica 16, 143, 1993	Maggio 1992	-	1990	-
ASL TA 1	BOLLETTINO EPIDEMIOLOGICO n. 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 Conferenze stampa presso ASL	dal 1997 al 2006	-	1996-2003	-
Gruppo Nazionale EpiAir - tra cui ASL TA	EpiAir http://www.epidemiologiaeprevenzione.it/cms/?q=node/101	Dicembre 2009	2001-2005	2001-2005	-
ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA' ASL TA	AMBIENTE e SALUTE a TARANTO evidenze disponibili e indicazioni di sanità pubblica http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1833_allegato.pdf	Ottobre 2012	-	1995-2002 2003-2009	2006-2007
ASL TA	Primo rapporto REGISTRO TUMORI TARANTO https://www.sanita.puglia.it/web/csa/registro-tumori	Marzo 2013	-	-	2006-2008
ASL TA OSSERVATORIO EPIDEMIOLOGICO REGIONE PUGLIA UNIVERSITA' DI BARI ARES PUGLIA ARPA PUGLIA	IESIT 2013 https://www.sanita.puglia.it/web/csa/epidemiologia	Novembre 2013	2001-2010	2001-2008	-
Gruppo Nazionale EpiAir 2 - tra cui ASL TA	EpiAir 2 http://www.epiprev.it/pubblicazione/epidemiol-prev-2013-37-4-5	Ottobre 2013	2006-2010	2006-2009	-
ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA' ASL TA	SENTIERI 2014 http://www.epiprev.it/materiali/2014/EP2/S1/EPv38I251_SENTIERIind.pdf	Aprile 2014	2005-2010	2003-2010	2006-2008
ASL TA	RAPPORTO MORTALITA' 2015 https://www.sanita.puglia.it/web/csa/epidemiologia	Maggio 2015	-	2001-2012	-
ASL TA	Aggiornamento dati REGISTRO TUMORI TARANTO 2016 https://www.sanita.puglia.it/web/csa/registro-tumori	Maggio 2016	-	-	2006-2011
ARES PUGLIA DIPARTIMENTO EPIDEMIOLOGIA REGIONE LAZIO ASL TA ARPA PUGLIA	STUDIO di COORTE (F. Forastiere) 2016 https://www.sanita.puglia.it/web/csa/epidemiologia	Settembre 2016	1998-2014	1998-2014	2006-2011
ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA' ASL TA	STUDIO sulle NEFROPATIE Spatial distribution of kidney disease in the contaminated site of Taranto (Italy) https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ajim.22781	Ottobre 2017	2006-2010	-	-
ASL TA	RAPPORTO REGISTRO TUMORI TARANTO 2017 https://www.sanita.puglia.it/web/csa/registro-tumori	Novembre 2017	-	-	2006-2012
ASL TA OSSERVATORIO EPIDEMIOLOGICO REGIONE PUGLIA UNIVERSITA' DI BARI ARES PUGLIA	Le mappe della salute a Taranto: indagine IESIT 2 2018 https://www.sanita.puglia.it/web/csa/epidemiologia	LUGLIO 2018	2001-2013	2001-2010	2006-2011
ARPA PUGLIA - ARES PUGLIA - ASL TA	VALUTAZIONE DANNO SANITARIO	FEBBRAIO 2019	2006-2017	2006-2015	2006-2013



DIREZIONE GENERALE

Nella richiamata VDS del febbraio 2019 il Gruppo di Lavoro ha aggiornato la valutazione degli indicatori sanitari disponibili per definire il quadro sanitario di riferimento (*cfr da pag. 71 a pag. 93*) riportando:

1. Le caratterizzazione socio-demografica-sanitaria della popolazione (*pag.71-72, redatto a cura di ASL TA*)
2. L'aggiornamento dello Studio Sentieri ISS (*pag. 72-74 redatto a cura di ISS Istituto Superiore di Sanità con la partecipazione di ARESS Puglia in collaborazione con la ASL TA*)
3. L'aggiornamento dello Studio IESIT (*pag. 74 – 77 redatto a cura di ASL TA*)
4. L'aggiornamento del quadro epidemiologico: analisi della mortalità e della ospedalizzazione nel sito di interesse nazionale per le Bonifiche (*pag. 77-93 redatto a cura di ARESS Puglia*)

Quest'ultimo aggiornamento comprende i dati sanitari più recenti descrivendo un quadro epidemiologico basato sulle stime più aggiornate di mortalità, di ospedalizzazione e di incidenza dei tumori (specificatamente: cause di ospedalizzazione nel periodo 2006-2017, cause di mortalità nel periodo 2006-2015, incidenza neoplastica nel periodo 2006-2013).

Queste fonti sono state analizzate sulla base della metodologia illustrata nel Progetto SENTIERI (acronimo che sta per Sistema Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento, vedi *link* nella tabella precedente) elaborato dall'Istituto Superiore di Sanità; lo Studio individua le patologie con un'evidenza a priori (sufficiente o limitata) di associazione con le esposizioni ambientali nell'area SIN di Taranto (quali ad esempio il tumore maligno della trachea, dei bronchi e polmoni, il mesotelioma della pleura, le malattie dell'apparato respiratorio acute e croniche).

Nella VDS è stato evidenziato che nell'area SIN di Taranto si registrano eccessi rispetto al dato regionale di mortalità e di ospedalizzazione per le patologie cardiovascolari, per le patologie respiratorie e per le malattie dell'apparato digerente, nonché per alcune patologie oncologiche, come confermato dai dati di incidenza del Registro Tumori per gli anni coperti (per entrambi i sessi per i tumori della pleura, del polmone e del pancreas; nelle donne per tumore della mammella; negli uomini per tumore dello stomaco, della vescica e del rene).



DIREZIONE GENERALE

L'esame dell'andamento temporale dell'ospedalizzazione evidenzia, tuttavia, che i valori relativi alle cause di ricovero, individuate dal citato Studio SENTIERI come associate all'inquinamento ambientale del SIN, risultano tutte in decremento, pur rimanendo al di sopra dei valori regionali.

Per quanto concerne i dati di ospedalizzazione relativi alle fasce di età infantile 0 – 14, premettendo che le stime risentono dell'incertezza legata alla bassa numerosità dei casi osservati, si evidenzia come l'andamento dei tumori maligni presenta una riduzione nell'ultimo periodo (2016/2017) pur rimanendo al di sopra dei valori provinciali e regionali, così come risultano in riduzione i ricoveri pediatrici per malattie respiratorie, che rimangono per tutto il periodo (2006/2017) costantemente al di sotto dei valori regionali.

L'esame dell'andamento temporale della mortalità mostra nei maschi un lieve incremento, con tassi superiori al valore regionale per tutte le cause e per tutti i tumori, mentre per le malattie respiratorie si registra un *trend* in diminuzione nell'ultimo periodo.

Nel sesso femminile tutte le cause esaminate mostrano un lieve decremento nel tempo con i tassi dell'area SIN sempre superiori a quelli regionali.

Per quanto riguarda, invece, le stime di mortalità 0 – 14 - sempre ribadendo che esse risentono ancor di più dell'incertezza legata alla bassa numerosità dei casi osservati - la VDS indica nell'area SIN di Taranto un eccesso per le patologie tumorali con particolare riferimento alle patologie emolinfopoietiche.

Pertanto, in questo aggiornato quadro epidemiologico, utilizzando le suindicate annualità a disposizione dei flussi sanitari, si conferma la presenza di criticità in ordine alle patologie associabili con gli inquinanti emessi dagli stabilimenti dell'area industriale di Taranto, tuttavia con andamento dei tassi di ospedalizzazione in diminuzione.

Ad analoghe conclusioni, in termini di *trend* temporali, si giunge anche attraverso i risultati dei Piani di monitoraggio e controllo delle contaminazioni di origine industriale degli alimenti di origine animale e vegetale, che vengono eseguiti dai Servizi del Dipartimento di Prevenzione a partire dall'anno 2008.



DIREZIONE GENERALE

Il monitoraggio e controllo della contaminazione di origine industriale degli alimenti ed in particolare di quella determinata da diossine (PCDD e PCDF), policlorobifenili (PCB-DL e PCB-NDL), metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e radionuclidi, si esplicita attraverso attività svolte in ossequio alla programmazione dei Piani Nazionali di Controllo Ufficiale (Piano Nazionale Residui, Piano Nazionale Alimentazione Animale, Piano di monitoraggio e classificazione delle acque destinate alla molluschicoltura) e del Piano straordinario di monitoraggio e sorveglianza attiva della contaminazione da diossine e PCB con campionamento e analisi nella produzione primaria di alimenti di origine animale, alimenti di origine vegetale, foraggi e mangimi (cfr. tabelle riportate in calce).

L'importanza di tali controlli è fondamentale ai fini dell'individuazione di eventuali ricadute sulla salute umane, in quanto, soprattutto per i microinquinanti organici, l'assorbimento avviene principalmente mediante bioaccumulo attraverso la catena alimentare.

Per quanto concerne il rischio da diossine e PCB, la pianificazione degli interventi prevede l'esecuzione di interventi mirati al controllo della contaminazione negli animali produttori di alimenti per l'uomo, nei mangimi ad essi destinati e negli alimenti da essi derivati (latte, prodotti a base di latte, uova, molluschi bivalvi, pesci, carni: muscolo, fegato e grasso), delle aziende zootecniche, di molluschicoltura e di pesca locale, nonché negli alimenti di origine vegetale delle aziende agricole situate nel raggio di 20 Km dall'area industriale di Taranto.

Dal 2008 ad oggi sono stati eseguiti oltre 3300 campionamenti di prodotti ed i risultati delle analisi hanno mostrato un marcato decremento dei superamenti dei limiti di legge, tanto è vero che le uniche "non conformità" degli ultimi anni sono solo riferite ai mitili del primo seno del Mar Piccolo e ad alcuni campioni di uova ascrivibili a cattiva gestione per "uso personale" (tabelle in allegato).

Al fine di offrire un quadro ancora più completo, la ASL di Taranto ha inoltre svolto negli ultimi anni una serie di studi di biomonitoraggio umano utili per stimare l'esposizione all'azione degli inquinanti ambientali in alcune categorie di popolazione particolarmente esposte; così come, per quanto riguarda gli studi di biomonitoraggio su diossine e policlorobifenili (PCB), la ASL di Taranto ha collaborato in molteplici studi sotto la responsabilità scientifica dell'Istituto Superiore di Sanità.

AZIENDA SANITARIA LOCALE TA

Servizio Sanitario Nazionale - Regione Puglia
74121 TARANTO, Viale Virgilio 31 - tel 099/7786111
C.F. p. IVA 02026690731



DIREZIONE GENERALE

1. Studio esplorativo sul biomonitoraggio nell'area di Taranto tra gli allevatori delle masserie nella Provincia di Taranto (2010)

http://www.epiprev.it/materiali/2012/EP6-2012/EP6_321_art2.pdf

Dai risultati è emerso che mediamente i livelli ematici di diossine e PCB, negli allevatori, erano aumentati con l'avvicinamento al polo industriale: ciò risultava congruente con i rilevamenti di non conformità alimentare riscontrati nelle masserie situate nella zona ≤ 15 km dall'area industriale (negli anni 2008-2009-2010).

2. Project LIFE08 ENV/IT/000423 "WOMENBIOPOP": Ricerca di contaminanti ambientali nel sangue di donne in età riproduttiva (2011-2012)

<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.11.009>

I risultati hanno mostrato che, per tutti gli inquinanti selezionati, tra cui diossine e PCB, le concentrazioni ematiche rilevate sono simili tra il gruppo dell'area di Taranto e quello dell'area rurale di controllo e sono sovrapponibili con quelle osservate in altri studi condotti sulla popolazione generale italiana e in indagini simili effettuate in molti Paesi europei.

3. Progetto CCM 2013. Stima del ruolo svolto dall'interazione tra esposizione a inquinanti ambientali (diossine, PCB e IPA) e caratteristiche genetiche relative ad enzimi coinvolti nella biotrasformazione degli stessi inquinanti sulla salute riproduttiva femminile, specificamente nell'insorgenza di endometriosi. (2015-2016)

http://old.iss.it/binary/ilva/cont/2_89_126_Relazione_scientifica_CCM_Taranto_Finale.pdf

Lo studio ha riscontrato un'associazione tra livelli sierici medio-alti di diossine e PCB ed endometriosi, nella fascia di età compresa fra i 20 e i 33 anni.

Le concentrazioni di questi inquinanti riscontrate nelle donne di Taranto sono comunque in linea con i valori osservati in gruppi di donne della popolazione generale italiana con caratteristiche confrontabili a quelle del presente studio. Diversamente, il dosaggio dei metaboliti urinari degli IPA a basso peso molecolare (pyrene, naftalene) hanno evidenziato livelli aumentati nella popolazione tarantina, che, pur non essendo associati all'insorgenza di endometriosi, sono stati oggetto di successiva verifica ambientale da parte di ARPA Puglia.

4. Progetto CCM 2013. Biomonitoraggio dei soggetti in età evolutiva per la valutazione dei metalli con proprietà neurotossiche (arsenico, cadmio, mercurio,



DIREZIONE GENERALE

manganese e piombo) e studio dell'eventuale associazione con le caratteristiche neuro-comportamentali e cognitive dei soggetti arruolati.

http://old.iss.it/binary/ilva/cont/3_127_222_Relazione_scientifica_CCM_Taranto_Finale.pdf

Lo studio ha permesso di rilevare una situazione di potenziale presenza di disturbi clinici e preclinici del neurosviluppo in età pediatrica, mentre le dosi interne (misurate nel sangue, nelle urine o nei capelli) di metalli neurotossici osservati nei bambini di Taranto non sono risultati elevati rispetto ai limiti tossicologici, o a quelli di altri studi simili, e non sono distribuiti in funzione della zona di residenza, né della distanza dalle sorgenti emmissive. Tale studio è in corso di prosecuzione ed è stato previsto l'ampliamento del campione, in collaborazione con Università di Brescia, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York – USA, Rutgers University, New Jersey – USA, University of California, Santa Cruz – USA.

Ritenendo di aver assolto compiutamente alla richiesta formulata, corre l'obbligo di rimarcare l'atteggiamento *chiaro e responsabile* sempre tenuto da questa Azienda. Nello specifico, preme escludere che i vertici della ASL durante la seduta consiliare monotematica del 25/3 u.s. abbiano affermato che “ci si ammalia di più che in passato” (come si legge nella nota oggi riscontrata), avendo invece in quella sede richiamato i dati epidemiologici ufficiali, disponibili e consultabili da anni, da cui si evince che nell'area SIN di Taranto si presenta fino al 2014 relazione tra esposizione a PM₁₀ ed SO₂ di origine industriale e mortalità naturale e per cause specifiche, ricoveri ospedalieri ed incidenza di alcune forme tumorali, così come riportato (pag.1), nel rapporto conclusivo dello “*Studio di Coorte sugli effetti delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla morbosità e mortalità della popolazione residente a Taranto*” a firma del Prof. Francesco Forestiere (vedi *link* contenuto nella prima tabella precedente), presentato pubblicamente a Bari il 3/10/2016 presso la sede del Dipartimento di Promozione della salute della Regione Puglia e che ad ogni buon conto si allega.

Alla luce della vasta problematica scientifica in essere, questa Azienda si dichiara sin da ora disponibile a partecipare attivamente all'*Osservatorio permanente della salute a Taranto*, che veda coinvolti tutti gli Organismi nazionali, regionali e locali a vario titolo competenti.

Rimanendo a disposizione per ogni eventuale chiarimento, si porgono cordiali saluti.

AZIENDA SANITARIA LOCALE TA

Servizio Sanitario Nazionale – Regione Puglia
74121 TARANTO, Viale Virgilio 31 – tel 099/7786111
C.F. p. IVA 02026690731



DIREZIONE GENERALE

Direttore dell'UOC
Epidemiologia e Statistica e Reg. Tumori
Dott. Sante Minerba

Direttore del Dipartimento di Prevenzione
Servizio di Igiene e Sanità Pubblica
Dott. Michele Conversano

Direttore Sanitario
Dott. Gregorio Vito Colacicco

Direttore Generale
Avv. Stefano Rossi



DIREZIONE GENERALE

Piano Straordinario Monitoraggio Diossine e PCB - 2008/2019

Matrici da campionare	Totale campioni effettuati	Totale campioni esitati	Totale campioni non conformi per superamento tenori massimi	Totale campioni sup. Limiti d'azione	Totale campioni conformi	Totale campioni da esitare o non idonei all'analisi
Latte bovino	599	576	8	12	568	23
Latte ovino	479	443	6	10	437	36
Latte caprino	516	483	14	46	469	33
Uova allevamenti rurali	197	184	16	12	168	13
Fegato	84	71	68	0	3	13
Muscolo	93	73	30	0	43	20
Grasso	54	42	26	0	16	12
Foraggi	134	126	0	0	126	8
Prodotti a base di latte	82	71	1	1	70	11
Chioccioline	1	1	0	0	1	0
Mitili	855	838	103	214	735	17
Ostriche	13	9	0	2	9	4
Prodotti della pesca	69	63	0	0	63	6
Foglie di ulivo	33	26	0	8	26	7
Olio	80	78	0	0	78	2
Olive	47	40	0	0	40	7
Ortaggi di terra (cucurbitacee)	22	19	0	0	19	3
Frutta	18	14	0	0	14	4
Vino	8	8	0	0	8	0
Totale campioni	3384	3165	272	305	2893	219

AZIENDA SANITARIA LOCALE TA

Servizio Sanitario Nazionale – Regione Puglia
74121 TARANTO, Viale Virgilio 31 – tel 099/7786111
C.F. p. IVA 02026690731



DIREZIONE GENERALE

CAMPIONAMENTI PER RICERCA CONTAMINANTI AMBIENTALI SETTORE POST PRIMARIO 2018

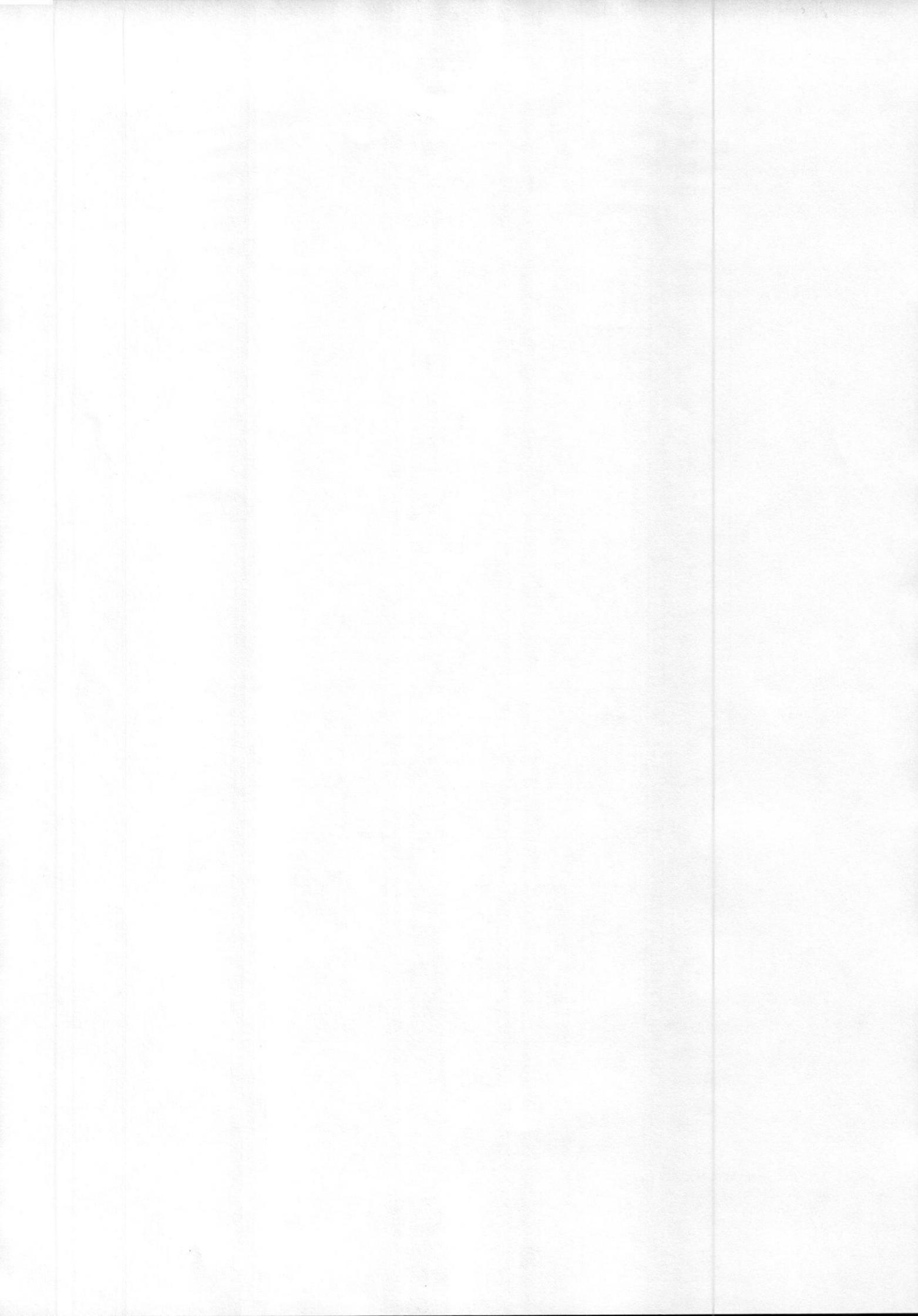
METALLI PESANTI PRODOTTI ITTICI E MOLLUSCHI BIVALVI			METALLI PESANTI ALTRI ALIMENTI (Carni, latte, miele)			DIOSSINE E PCB	
PIOMBO	MERCURIO	CADMIO	PIOMBO	MERCURIO	CADMIO	Carni, latte,ecc	Molluschi bivalvi
7	7	7	16	14	30	6	7
Tutti conformi	Tutti conformi	Tutti conformi	Tutti conformi	Tutti conformi	Tutti conformi	Tutti conformi	di cui 1 campione sfavorevole per superamento dei limiti di legge

PIANO LOCALE CONTROLLI ASL TARANTO - PLC 2018 - RICERCA PIOMBO NEL LATTE CRUDO SPECIE BOVINA, OVINA E CAPRINA COMUNI DI TARANTO E STATTE

N. PROG.	DISTRETTO	CODICE	SPECIE	ORIENTAMENTO PROD.VO	COMUNE	INDIRIZZO	Data prelievo	Verbale	RDP	Data esito	Piombo < 0,020 mg/kg REG. (CE) 1881/2006
2	TARANTO	029TA001	BOVINA	Latte	Statte	SS Appia Km. 640	03/10/2018	345	2018FG10349	11/10/2018	CONFORME
5	TARANTO	027TA021	OVINA	Latte	Taranto	C.da Torre Rossa	31/10/2018	390	2018FG11726	12/11/2018	CONFORME

REG. (CE) N. 854/04 - ANNO 2018

ANALITA	MATRICE	NUMERO DI CAMPIONI PRELEVATI	N. ESITI CONFORMI	N. ESITI NON CONFORMI
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	OSTRICHE	1	1	0
	MITILI	9	9	0
METALLI PESANTI	PESCE	4	4	0
	OSTRICHE	5	5	0
	MITILI	17	17	0
RADIONUCLIDI	OSTRICHE	1	1	0
	MITILI	8	8	0



Rapporto di Valutazione del Danno Sanitario Stabilimento ILVA di Taranto

ai sensi del Decreto Interministeriale 24 aprile 2013

A cura di:
ARPA Puglia – AReSS Puglia – ASL TA

Dicembre 2018

A cura di:

ARPA Puglia: Roberto Giua, Ida Galise, Angela Morabito, Annalisa Tanzarella, Ilenia Schipa, Alessandra Nocioni, Tiziano Pastore, Gaetano Saracino, Maria Serinelli

AReSS Puglia: Lucia Bisceglia, Antonio Chieti, Vito Petrarolo

ASL Taranto: Sante Minerba, Antonella Mincuzzi, Simona Leogrande

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. ACQUISIZIONE DEI DATI CORRENTI: DEFINIZIONE DEL QUADRO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO	6
2.1 ANALISI EMISSIVA	6
2.2 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	14
2.3. CONCLUSIONI SULLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	63
2.4 VALUTAZIONE MODELLISTICA DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA SULL'AREA DI TARANTO	66
2.4.1 VALUTAZIONE MODELLISTICA DEL CONTRIBUTO INDUSTRIALE PRIMARIO SULLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AREA DI TARANTO.....	68
3. VALUTAZIONE DI PRIMO LIVELLO: ESAME DELLA MISURA DELLE CONCENTRAZIONI DEI CONTAMINANTI DI INTERESSE E VALUTAZIONE COMPARATIVA RISPETTO AI LIMITI DI NORMATIVI.....	69
4. ACQUISIZIONE DEI DATI CORRENTI: CARATTERIZZAZIONE SOCIO-DEMOGRAFICA SANITARIA DELLA POPOLAZIONE	71
4.1 L'AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO SENTIERI	72
4.2 L'AGGIORNAMENTO DELLO STUDIO IESIT.....	74
5. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO EPIDEMIOLOGICO: ANALISI DELLA MORTALITÀ E DELL'OSPEDALIZZAZIONE NEL SITO DI INTERESSE NAZIONALE PER LE BONIFICHE DI TARANTO.....	77
5.1 METODI.....	78
5.2 RISULTATI.....	79
5.2.1. MORTALITÀ.....	79
5.2.2 OSPEDALIZZAZIONE.....	80
5.2.3 INCIDENZA NEOPLASTICA.....	81
5.3 CONCLUSIONI SULLA VALUTAZIONE DEL QUADRO EPIDEMIOLOGICO	92
6.CONSIDERAZIONI FINALI	93

1. Premessa

Il presente rapporto è redatto ai sensi del Decreto Interministeriale 24 aprile 2013 “Disposizioni volte a stabilire i criteri metodologici utili per la redazione del rapporto di valutazione del danno sanitario (VDS) in attuazione dell’articolo 1 -bis , comma 2, del decreto-legge 3 dicembre 2012, n. 207, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 dicembre 2012, n. 231”, che prevede l’effettuazione di una Valutazione del Danno Sanitario (VDS) per tutti gli stabilimenti dichiarati di interesse strategico nazionali, identificati caso per caso con DPCM in funzione del numero dei lavoratori occupati e della necessità di salvaguardia dell’occupazione e della produzione (art.1 comma 1 del d. l. 3 dicembre 2012, n.207).

L’effettuazione della VDS del complesso produttivo ILVA, dichiarato “stabilimento strategico di interesse nazionale” dall’art. 3 della l. n. 231/2012, di conversione del d.l. n. 207/2012, è posta in carico all’ARPA Puglia, all’ASL di Taranto e all’AReSS con il coordinamento di ARPA Puglia.

I criteri metodologici sono stati stabiliti nell’Allegato A del sopra-richiamato decreto. Come schematizzato nella flow-chart riportata nell’Allegato A del Decreto, la VDS parte dalla definizione di una fase conoscitiva, sulla base della rassegna dei dati ambientali e sanitari disponibili. Il risultato ottenuto dall’analisi dei dati correnti funge da filtro per la prosecuzione di livelli successivi di approfondimento:

- la **Valutazione di 1° livello** comprende la definizione del profilo di salute della popolazione basato sulle stime più aggiornate di mortalità, ospedalizzazione e incidenza tumorale per la stima del danno attuale, ed una valutazione della qualità ambientale per la stima del danno potenziale;
- in presenza di criticità (profilo di salute che merita approfondimenti e/o un quadro ambientale compromesso) si procede con una **Valutazione di 2° livello** che prevede,

da un lato, l'esecuzione di studi epidemiologici ad hoc (ad esempio di coorte residenziale) e dall'altro la stima dell'esposizione;

- la **Valutazione di 3° Livello**, definita sulla base delle risultanze delle fasi precedenti, prevede il risk assessment.

Eventuali criticità evidenziate esclusivamente da quest'ultimo passaggio possono legittimare la Regione competente a chiedere il riesame ai sensi dell'articolo 29-octies, comma 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in base a quanto previsto dall'art. 1 comma 7 del Decreto-Legge 4 giugno 2013, n. 61, coordinato con la legge di conversione 3 agosto 2013, n. 89.

2. Acquisizione dei dati correnti: definizione del quadro ambientale di riferimento

Al fine di ottemperare a quanto previsto dal punto 2.1 “Acquisizione dei dati correnti” del citato decreto ministeriale si procede, in prima istanza, alla definizione del quadro ambientale di riferimento attraverso un’analisi del quadro emissivo e dello stato della qualità dell’aria nell’area in studio.

2.1 Analisi emissiva

In questo paragrafo si riportano i dati relativi all’ultima versione aggiornata dell’Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera, sviluppato sulla base della metodologia EMEP-CORINAIR¹ attraverso il software IN.EM.AR. ed in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica di settore². Si specifica che le Regioni devono predisporre l’inventario regionale delle emissioni in atmosfera, divenuto un obbligo di legge ai sensi dell’art. 22 del D.lgs. 155/2010, con cadenza almeno triennale ed in corrispondenza della disaggregazione (ogni 5 anni), a livello provinciale, dell’inventario nazionale condotta dall’ISPRA³, attualmente in versione 2015.

Per quanto riguarda la Regione Puglia la versione aggiornata delle stime emissive, in accordo con i riferimenti su richiamati, è l’IN.EM.AR. Puglia 2013⁴, in questo caso declinata sull’area che interessa i comuni di Taranto e Statte.

Quest’area risulta essere caratterizzata da elevate quantità di emissioni in atmosfera generate da attività di tipo industriale, con particolare riguardo agli idrocarburi policiclici aromatici, tra cui il benzo(a)pirene, alle diossine (circa il 28% delle emissioni nazionali⁵),

¹ Il D.lgs. n. 155/2010 individua nel manuale EMEP-CORINAIR, pubblicato sul sito dell’Agenzia Europea dell’Ambiente (nella versione più aggiornata), e nei documenti elaborati dall’ISPRA, il riferimento per la realizzazione di un inventario delle emissioni.

² Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) e Protocollo di Kyoto; Convenzione di Ginevra sull’inquinamento transfrontaliero (UNECE-CLRTAP); Direttiva europea 96/62; DM 261/2002 - ALLEGATO 2 (art. 4, comma 1, lettera b) - Criteri per la redazione di inventari delle emissioni; Art. 22 del D.lgs. 155/2010 e Appendice V (articolo 22, comma 3) - Criteri per l’elaborazione degli inventari delle emissioni; Legge Regionale 30 novembre 2000, n. 17 - Titolo IV - Inquinamento Atmosferico - Art. 15 comma g); DGR 30 06 2009 n. 1111 - Approvazione schema di convenzione con Arpa Puglia in materia di gestione, implementazione e aggiornamento delle banche dati sulle emissioni in atmosfera e dei relativi strumenti (IN.EM.AR., C.E.T., INES)

³ Disaggregazione dell’inventario nazionale anni 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 (<http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/inventaria>)

⁴ <http://www.inemar.arpa.puglia.it/> - Inemar 2013

⁵ Fonte E-prtr (<https://prtr.eea.europa.eu/#/pollutantreleases>)

come del resto riportato dalle banche dati emissive nazionali (ISPRA) e internazionali (E-PRTR).

L'inventario locale, costruito con un approccio *bottom-up*, è stato integrato da dati specifici derivanti da diverse fonti e database emissivi locali e nazionali (dati S.M.E., misure e controlli ARPA, E-PRTR, Emission Trading, C.E.T., ecc.) e da una serie di informazioni necessarie alla caratterizzazione spaziale e temporale relativa al focus sul territorio di interesse. Le attività responsabili della formazione di emissioni possono avere natura antropogenica (legate cioè a processi industriali, ai trasporti, ai rifiuti, ecc.) o biogenica (legate all'erosione del suolo, all'attività della flora e della fauna, alle eruzioni vulcaniche, ecc.). La varietà e la numerosità di tali attività emissive hanno portato alla necessità di elaborare delle codifiche che ne permettessero una classificazione univoca nell'ambito della predisposizione degli inventari. La nomenclatura utilizzata a livello europeo è quella EMEP-CORINAIR che classifica le attività secondo la SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution). Seguendo la metodologia internazionalmente accettata, nel seguito le emissioni sono state raggruppate e sono stati riportati i dati al fine di fornire un quadro emissivo generale dell'area, per alcuni inquinanti principali.

Tabella 2.1.1 Emissioni totali annue (2013) in atmosfera da vari sorgenti nell'area in studio⁶

TARANTO E STATTE	SO2	NOx	COV	CH4	CO	CO2	N2O	NH3	PM2.5	PM10	PTS	CO2eq	Precurs. O3	Tot. acidif. (H+)
	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	t/anno	kt/anno	t/anno	kt/anno
1 - Produzione energia e trasformazione combustibili	6310	3831	132	83	10100	9762	80	105	78	111	218	9788	5918	287
2 - Combustione non industriale	5	94	416	72	1198	116	5	2	78	81	84	120	664	2
3 - Combustione nell'industria	nd	4641	1412	2333	77868	4074	53	54	72	182	427	4140	15672	236
4 - Processi produttivi	48	42	519	1076	36	267	nd	7	453	534	679	290	590	3
5 - Estrazione e distribuzione combustibili	nd	nd	1392	447	nd	nd	nd	nd	15	46	129	10	1398	nd
6 - Uso di solventi	nd	nd	6125	nd	nd	nd	nd	nd	3	3	18	0	6125	nd
7 - Trasporto su strada	1	972	480	31	2428	241	9	19	52	70	88	244	1934	23
8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	2177	2715	334	nd	361	137	nd	nd	229	254	453	137	3685	127
9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	1	13	2	6937	7	41	8	nd	1	1	2	188	116	nd
10 - Agricoltura	nd	1	284	25	1	nd	7	24	nd	nd	nd	3	285	1
11 - Altre sorgenti e assorbimenti	2	12	112	25	329	1	nd	2	3	37	57	2	162	0,4
Totale	12.759	12.322	11.207	11.028	92.328	14.639	161	213	987	1.318	2.154	14.921	36.550	679

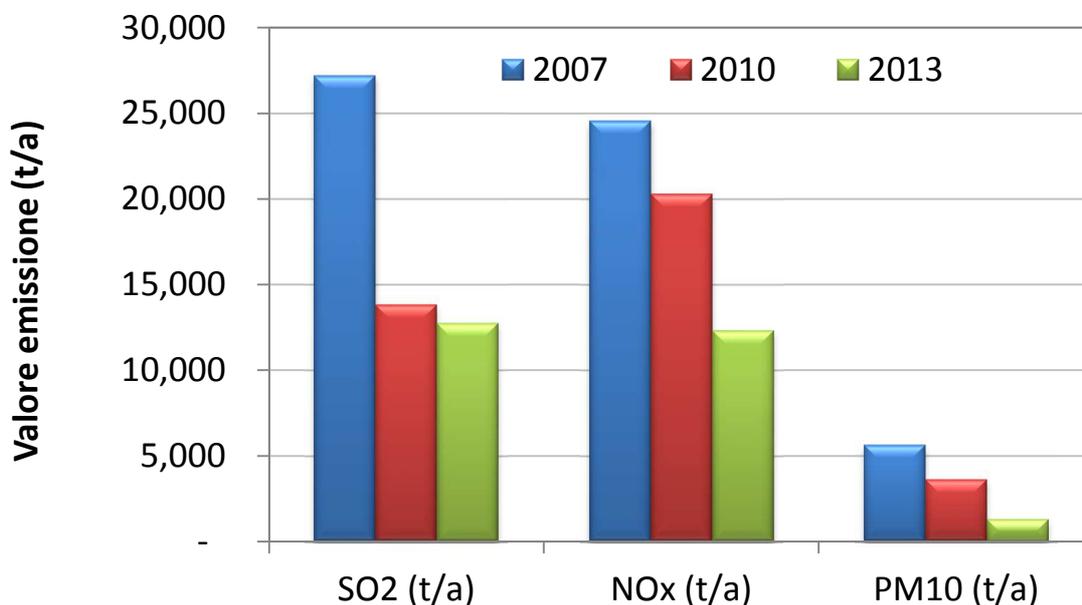
Fonte: Regione Puglia/ARPA Puglia - elab. Centro Regionale Aria - Inemar Puglia - Inventario 2013

⁶ I dati rappresentano le emissioni massicche annue e non i dati di monitoraggio di qualità dell'aria (immissioni). L'area di studio è costituita dai comuni di Taranto e Statte.

Un'analisi degli andamenti emissivi, relativamente agli ultimi anni (2007-2010-2013) in cui è stato redatto l'inventario delle emissioni in atmosfera regionale, mostra chiaramente, ed in linea con la tendenza nazionale ed internazionale, una progressiva riduzione delle emissioni degli inquinanti principali (gas climalteranti e polveri) probabilmente dovuta alla congiunturale crisi economica-industriale. Occorre tuttavia porre attenzione alla distribuzione delle sorgenti emissive sul territorio: alcune zone della regione mostrano elementi di criticità (concentrazione di sorgenti industriali), come nel caso di specie (Taranto).

Nel seguito si mostra un grafico esemplificativo, in tal senso, per alcuni macroinquinanti selezionati.

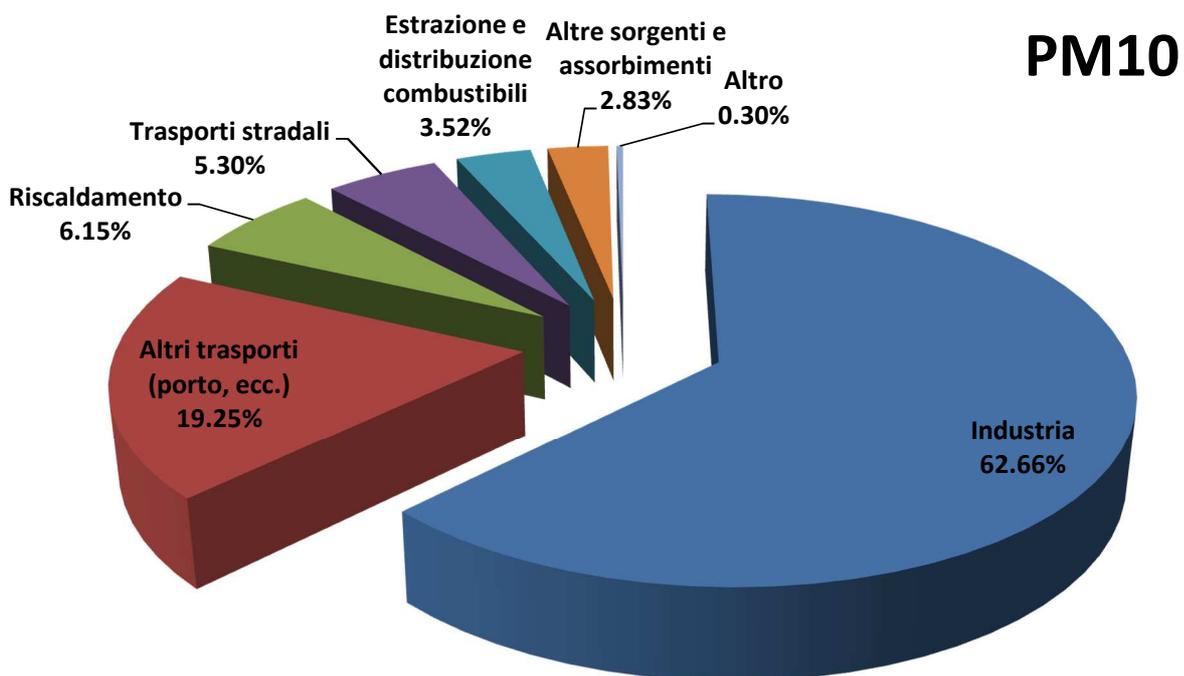
Figura 2.1.2 Andamento delle emissioni massiche di SO₂, NO_x e PM₁₀ dal 2007 al 2013 nei comuni di Taranto e Statte



Risulta evidente come il trend sia caratterizzato da una riduzione, in generale per tutti gli inquinanti selezionati. Per le polveri (PM₁₀), si evince una progressiva riduzione dopo il 2007 (-36% nel 2010 e -64% nel 2013, rispetto al 2007). Nel caso dell'SO₂ la riduzione è maggiormente marcata nel passaggio fra il 2007 e il 2010 mentre risulta meno evidente fra

il 2010 e il 2013; ciò è probabilmente dovuto alla riduzione della concentrazione di zolfo nei combustibili (in particolare nei combustibili marini, con l'entrata in vigore di limitazioni internazionali in tal senso, a partire dal 2010). Per quanto riguarda gli NOx, il trend di riduzione è simile al dato regionale e nazionale, imputabile ad una progressiva riduzione delle emissioni industriali ed anche probabilmente dovuto al graduale rinnovo del parco veicoli stradali circolante, tendenzialmente orientato verso classi emissive meno impattanti. Sempre a titolo esemplificativo si riportano, per il PM10, le quote relative ai diversi comparti emissivi considerati per il 2013 (Fig. 2.1.3).

Figura 2.1.3 Contributo percentuale dei vari comparti alle emissioni di PM10 nel 2013, per i comuni di Taranto e Statte



Si specifica che in "altri trasporti" sono comprese le emissioni provenienti dai porti oltre che di ferrovie, mezzi off-road, ecc. Dalla Figura 2.1.3 si nota come, per quanto riguarda le polveri (PM10), la distribuzione di emissione tra i vari comparti segue essenzialmente quest'ordine:

industria (attività emissiva principale, >62%) → altri trasporti (prevalentemente emissioni portuali) → riscaldamento → trasporti stradali → altre emissioni meno rilevanti.

Scendendo nel dettaglio, si analizzano nel seguito le principali fonti costituenti lo scenario emissivo presentato per l'area di interesse: a) Industria, b) Altri trasporti, c) traffico stradale e d) riscaldamento.

a) Industria

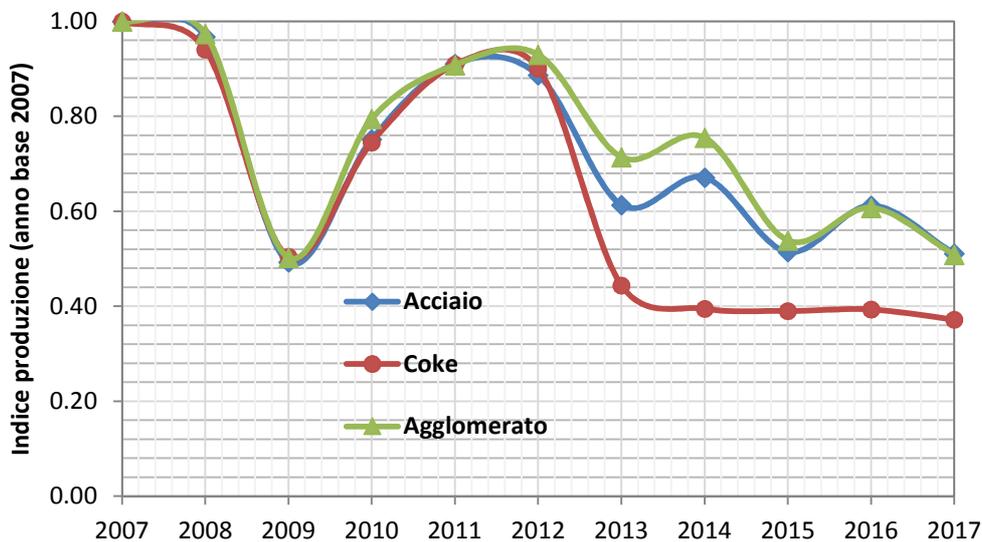
Per quanto concerne le emissioni derivanti dalle sorgenti industriali nel 2013, per definire il quadro emissivo di area, sono state prese in considerazione le principali aziende presenti: ILVA S.p.A. - TA, ENI S.p.A. - TA, Taranto Energia S.r.l., CEMENTIR S.p.A., ENI-ex ENIPOWER-TA, CBMC S.r.l., AMIU S.p.A., ITALCAVE S.p.A., VERGINE S.p.A..

Dall'analisi dei dati emissivi disponibili si evince come il 56% ca. del PM₁₀ emesso da tutte le sorgenti (antropiche e non), nell'area in esame, ha origine collegata al complesso siderurgico ILVA, che rappresenta da solo, inoltre, l'88% ca. di tutto il PM₁₀ emesso dall'intero comparto industriale di area.

Per quanto riguarda alcuni microinquinanti organici quali il benzo(a)pirene (BaP) e le diossine (PCDD/F) ad ILVA è attribuibile una quota parte superiore al 99% di dette emissioni, relativamente al comparto industriale.

Ai fini della presente VDS, considerando nello specifico il polo siderurgico, per una corretta interpretazione dei dati emissivi oltre che dello stato di qualità dell'aria, si mostra un grafico riassuntivo riportante l'andamento dell'indice delle produzioni principali (coke, agglomerato, acciaio) ILVA, rapportate ad un anno base, il 2007, in cui i livelli produttivi rappresentano valori elevati rispetto allo storico.

Figura. 2.1.4 Trend delle produzioni di coke, agglomerato e acciaio del polo siderurgico con riferimento all'anno base 2007 (Fonte: Registro E-PRTR, Catasto Emissioni Territoriali)



Si evince come i livelli produttivi si siano ridotti dopo il 2012, a parte l'anno 2009 caratterizzato da una crisi produttiva acuta, e che, in particolare, vi sia stato un notevole decremento della produzione di coke (tra le principali sorgenti emissive di IPA e Benzene dello stabilimento), quest'ultima rimasta sostanzialmente invariata dal 2013 al 2017, in accordo con le fermate e/o il previsto rifacimento di alcuni gruppi di batterie. Se le produzioni di acciaio-agglomerato si sono ridotte sino a circa il 50% rispetto all'anno base, il coke è sceso sotto il 40% della produzione 2007.

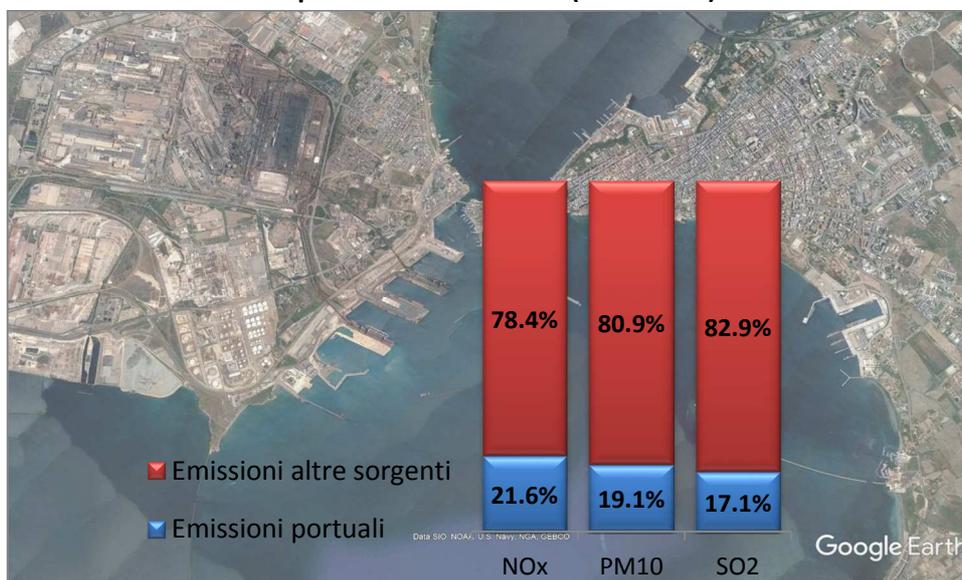
b) Altri trasporti

In questa macro-voce, le principali emissioni sono attribuibili, per l'area in esame, alle emissioni originate dai porti, e riguardano le emissioni navali dovute essenzialmente alle fasi di manovra e di stazionamento (la fase con maggiori emissioni) delle imbarcazioni. In particolare si stimano le emissioni dettagliate per: inquinante, porto e relativo comune, tipologia di combustibile, attività SNAP, tipo di imbarcazione, tipo di motore, fase di operazione, stazza della imbarcazione e tipologia di servizio del motore (es: principale o ausiliario). La metodologia implementata permette di stimare le emissioni dalle attività di

navigazione utilizzando, ove possibile, l'algoritmo di massimo dettaglio (*tier 3*) riportato nell'EMEP-EEA Guidebook. Quindi, l'approccio di stima utilizzato per i principali porti pugliesi, compreso Taranto, è stato di tipo *bottom-up* a partire da una base informativa di dati opportunamente predisposta e richiesta agli enti locali interessati (Capitaneria di Porto, Autorità Portuale). L'indicatore principale considerato è il consumo di combustibile delle varie tipologie di imbarcazioni nelle diverse fasi operative.

L'elaborazione dei dati specifici per il porto di Taranto (dove si ricorda che attraccano navi di grandi dimensioni per il carico/scarico di merci connesse al comparto industriale) relativamente al 2013 ha messo in evidenza un contributo di questo tipo di sorgente emissiva non trascurabile in termini di NO_x (21,6%), PM₁₀ (19,1%), SO₂ (17,1%), rispetto al totale delle relative emissioni da tutte le sorgenti nell'area in esame.

Figura. 2.1.5 Contributo percentuale delle emissioni del porto di Taranto per selezionati inquinanti, rispetto al totale di area (anno 2013)



c) Riscaldamento

Per quanto riguarda le emissioni diffuse dovute al comparto riscaldamento (combustione non industriale, codice SNAP 02), esse sono state calcolate a livello comunale, in base al tipo di combustibile utilizzato per riscaldare gli ambienti e come prodotto dell'energia consumata per tipo di combustibile e dei relativi fattori di emissione.

L'elaborazione dei dati per il 2013 mostra come questo comparto influenzi, per l'area considerata, essenzialmente gli inquinanti PM₁₀ (6,1%), COV (3,7%) e N₂O (3,1%), mentre rappresenti valori pari o inferiori al 1% per gli altri contaminanti, sul totale delle emissioni di area.

d) Traffico stradale

Le emissioni dovute al traffico stradale sono state stimate con l'applicazione del modello COPERT IV (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport), indicato dalla metodologia CORINAIR (EEA). La metodologia prevede il calcolo delle emissioni a partire da fattori di emissione per categorie di veicoli, in determinate condizioni di traffico, in funzione del combustibile, della classe di emissione, tipologia di strada, marcia, ecc. Sono, quindi, stimati i contributi alle emissioni del traffico sia di tipo diffuso (inteso come urbano, basato sul parco auto e i consumi di combustibile) sia del traffico lineare (inteso come extraurbano, basato sui flussi di traffico). L'aggiornamento disponibile è, anche in questo caso, al 2013. Le principali infrastrutture di trasporto considerate per il calcolo delle emissioni nell'area in oggetto sono state: la strada statale Jonica SS106, che collega le città di Taranto e Reggio Calabria, la strada statale 100 Bari–Taranto e la strada statale SS7, oltre al resto della rete stradale locale.

Figura 2.1.6 Grafo regionale utilizzato per la stima dei flussi di traffico con dettaglio sull'area in studio



L'elaborazione dei dati del 2013 mostra, relativamente al traffico (urbano ed extraurbano), e rispetto alla totalità delle emissioni di area, contributi emissivi per l'NH₃ (8,9%), NO_x (7,9%), N₂O (5,6%), PM₁₀ (5,3%), COV (4,3%), CO (2,6%) e quote minori per gli altri inquinanti.

2.2 Stato della qualità dell'aria

I dati di qualità dell'aria provengono dalle reti di monitoraggio pubbliche e private gestite da ARPA Puglia.

La rete di monitoraggio pubblica della qualità dell'aria nell'area oggetto di questo report (Fig. 2.2.1) comprende le stazioni di monitoraggio elencate in tabella 2.2.1.

I dati rilevati dalle reti sono disponibili sul sito web di ARPA Puglia (<https://www.arpa.puglia.it/web/guest/qaria>).

Come fatto nel caso del precedente report per la VDS di Ilva, di seguito sono prese in considerazione le stazioni di monitoraggio rappresentative del comune di Taranto, la cui collocazione è confacente ai criteri di normativa.

Si riportano anche alcune serie storiche degli anni precedenti per l'analisi dell'andamento delle concentrazioni nei siti fissi ricadenti nei comuni dell'area a rischio della provincia di Taranto.

Gli andamenti delle concentrazioni negli anni degli inquinanti nei siti di monitoraggio sono ampiamente rappresentati e valutati nei report annuali della qualità dell'aria che ogni anno vengono predisposti da Arpa e pubblicati sul sito (http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti_anuali_qa).

Figura 2.2.1- Localizzazione delle centraline di qualità dell'aria site a Taranto e gestite da Arpa Puglia

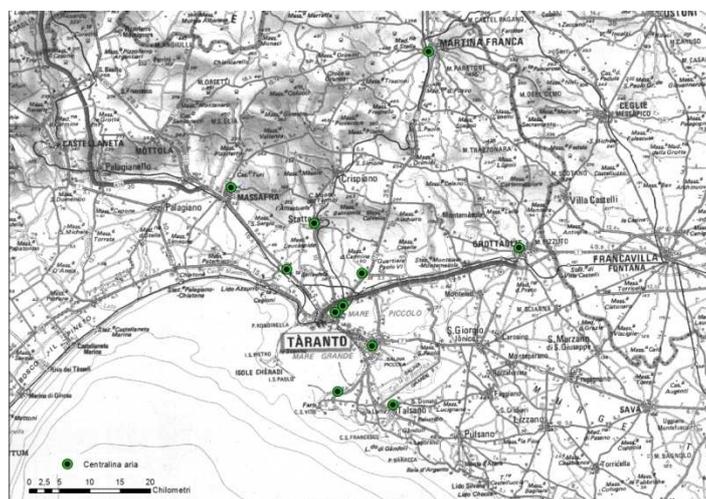


Tabella 2.2.1- Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria a Taranto

PROV	COMUNE	STAZIONE	TIPO STAZIONE	E (UTM33)	N (UTM33)	PM10	PM2,5	NO2	O3	C6H6	CO	SO2	
TA	Taranto	Machiavelli	Industriale	688642	4484370	x	x	x		x	x	x	
		Archimede	Industriale	689238	4485033	x	x	x			x	x	
		Via Alto Adige	Traffico	691924	4481337	x	x	x		x	x	x	
		Paolo VI CISI	Industriale	690889	4488018	x	x	x		x	x	x	
		Colonia San Vito	Fondo	688778	4477122	x		x				x	
	Statte	Talsano - via U. Foscolo	Fondo	693783	4475985	x		x	x				x
		SS7 per Massafra - Ponte Wind	Industriale	684114	4488423	x		x					x
	Grottaglie	via delle Sorgenti	Industriale	686530	4492525	x		x	x			x	x
		Grottaglie	Fondo	705279	4490271	x		x	x				
	Martina Franca	Martina Franca	Traffico	697012	4508162	x		x			x		
Massafra	Massafra- via Frappietri	Industriale	679111	4495815	x		x			x		x	

Sono state effettuate da Arpa anche ulteriori campagne di monitoraggio della qualità dell'aria a Taranto nel corso del 2017, anche all'interno delle scuole del quartiere Tamburi e in occasione di eventi di *Wind days*. Si inseriscono in allegato al presente rapporto tutte le

relative relazioni tecniche predisposte dall'Agenzia, dove sono descritte dettagliatamente le modalità operative e gli esiti analitici rilevati (Allegati 1- 13).

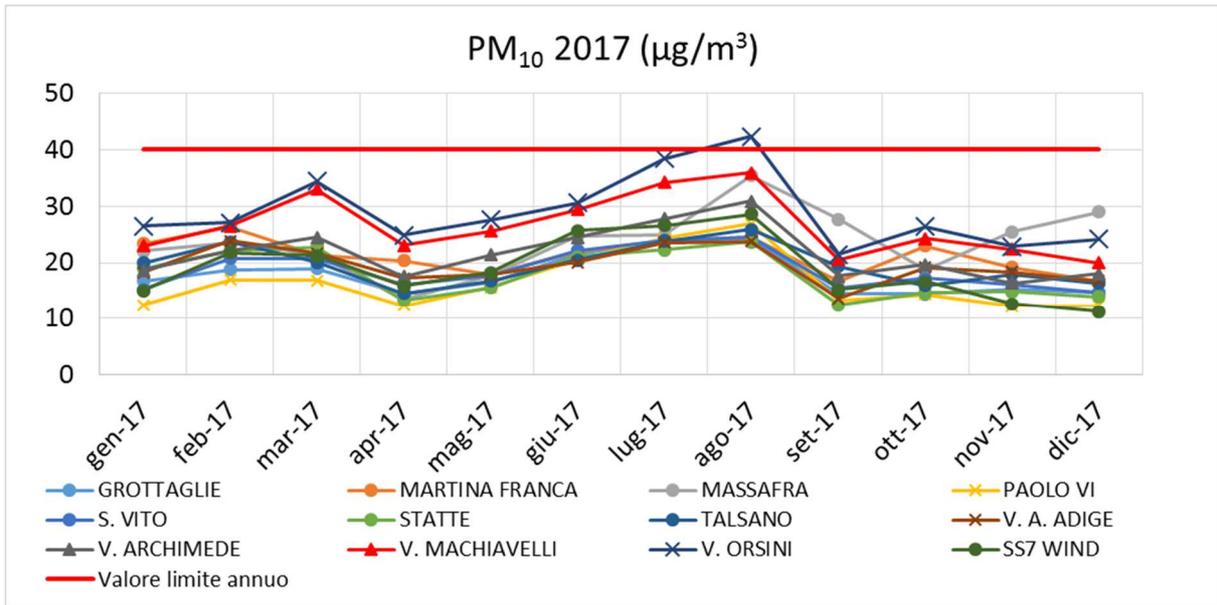
PM₁₀

In tabella 2.2.2 sono riportate le medie mensili e la media annuale di PM₁₀ (µg/m³) del 2017 misurate a Taranto e a Statte, a confronto con il valore limite sulla media annuale previsto dal D.Lgs. 155/2010.

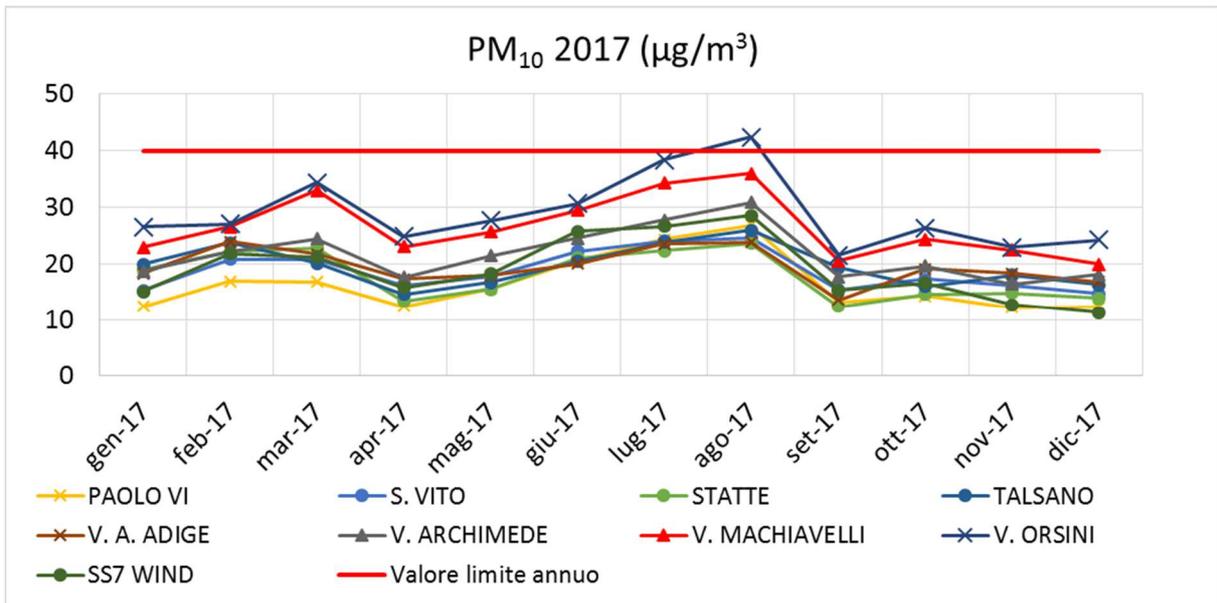
Tabella 2.2.2- medie mensili di PM₁₀ anno 2017

	GROTTAGLIE	MARTINA FRANCA	MASSAFRA	PAOLO VI	S. VITO	STATTE	TALSANO	V. A. ADIGE	V. ARCHIMEDE	V. MACHIAVELLI	V. ORSINI	SS7 WIND
Gennaio	17	23	22	12	15	19	20	18	19	23	27	15
Febbraio	19	26	24	17	21	22	24	24	22	27	27	22
Marzo	19	21	21	17	21	23	20	22	24	33	34	21
Aprile	14	20	14	12	16	13	15	17	18	23	25	16
Maggio	16	18	18	16	18	16	17	18	21	26	28	18
Giugno	22	22	25	21	22	21	20	20	25	29	31	26
Luglio	24	24	25	24	24	22	24	24	28	34	38	27
Agosto	24	25	35	27	24	24	26	24	31	36	42	29
Settembre	15	17	28	13	15	12	19	14	18	21	22	15
Ottobre	14	23	19	14	17	15	16	19	20	24	26	17
Novembre	15	19	25	12	16	15	18	18	16	22	23	13
Dicembre	15	17	29	12	15	14	16	17	18	20	24	11
MEDIA ANNUALE	18	21	24	16	19	18	20	20	22	26	29	19
MASSIMO ANNUALE	24	26	35	27	24	24	26	24	31	36	42	29
Valore limite annuale D. Lgs	40											

Figura 2.2.2 a – andamento delle medie mensili di PM₁₀ Anno 2017



Taranto – Provincia

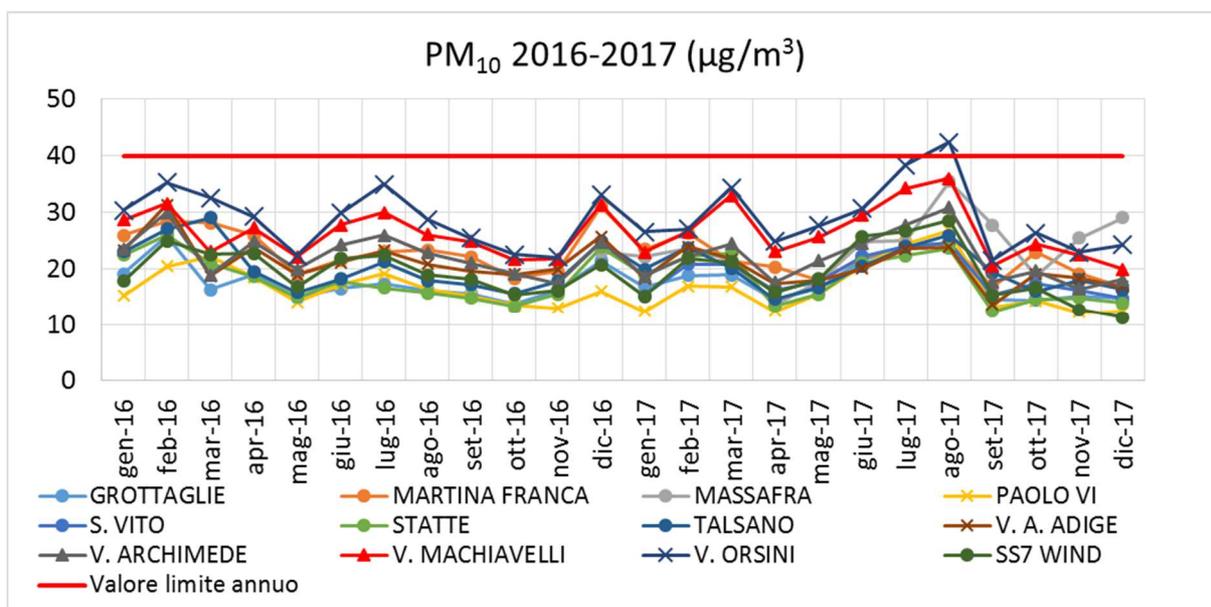


Taranto - Comune

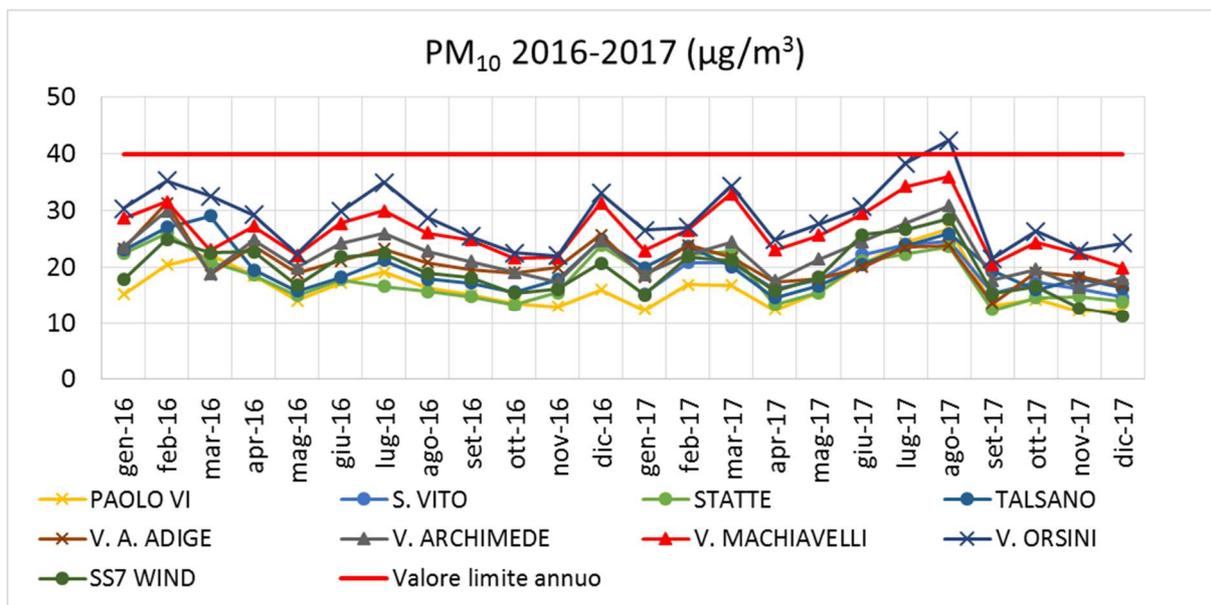
Si osserva come le concentrazioni di PM₁₀ nel 2017 tendano ad aumentare nei mesi di luglio-agosto (in tutte le centraline) e nel periodo invernale (marzo e dicembre, in quasi tutte le centraline), con maggiore evidenza nelle cabine del quartiere Tamburi. La stagionalità di quanto sopra riportato negli altri siti si riscontra anche valutando la distribuzione del numero

dei superamenti del limite giornaliero del PM₁₀ nell'arco dell'anno 2017. Tale andamento stagionale si riscontrava anche negli anni precedenti.

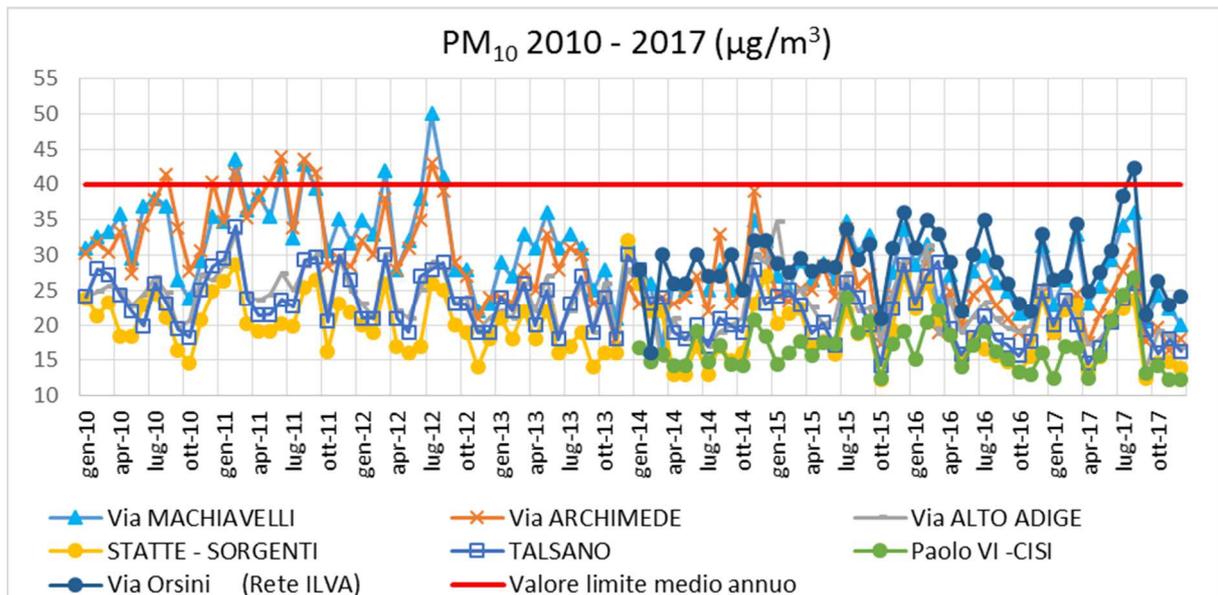
Figura 2.2.b – medie mensili di PM₁₀ - periodo 2010-2017



Taranto – Provincia



Taranto - Comune



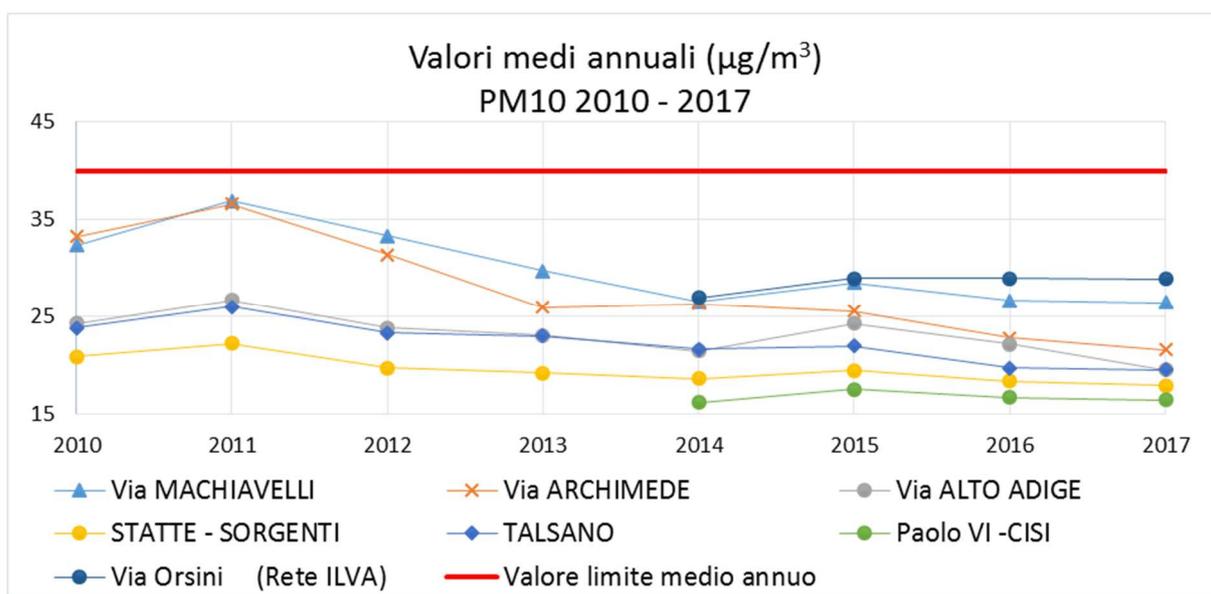
Si osserva come nel 2017 le concentrazioni medie mensili di PM₁₀ sono costantemente comprese nell'intervallo 10 ÷ 45 µg/m³ con una diminuzione per tutte le stazioni nei mesi di aprile e di settembre in cui si registrano i livelli più bassi. In ogni caso, in nessun sito del comune di Taranto viene superato il valore limite previsto dal D.Lgs. 155/2010 sulla media annuale, pari a 40 µg/m³; nella sola centralina di Via Orsini il valore medio mensile di agosto è pari a 42 µg/m³, superiore a detto limite (che però è riferito alla media annuale).

In figura 2.2.3 sono mostrati gli andamenti delle concentrazioni medie annuali di PM₁₀ dal 2010 al 2017 nel Comune di Taranto, in particolare nelle centraline QA poste in Via Machiavelli, Via Archimede, Via Alto Adige, Via Orsini, Statte, Talsano e Paolo VI. E' evidente come le concentrazioni annuali di PM₁₀ mostrino un decremento a partire dal 2011, particolarmente evidente nelle stazioni del quartiere Tamburi. Tale diminuzione può essere dovuta, oltre alla riduzione della produzione industriale degli ultimi anni, a una serie di misure di risanamento messe in atto a partire da settembre 2012 e volte a limitare il carico emissivo industriale nei cosiddetti "Wind days", giorni di elevata ventosità, in cui l'agglomerato urbano si trova sottovento al polo industriale.

Dal 2014 al 2015 si riscontra un incremento dei valori medi annuali per tutte le stazioni tranne che in Via Archimede e a Talsano. È opportuno far presente che si è osservato

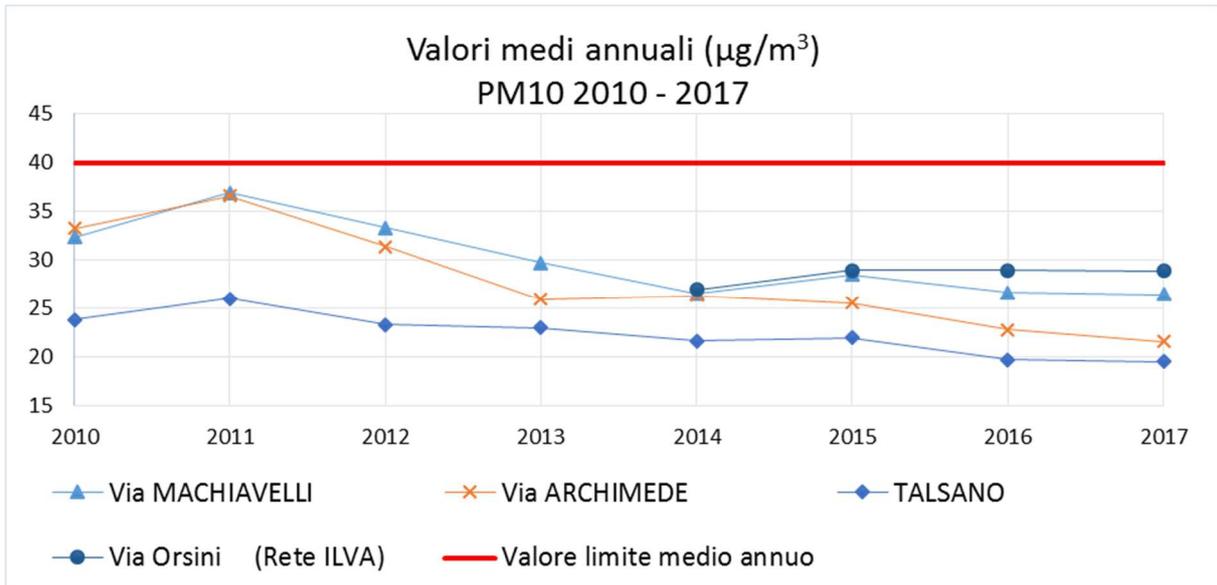
l'aumento delle medie annuali di PM₁₀ dal 2014 al 2015 in tutte le centraline della rete regionale, in un intervallo di 2 ÷ 5 µg/m³ e questo è stato pertanto un fenomeno diffuso su tutto il territorio regionale. Dal 2015 al 2016, si osserva una lieve diminuzione delle concentrazioni medie annue in tutti i siti, mentre nel 2017 si riscontra una stabilizzazione dei valori del 2016 con una lieve diminuzione per le stazioni di Via Archimede e Via A. Adige.

Figura 2.2.3 – medie annue di PM₁₀ (µg/m³) dal 2010 al 2017



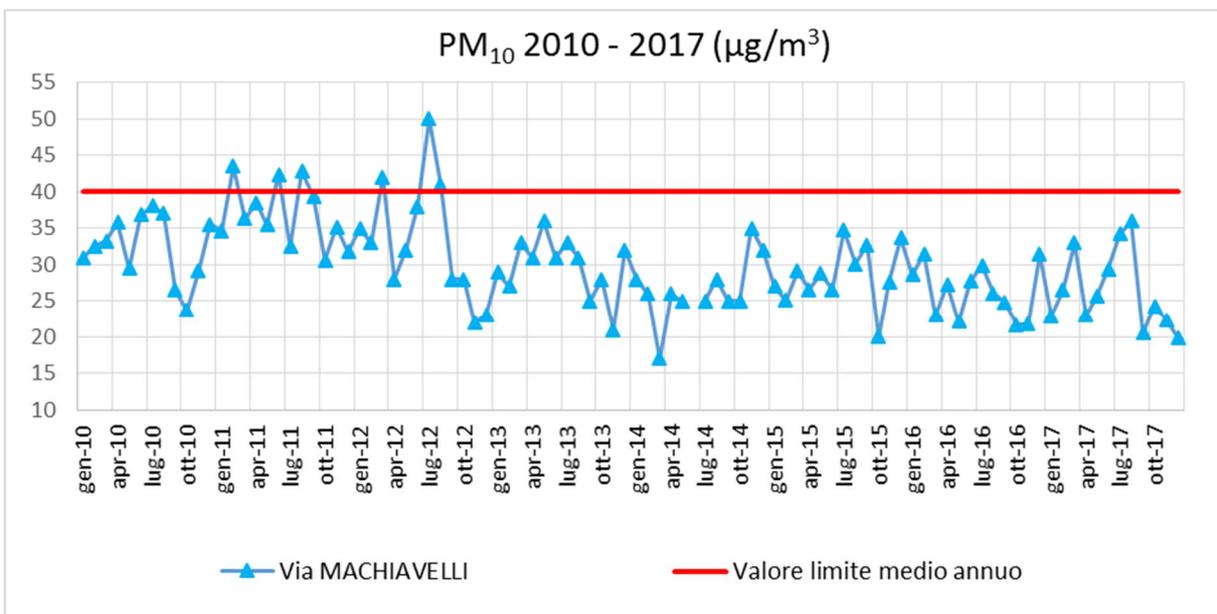
In figura 2.2.4 sono mostrati gli andamenti delle concentrazioni medie annuali di PM₁₀ dal 2010 al 2017 delle sole stazioni della RRQA presenti nel quartiere Tamburi (in Via Machiavelli, Via Archimede e Via Orsini) a confronto con quella di Talsano (classificata come fondo suburbano, in Via U. Foscolo), che risulta essere stata costantemente più bassa.

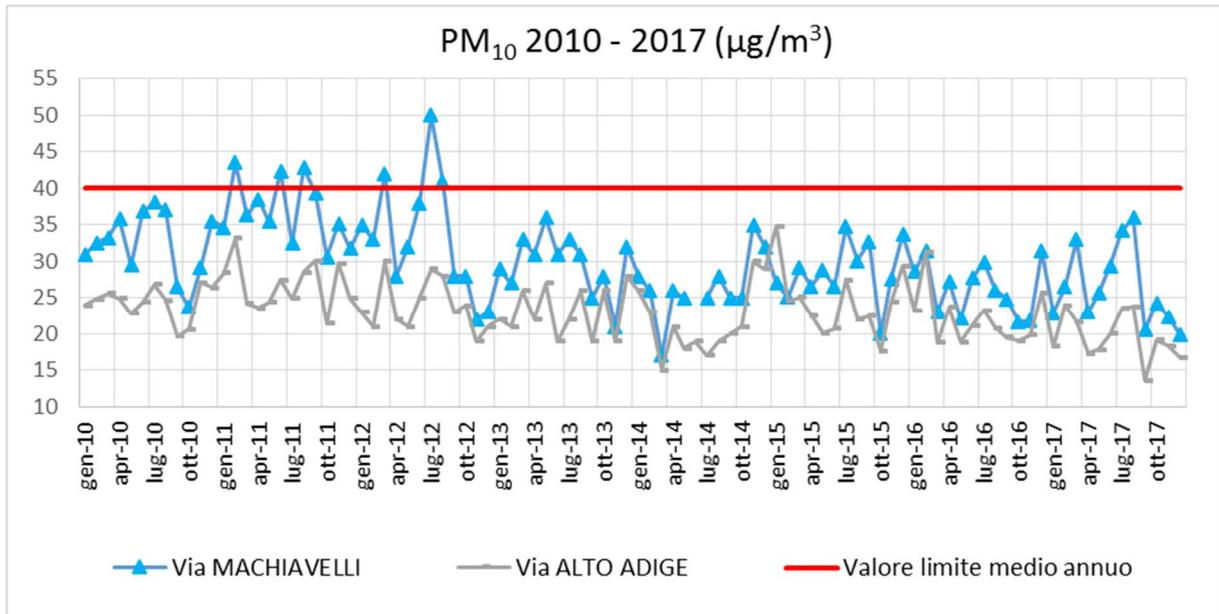
Figura 2.2.4 – medie annue di PM₁₀ (µg/m³) dal 2010 al 2017



Si riporta di seguito il grafico degli andamenti delle medie mensili di PM₁₀ nei siti di Via Machiavelli (industriale) e di Via Adige (urbano) dal 2010 al 2017.

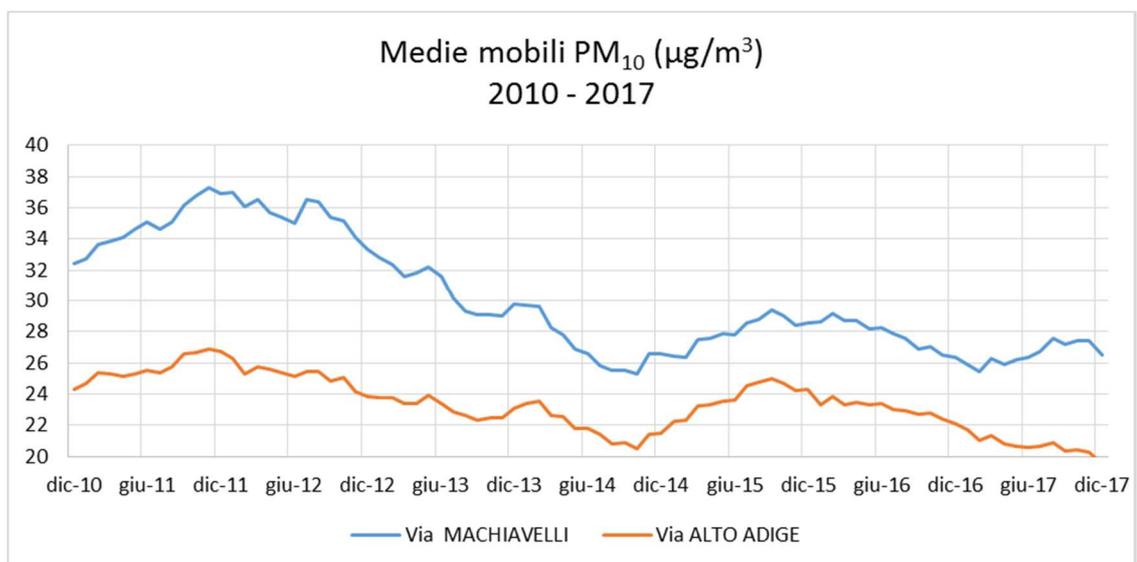
Figura 2.2.5 – medie mensili di PM₁₀ in Via Machiavelli-Via A. Adige dal 2010 al 2017





Di seguito il grafico degli andamenti delle medie mobili di PM₁₀ nei siti di Via Machiavelli e di Via Alto Adige a confronto tra loro, dal 2010 al 2017. In Via Machiavelli i valori sono risultati costantemente più alti.

Figura 2.2.6 - medie mobili di PM₁₀ in Via Machiavelli e in Via A. Adige dal 2010 al 2017



Nella seguente tabella sono riportati i superamenti del valore limite sulla media giornaliera di PM₁₀ (pari a 50 µg/m³) per centralina e per mese, al lordo delle polveri sahariane, registrati nel corso dell'anno 2017, inclusi quelli dell'unica centralina della rete Ilva esterna all'area dell'impianto, posta in Via Orsini (rete ILVA) nel Q.re Tamburi. La soglia massima di superamenti del VL medio giornaliero di PM₁₀ consentita dal DLgs 155/2010 è pari a 35.

Tabella 2.2.3 - Numero di superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ al lordo delle Sahariane

Superamenti del limite giornaliero del PM ₁₀	Via Machiavelli	Via Archimede	Via A. Adige	Statte Via delle Sorgenti	Talsano	Paolo VI CISI	Via Orsini (Rete ILVA)	San Vito	Statte SS7 ponte Wind
Gennaio	2	0	0	1	0	0	0	0	0
Febbraio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Aprile	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maggio	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Luglio	3	0	0	0	0	0	5	0	1
Agosto	1	0	1	0	0	0	7	0	2
Settembre	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Ottobre	1	0	0	0	0	0	2	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dicembre	0	1	0	0	0	0	0	0	0
N° superamenti annuali	8	1	1	1	2	0	18	0	3
Valore limite annuale D. Lgs 155/2010	35								

Figura 2.2.7a - Numero mensile di superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ al lordo delle sahariane nel 2017

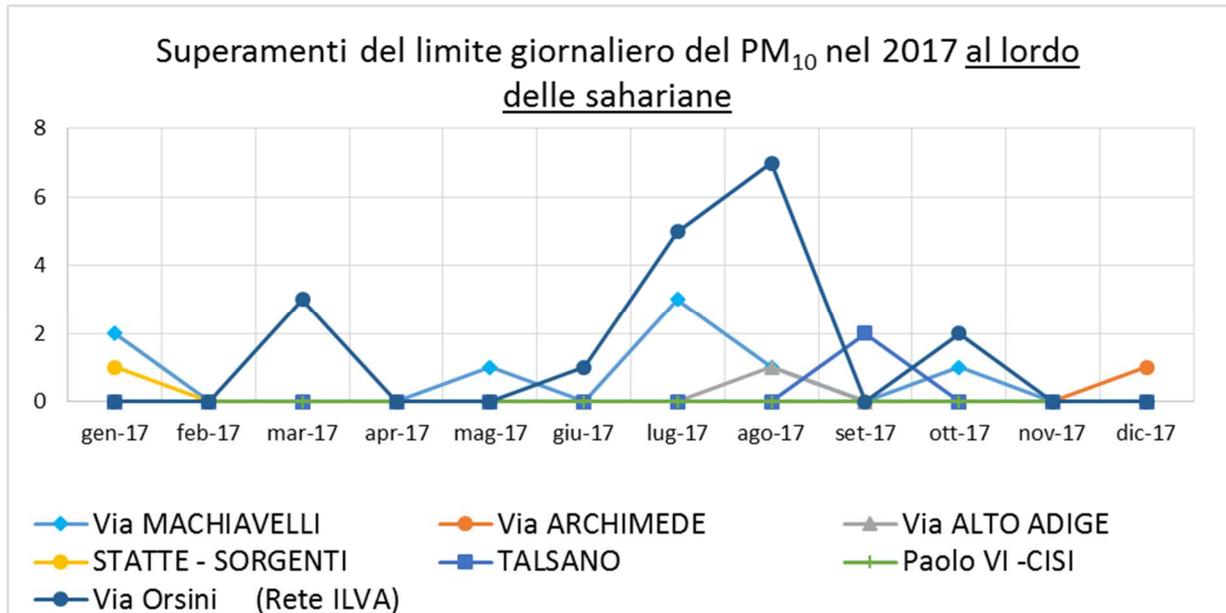


Figura 2.2.7b - Numero mensile di superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ 2014-2017 al lordo delle sahariane

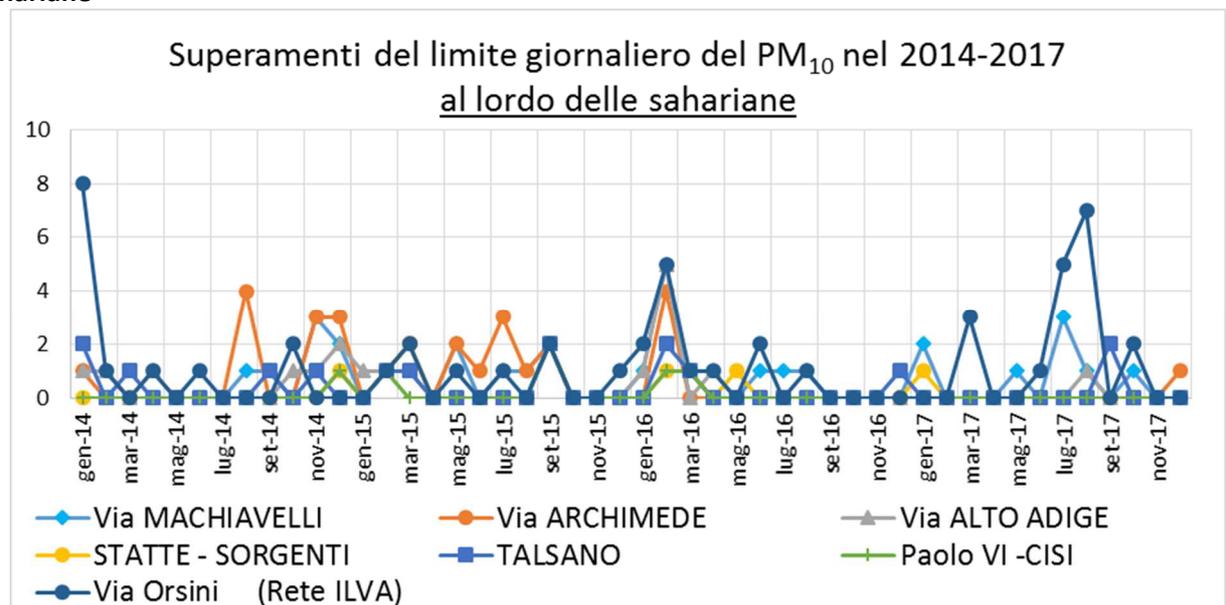
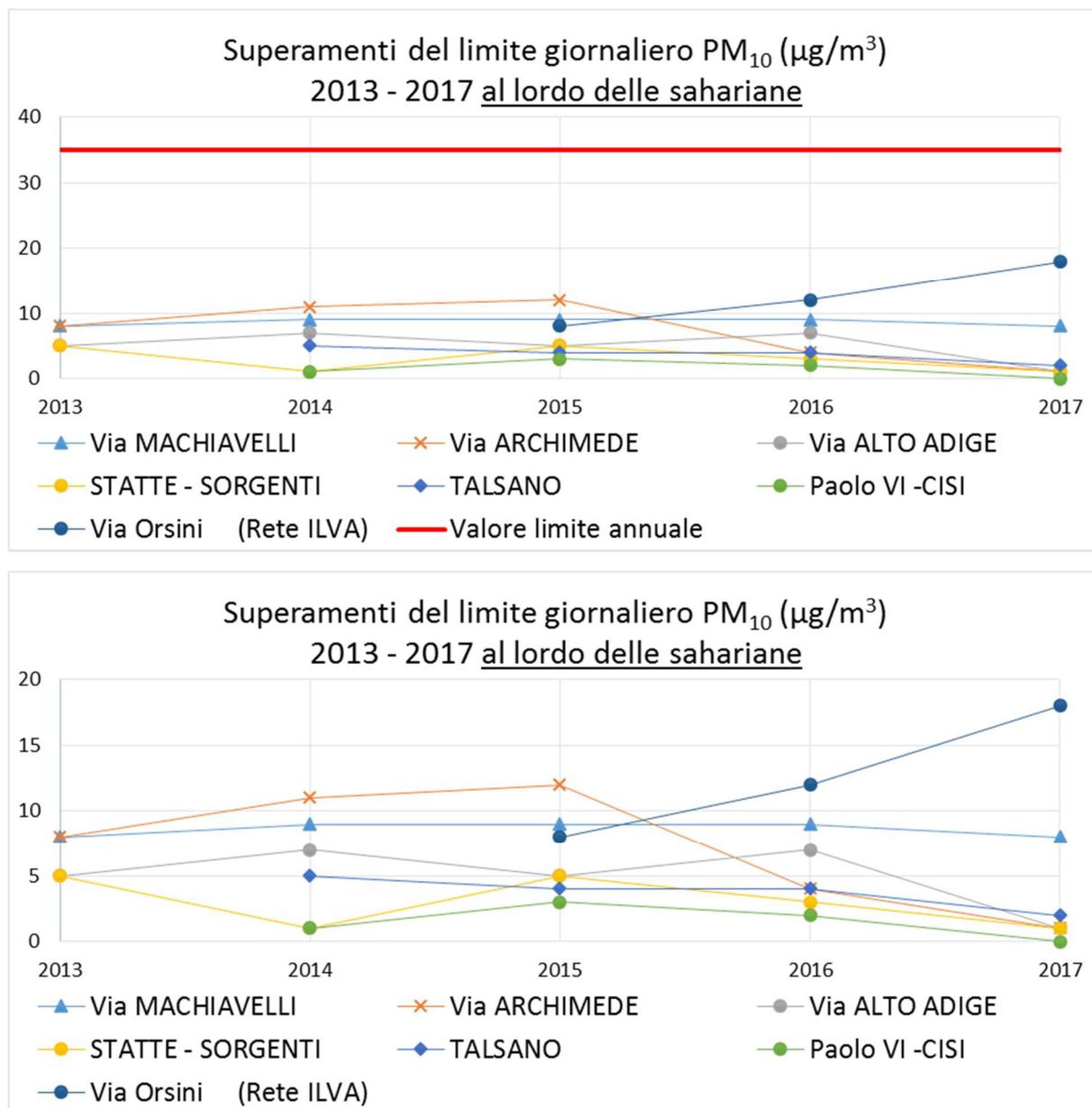


Figura 2.2.8 - Numero di superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ 2013 – 2017 al lordo delle sahariane



Il rispetto del limite di superamenti giornalieri per il PM₁₀ trova riscontro anche considerando il numero di superamenti dei valori normativi, al netto di quelli derivanti dai fenomeni di avvezione sahariana. Infatti, la Direttiva sulla qualità dell'aria 2008/50/CE permette agli Stati membri di sottrarre il contributo delle fonti naturali dai livelli di PM₁₀, prima di confrontare questi ultimi ai limiti di legge. Le fonti naturali prese in considerazione sono: il trasporto di particolato da regioni aride, lo spray marino, le eruzioni vulcaniche e

attività sismiche, gli incendi naturali. Gli eventi di avvezioni sahariane sono stati individuati mediante le carte elaborate dal modello Prev'Air e le back-trajectories del modello HYSPLIT. In accordo alla Direttiva sulla Qualità dell'Aria 2008/50/CE, per tali giorni sarà effettuato lo scorporo del contributo naturale dalla concentrazione di PM₁₀ registrata.

Nella tabella seguente si riporta il numero complessivo di superamenti registrato in tutte le centraline per ogni anno, al netto degli eventi di superamento legati al *saharan dust* (il numero massimo dei superamenti consentiti in un anno al netto è pari a 35).

Sono stati riscontrati dei superamenti di PM₁₀ dovuti a sahariane nelle stazioni di *Via Machiavelli* (2), *Via A. Adige* (1), *Statte-Wind* (1), come riassunto in tabella 3 per Statte e Taranto.

Il maggior numero di superamenti giornalieri del limite di PM₁₀ è stato registrato in Via Machiavelli, ai Tamburi. Va tenuto presente, tuttavia, che il rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa italiana (il citato D.Lgs. 155/2010), recepimento di analoga normativa europea, sia per quanto riguarda il limite giornaliero del PM₁₀ (pari a 50 µg/m³, che può essere superato per non più di 35 volte nel corso di un anno solare) che per i valori obiettivo dei microinquinanti normati, non fornisce alcuna garanzia di assenza di effetti sulla salute.

Tabella 2.2.4 –Numero di superamenti (VL media giornaliera) di PM₁₀ nei siti dei comuni di Taranto e Statte

	Statte - Ponte Wind	Statte - Via delle Sorgenti	Via A. Adige	Via Archimede	Paolo VI CISI	Via Machiavelli	San Vito	Talsano
Superamenti al netto delle S. dust	2	1	0	1	0	6	0	2
Superamenti dovuti a dust	1	0	1	0	0	2	0	0
N. totale di superamenti	3	1	1	1	0	8	0	2

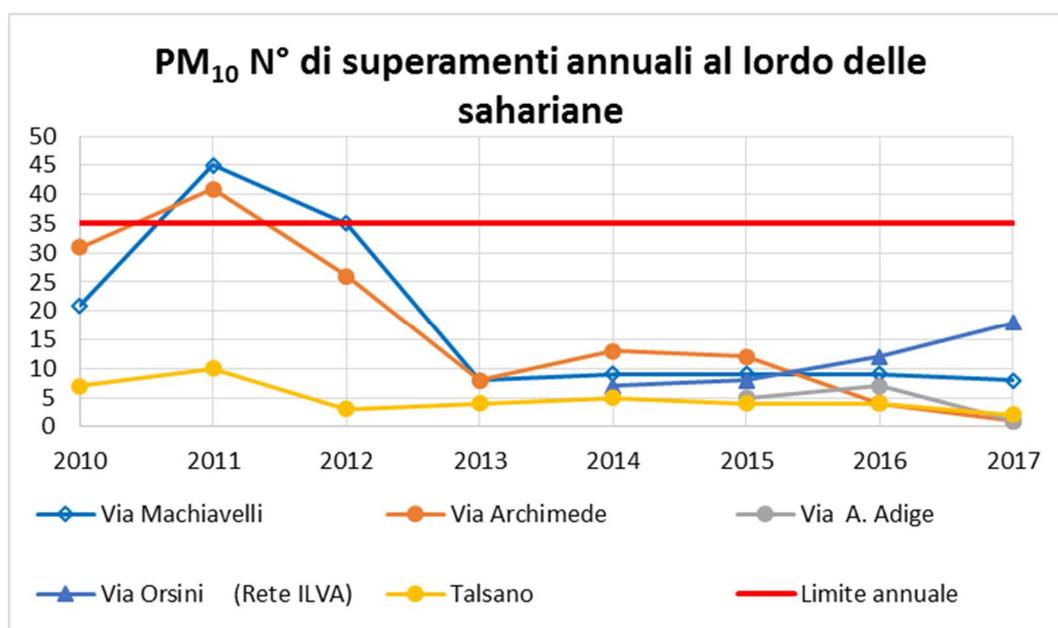
Si riporta in tabella 2.2.5, per le stazioni poste nel quartiere Tamburi (*Machiavelli* e *Archimede*) a confronto con Talsano, il numero di superamenti di PM₁₀ totali di ogni anno dal 2009 al 2015 e il numero al netto degli eventi di sahariane.

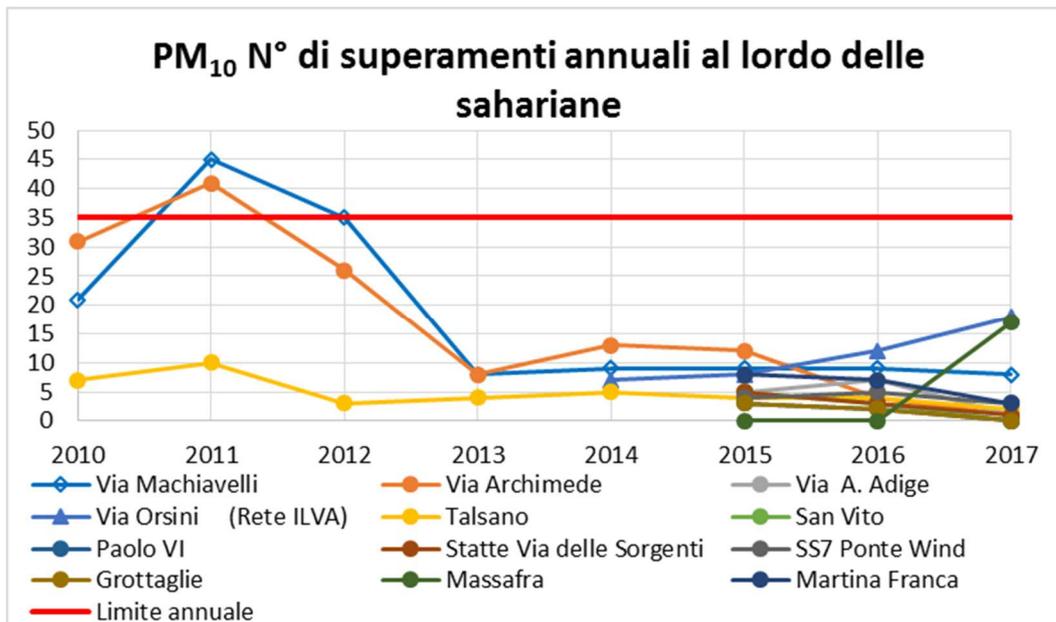
Tabella 2.2.5 – Trend del numero di superamenti (VL media giornaliera) di PM₁₀ nei siti a Taranto, Via Machiavelli, Via Archimede e via U. Foscolo (Fraz. Talsano). Periodo 2009-2017

	2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017	
	N. sup.	Al netto sahariane																
Via Machiavel	27	22	21	13	45	41	35	32	8	2	9	2	9	5	9	4	8	6
Via Archimed	21	16	31	22	41	37	26	21	8	3	13	9	12	9	4	0	1	1
Via U. Foscolo (Talsano)	9	5	7	1	10	9	3	1	4	1	5	2	4	0	4	1	2	2

Nella figura 2.2.9 si riporta il trend del numero di superamenti di PM₁₀ totali al lordo degli eventi di sahariane dal 2010 al 2017. Per le centraline dell'area di Taranto si riscontra una sostanziale stabilità nell'andamento dal 2016 al 2017, tranne che per la centralina di via Orsini, che mostra un moderato aumento.

Figura 2.2.9 - Numero di superamenti di PM₁₀ dal 2010 al 2017

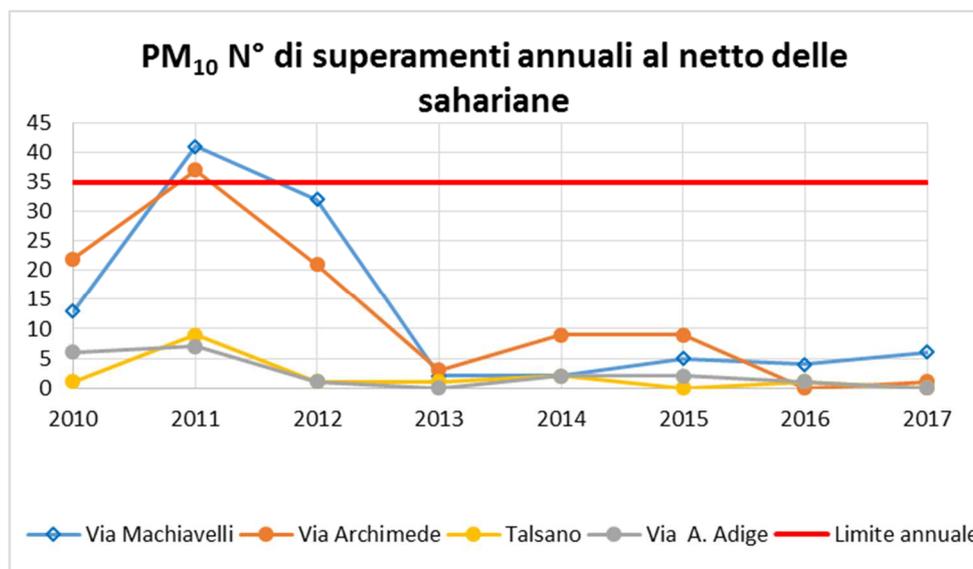




Provincia TA

Tale andamento trova riscontro anche considerando il numero di superamenti di PM₁₀ dal 2010 al 2017, che nel grafico seguente viene riportato al netto delle sahariane.

Figura 2.2.10 - Trend dei superamenti di PM₁₀ dal 2010 al 2017 al netto delle sahariane



Sono illustrati, nelle seguenti figure, i superamenti mensili del valore limite sulla media giornaliera (al lordo delle sahariane) dal 2015 al 2017 per alcune centraline della qualità

dell'aria di Taranto e Statte; le scale dei grafici sono impostate al medesimo valore per tutte le centraline, per un confronto immediato ed i dati sono al lordo delle sahariane.

Figura 2.2.11

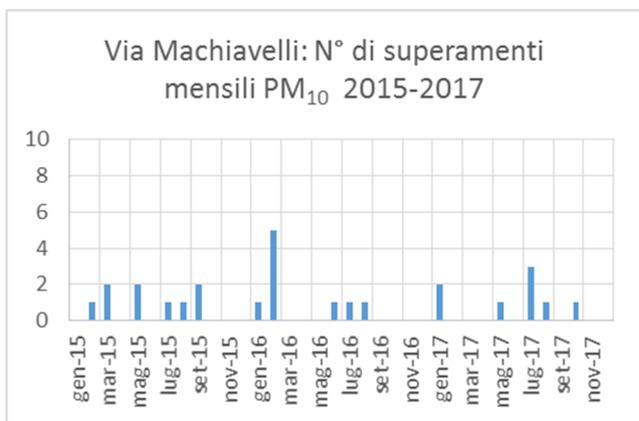


Figura 2.2.12

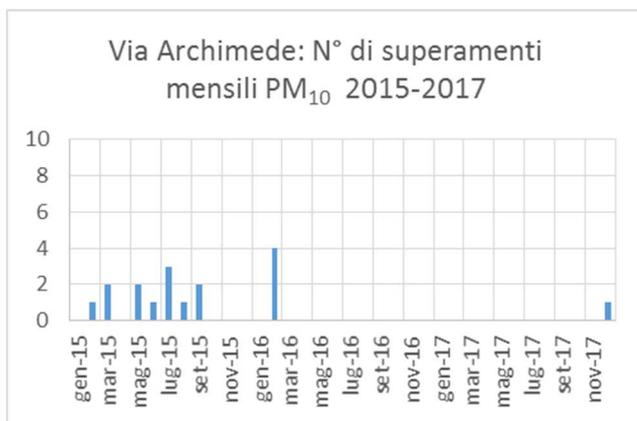


Figura 2.2.13

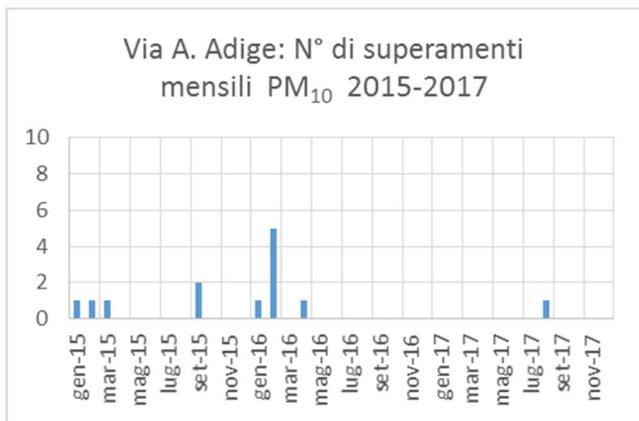


Figura 2.2.14

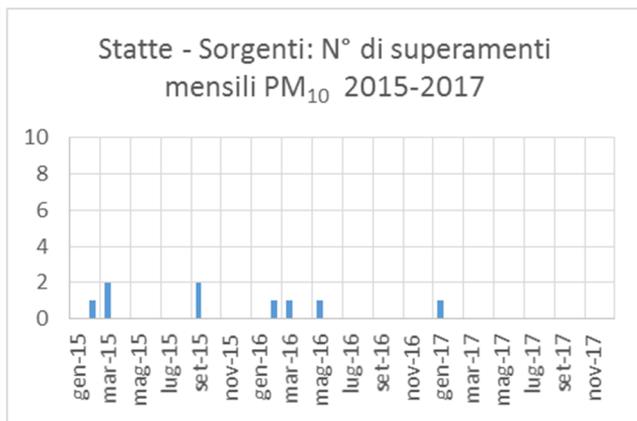


Figura 2.2.15

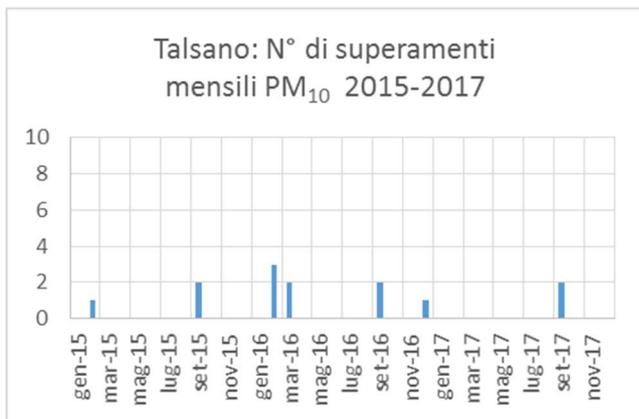
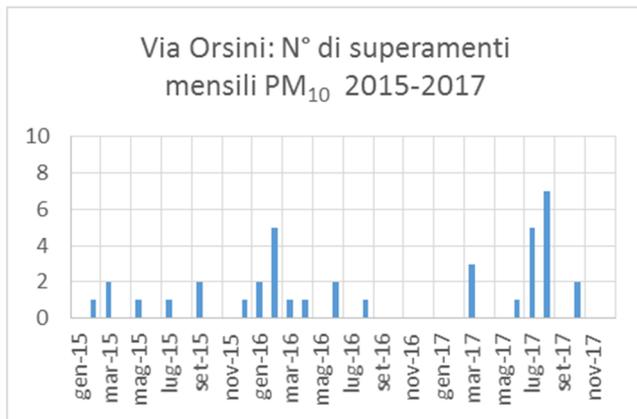


Figura 2.2.16



Nei grafici seguenti sono riportati gli andamenti stagionali del PM₁₀ nelle stazioni di *Via Machiavelli*, *Via Archimede*, *Via A. Adige*, *Statte* e *Talsano* secondo la seguente suddivisione:

Gennaio	Autunno-inverno
Febbraio	Autunno-inverno
Marzo	Primavera-estate
Aprile	Primavera-estate
Maggio	Primavera-estate
Giugno	Primavera-estate
Luglio	Primavera-estate
Agosto	Primavera-estate
Settembre	Autunno-inverno
Ottobre	Autunno-inverno
Novembre	Autunno-inverno
Dicembre	Autunno-inverno

Figura 2.2.17

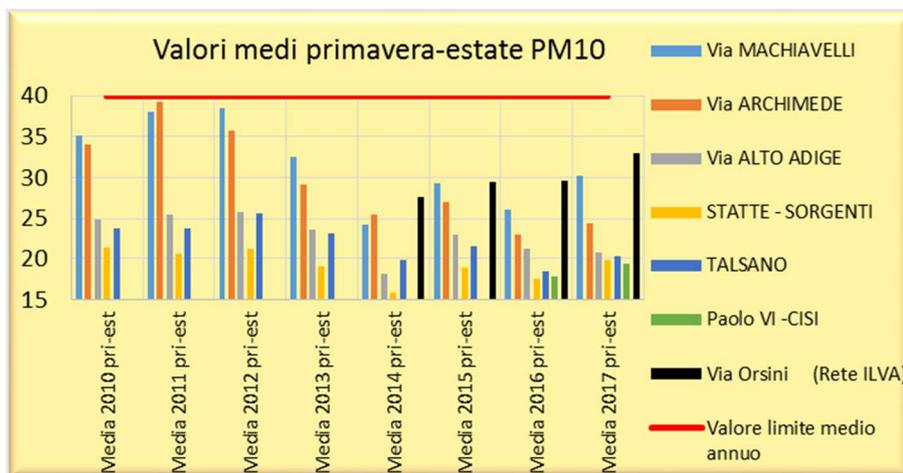
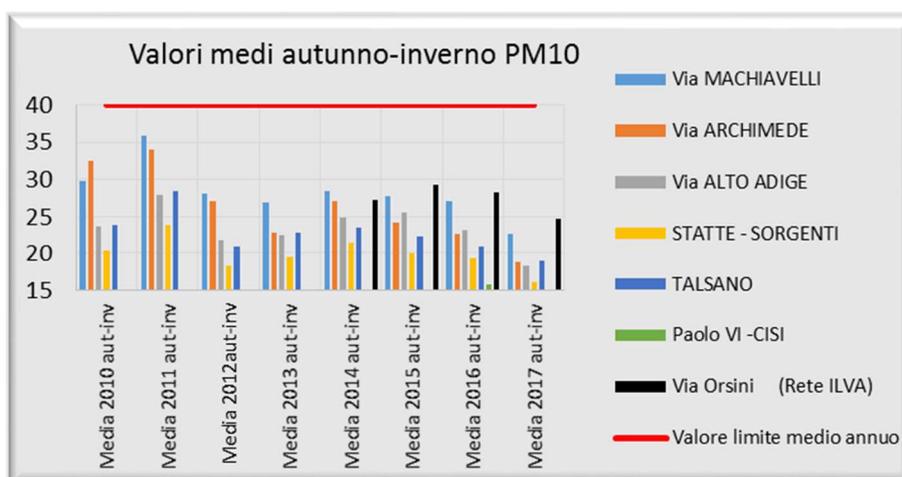


Figura 2.2.18



PM2.5

La soglia di concentrazione in aria delle polveri fini $PM_{2.5}$ è stabilita dal D.Lgs. 155/2010 e calcolata su base temporale annuale. La caratterizzazione dei livelli di concentrazione in aria di $PM_{2.5}$ nel comune di Taranto al 2017 non ha mostrato superamenti per questo parametro, registrato presso le stazioni della rete regionale della qualità dell'aria che misurano questo inquinante (*Via Machiavelli, Via Archimede, Via A. Adige, Paolo VI-CISI e Via Orsini* della Rete ILVA) del valore limite (VL) annuale per la protezione della salute umana pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Da osservare che, fino al 2014, la stessa concentrazione di $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ era considerata un valore obiettivo. Dal 2015 invece questa soglia rappresenta a tutti gli effetti un Valore Limite (VL). Nella tabella seguente sono mostrate le medie mensili e annuali di $PM_{2.5}$ nel 2017. I valori medi annuali sono conformi a quanto indicato come valore limite nella normativa di

riferimento (D.Lgs. 155/2010). Si richiama che dal 15 febbraio 2015 si è dato avvio al monitoraggio del PM_{2.5} in Via *Archimede* a Taranto, sito posto anch'esso nel quartiere Tamburi.

Dal 2016 al 2017 in tutte le centraline non si osservano variazioni delle medie annue di PM_{2.5} che rimane sostanzialmente invariato, tranne un lieve aumento in *Via Orsini*.

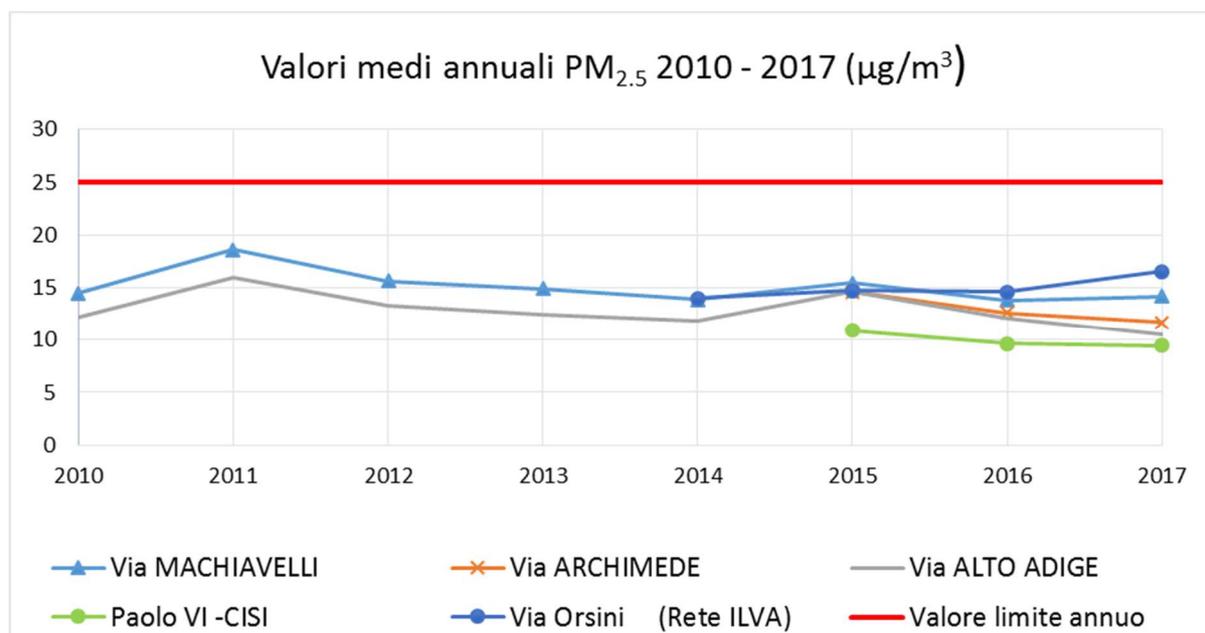
La concentrazione media annua più elevata nel 2017 è stata registrata nella stazione presente in *Via Orsini* (Rete ILVA), che nel corso dell'anno registra concentrazioni costantemente più alte rispetto al sito di *Alto Adige*, sito urbano da traffico.

Tabella 2.2. 6 – Medie mensili di PM_{2.5}

PM _{2,5} (µg/m ³)	Via Machiavelli	Via Archimede	Via A. Adige	Paolo VI -CISI	Via Orsini (Rete ILVA)
Gennaio	15	12	11	9	16
Febbraio	14	13	13	11	14
Marzo	20	13	12	11	19
Aprile	12	9	9	7	14
Maggio	13	11	8	8	14
Giugno	15	13	11	11	18
Luglio	17	14	14	12	26
Agosto	20	16	13	14	25
Settembre	9	9	5	7	11
Ottobre	13	11	11	9	17
Novembre	11	9	10	7	12
Dicembre	10	10	9	7	13
MEDIA ANNUALE	14	12	11	9	17
MASSIMO ANNUALE	20	16	14	14	26
Valore limite annuale D. Lgs	25				

Nel seguente grafico si confrontano gli andamenti del PM_{2.5} medi annuali delle centraline presenti a Taranto della RRQA con quella sita in *Via Orsini* della rete Ilva, denominata Tamburi.

Figura 2.2. 19 - medie annuali di PM_{2.5} dal 2010 al 2017



Nel seguente grafico si confrontano gli andamenti del PM_{2.5} medi mensili delle centraline presenti a Taranto della RRQA con quella sita in *Via Orsini* della rete Ilva. I livelli più elevati sono stati registrati nei mesi di marzo, luglio e agosto.

Figura 2.2.20a - anno 2017 medie mensili di PM_{2.5}

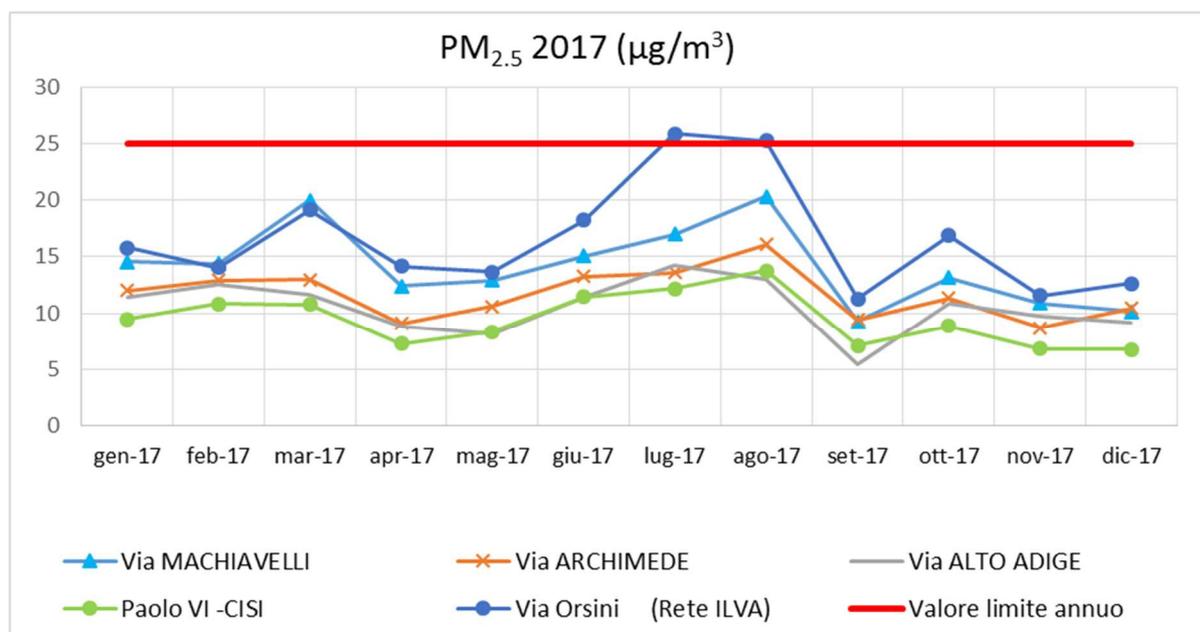


Figura 2.2.20b – andamento nel triennio 2015-2017 delle medie mensili di PM_{2.5}

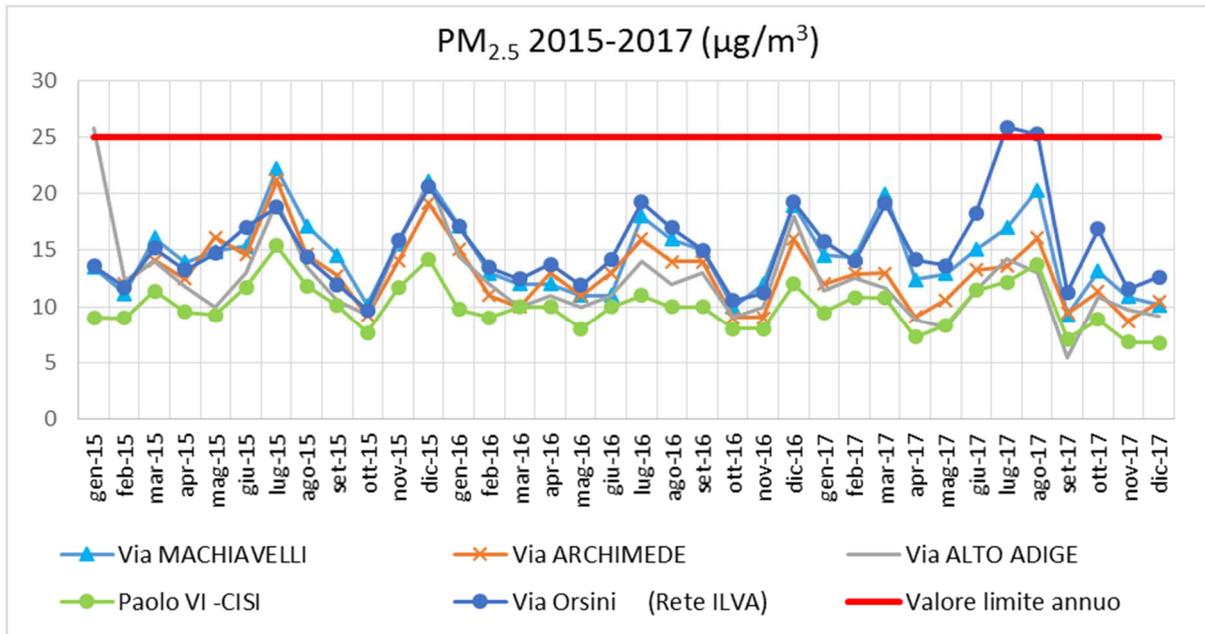
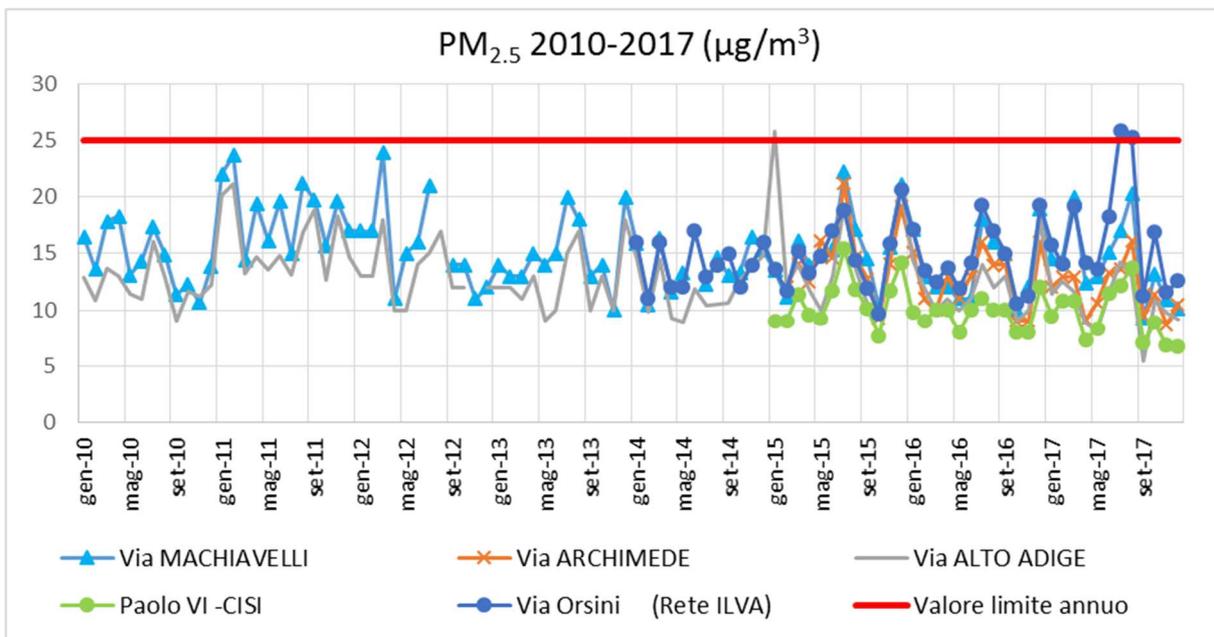


Figura 2.2.20c – andamento 2010-2017 medie mensili di PM_{2.5}



Analogamente al PM₁₀, in Figura 2.2.21 sono riportate le concentrazioni medie annuali di PM_{2.5} a partire dal 2010; nel sito di *Via Machiavelli* si registrano concentrazioni costantemente più alte rispetto a quelle del sito di *Via Alto Adige*, ma comunque per ogni mese inferiori al valore limite di 25 µg/m³.

Figura 2.2.21 - Trend delle concentrazioni annuali di PM_{2.5} dal 2010 al 2017

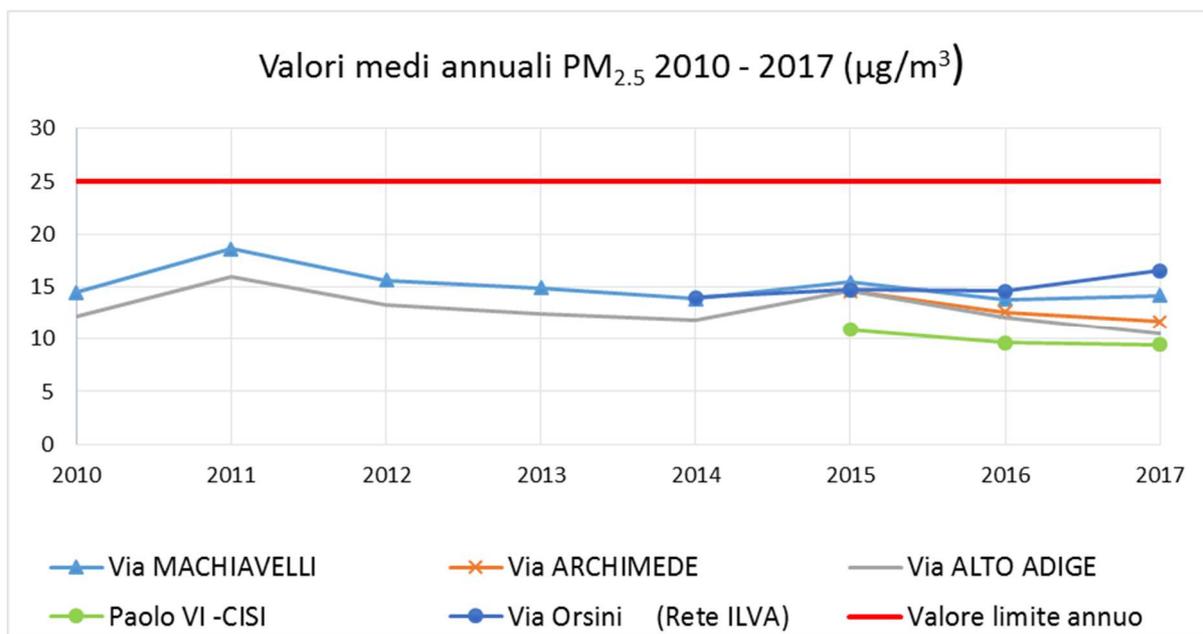
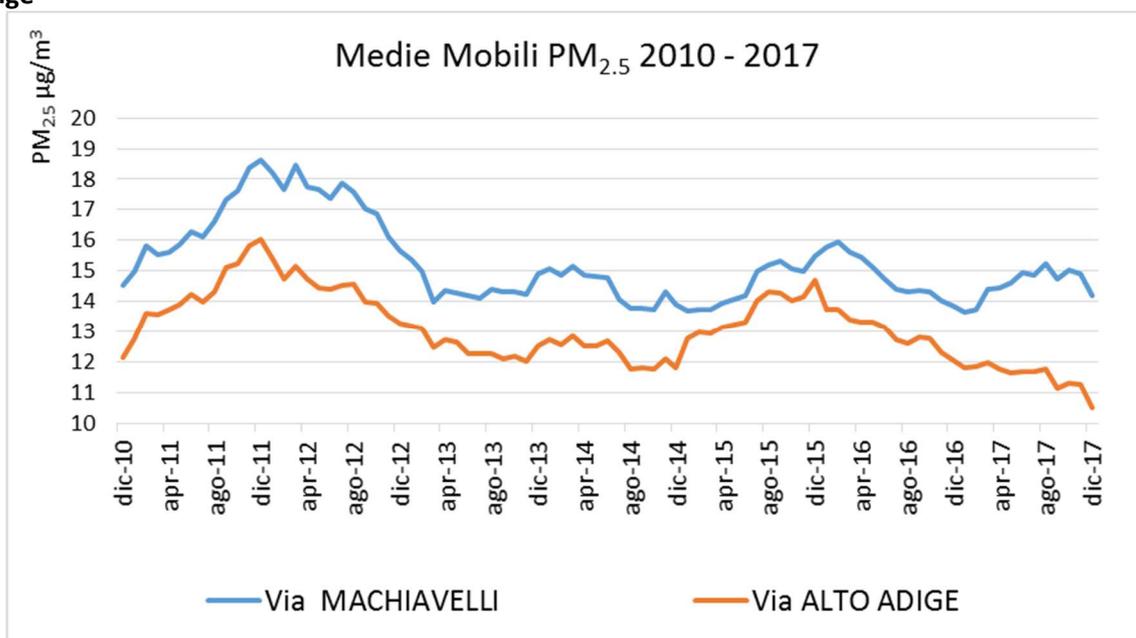


Figura 2.2.22 Trend delle medie mobili delle concentrazioni di PM_{2.5} dal 2010 al 2017 Via Machiavelli e Via A. Adige



Nel grafico seguente vengono riportate le medie mensili delle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5} nei siti di Via *Machiavelli* e Via *A. Adige*, dal 2010 al 2017. In Via *Machiavelli* si osserva un andamento costante dei valori dal 2013 al 2017. Da quanto sotto riportato, risulta evidente che la variazione delle concentrazioni del particolato dal 2010 ad oggi ha interessato maggiormente il PM₁₀.

Figura 2.2.23 Trend delle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5} dal 2010 al 2017 Via Machiavelli e Via A. Adige

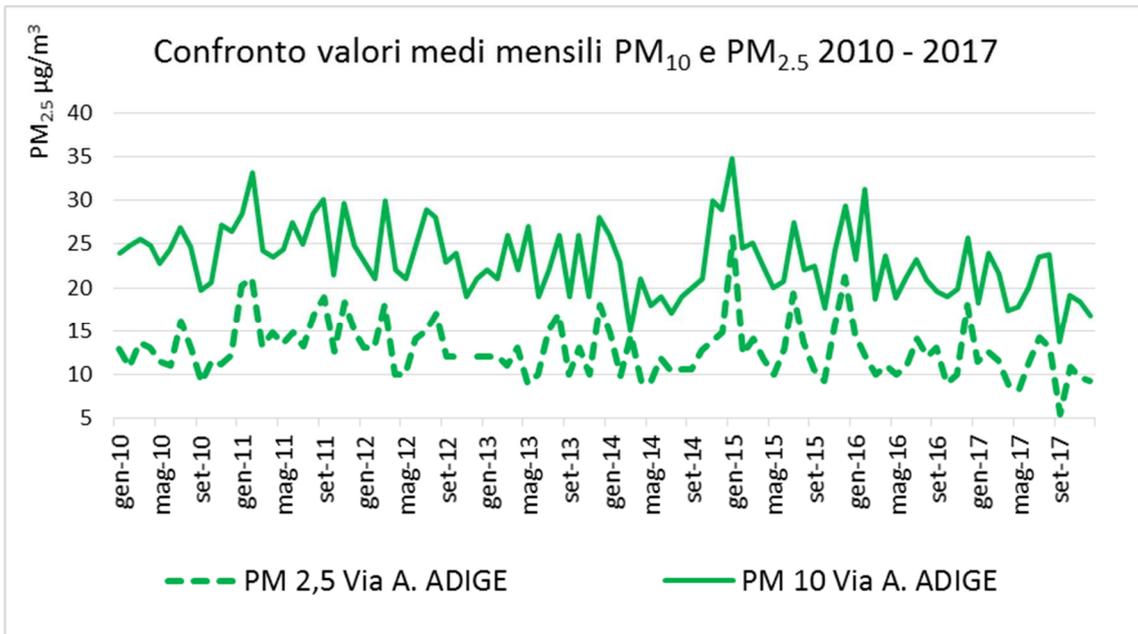
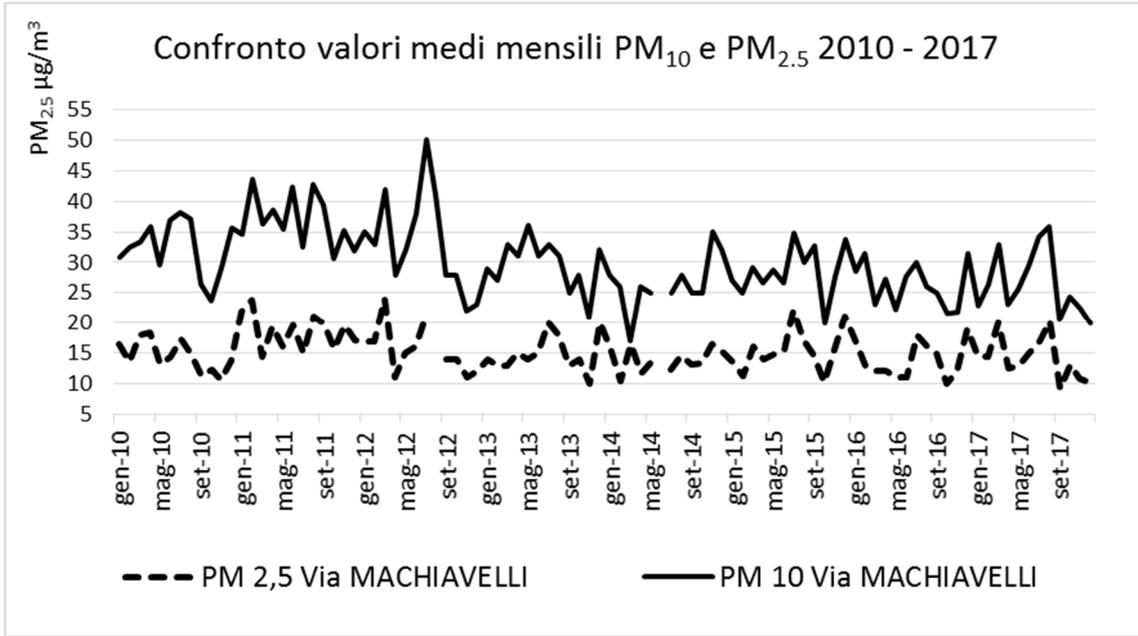
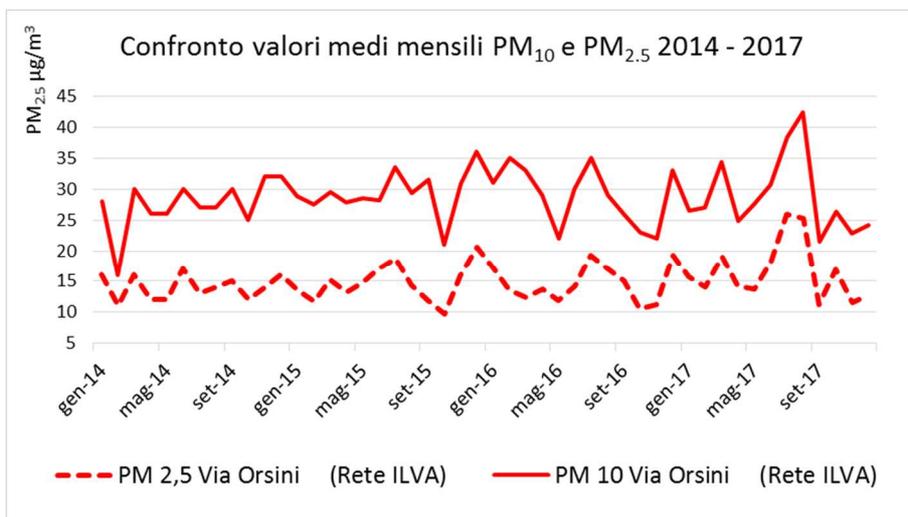
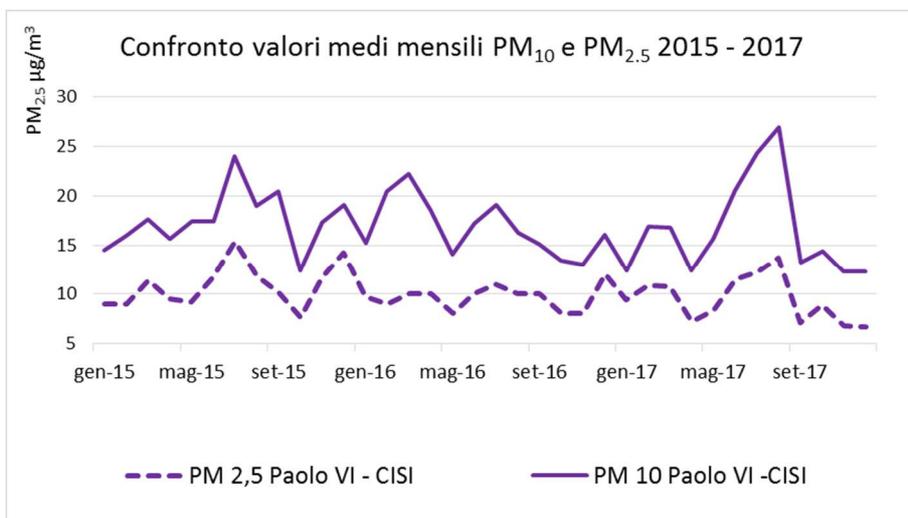
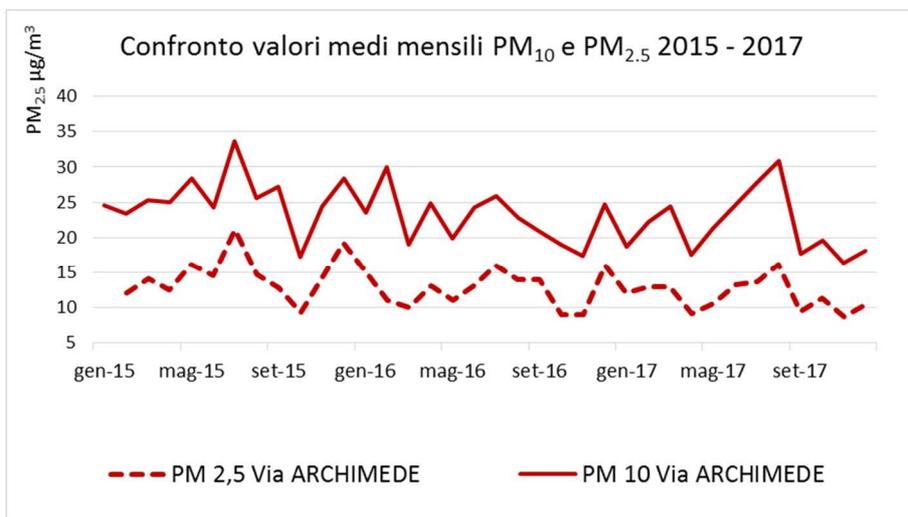


Figura 2.2.24 Trend delle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5} di Via Archimede, Paolo VI e Via Orsini



Benzo (a) pirene

Il benzo(a)pirene (di seguito **BaP**) è determinato sui filtri di PM10 campionati giornalmente (tempo di campionamento pari a 24 ore) nelle stazioni site a Taranto nelle *Vie Machiavelli*, *Alto Adige* e nella frazione di *Talsano*. Dal mese di aprile 2013 sono stati prelevati e analizzati filtri di PM10 anche presso la Scuola Deledda (Q.re Tamburi), mentre dall'anno 2015 sono stati prelevati i filtri anche della centralina di Martina Franca. Per il BaP, il D.Lgs. 155/10 fissa un valore obiettivo annuo di 1 ng/m³. I filtri di PM10, campionati mediante utilizzo di analizzatori monocanale o bicanale della FAI Instruments modello SWAM presenti nelle stazioni, sono stati prelevati per l'anno di riferimento 2017. Un campionatore sequenziale è posto presso la Scuola *Deledda* (quartiere Tamburi). Ogni filtro preleva un volume di aria pari a circa 54-55 m³ e per un periodo di tempo di 24 ore. I risultati ottenuti nei siti *Talsano*, *Adige* e *Martina Franca* possono essere considerati come "misurazioni indicative", così come prevede l'Allegato IV del D.Lgs 155/2010 poiché la copertura temporale è pari al 14%, ma inferiore al 33%. Per tali siti è stata effettuata, quindi, la ricerca del BaP in alcuni dei filtri campionati nel corso dell'anno, opportunamente scelti in modo da garantire la copertura minima prevista dalla norma di riferimento sulla qualità dell'aria prelevando campioni distribuiti nelle diverse stagioni (nei 4 mesi di gennaio, aprile, luglio e ottobre). Il valore limite è espresso come valore obiettivo, sempre sull'arco temporale di un anno. Nelle tabelle seguenti sono riportati gli esiti delle analisi sui pool mensili, effettuate dal Servizio Laboratorio del Dipartimento Provinciale Arpa di Brindisi per l'anno 2017, insieme a quelli dell'anno precedente, il 2016. Per eseguire il calcolo delle medie annuali, i valori inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti cautelativamente con la metà del limite di rilevabilità stesso per ogni metallo rilevato.

Tabella 2.2.7 - Medie mensili/annuali di BaP (ng/m³) a Taranto nel 2016 (gennaio-dicembre)

BaP (ng/m ³) nel PM10	TARANTO-DELEDDA	TARANTO-TALSANO	TARANTO-ADIGE	TARANTO-MACHIAVELLI	MARTINA FRANCA
gen-16	N.D.	0,65	0,33	0,30	0,57
feb-16	0,15 (pool dal 28/1 al 28/2)	-	-	0,10	-
mar-16	0,11	-	-	<0,09	-
apr-16	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	0,11
mag-16	<0,09	-	-	<0,09	-
giu-16	<0,09	-	-	<0,09	-
Lug-16	0,10	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
Ago-16	<0,09	-	-	<0,09	-
Set-16	0,14	-	-	0,25	-
Ott-16	0,29	0,12	0,13	0,12	0,23
Nov-16	0,14	-	-	0,15	-
Dic-16	0,49	-	-	0,27	-
MEDIA ANNUA PESATA	0,15	0,22	0,14	0,12	0,24
VALORE OBIETTIVO (ng/m³)	1				
METODO: UNI EN 15549:2008					

Tabella 2.2.8 - Medie mensili/annuali di BaP (ng/m³) a Taranto nel 2017

BaP (ng/m ³) nel PM10	TARANTO-DELEDDA	TARANTO-TALSANO	TARANTO-ADIGE	TARANTO-MACHIAVELLI	MARTINA FRANCA
gen-17	0,60	1,09	-	0,39	0,70
feb-17	0,24	-	0,27	0,29	-
mar-17	0,14	-	-	0,26	-
apr-17	0,17	0,13	0,06	0,09	0,20
mag-17	0,22	-	-	0,20	-
giu-17	0,34	-	-	0,33	-
Lug-17	0,32	0,09	0,08	0,26	0,18
Ago-17	0,30	-	-	0,37	-
Set-17	0,08	-	-	0,08	-
Ott-17	0,13	0,24	0,30	0,15	0,39
Nov-17	0,76	-	-	0,38	-
Dic-17	0,41	-	-	0,21	-
MEDIA ANNUA	0,31	0,39	0,18	0,25	0,37
VALORE OBIETTIVO (ng/m³)	1				
METODO: UNI EN 15549:2008					

I valori medi annui riscontrati nei cinque siti nel **2016** e nel **2017** sono risultati inferiori ai valori obiettivo previsti dal D.Lgs 155/2014 per il benzo(a)pirene, pari a 1 ng/m³. Nel corso del 2017 la media mensile più elevata (pari a 1,1 ng/m³) è stata registrata nel mese di gennaio a Talsano, sito in cui risulta anche essersi riscontrata la media annua più alta, insieme al sito di Martina Franca.

Sono riportati in tabella seguente le informazioni relative al numero di giorni i cui filtri sono stati dedicati all'analisi del BaP e la percentuale di copertura temporale del monitoraggio del 2017.

Tabella 2.2.9: copertura temporale e numero di giorni di campionamento nel 2017

Sito	Copertura %	n. di giorni / anno2017
Taranto-Machiavelli	39	141
Taranto-Deledda	39	141
Taranto-Adige	16	59
Taranto-Talsano	15	56
Martina Franca	16	59

Le maggiori criticità riscontrate in passato erano legate ai superamenti dei valori obiettivo del BaP nella stazione di *via Machiavelli* e del PM10 nelle stazioni di *Via Archimede* e *Via Machiavelli*, siti di monitoraggio posti nel quartiere Tamburi del comune di Taranto. In particolare, negli anni 2009, 2010 e 2011, il valore obiettivo annuale pari a $1,0 \text{ ng/m}^3$, era stato superato nella stazione sita in *via Machiavelli*. Nella tabella seguente si confrontano le concentrazioni medie annuali di B(a)P di *Via Machiavelli* per il periodo 2009-2017, con quelle misurate presso altri due siti nell'area in esame (*Via A. Adige* a Taranto, sito urbano-traffico, e *Via U. Foscolo* a *Talsano*, sito suburbano-fondo).

Dal 2013, le concentrazioni di Bap sono paragonabili a quelle delle altre città pugliesi (ad esclusione del sito di *Torchiarolo-Don Minzoni* in provincia di Brindisi, in cui si è registrato il raggiungimento del valore obiettivo di 1 ng/m^3 per il BaP nel 2013 e il superamento per l'anno 2014).

Tabella 2.2.10- medie annuali di B(a)P

	Machiavelli	Adige	Talsano	Deledda	Valore obiettivo
2009	1,39	0,39	0,38	/	1
2010	1,82	0,31	0,31	/	
2011	1,14	0,31	0,32	/	
2012	0,76	0,24	0,24	/	
2013	0,18	0,16	0,24	0,18*	
2014	0,12	0,13	0,23	0,15	
2015	0,15	0,12	0,19	0,15	
2016	0,12	0,14	0,22	0,15	
2017	0,25	0,18	0,39	0,31	
*da aprile a dicembre 2013					
Tab. Medie annuali di BaP (ng/m3) nel PM10					

Nella figura che segue sono mostrati gli andamenti delle medie annuali, a partire dal 2010, per i siti tarantini considerati e posti a confronto tra loro. È evidente la diminuzione della concentrazione del BaP nel sito di Via *Machiavelli*, mentre per *Alto Adige* e *Talsano* i livelli non variano di molto. Nel 2014, nel 2015 e nel 2016, i valori medi annuali risultano confrontabili tra di loro; nel sito *Deledda* la concentrazione rimane costante nel triennio. Dal 2016 al 2017 si osserva un lieve incremento delle medie annuali di BaP in tutti i siti.

Figura 2.2.25 - Medie annuali BaP (ng/m3) in tutti i siti 2010/2017

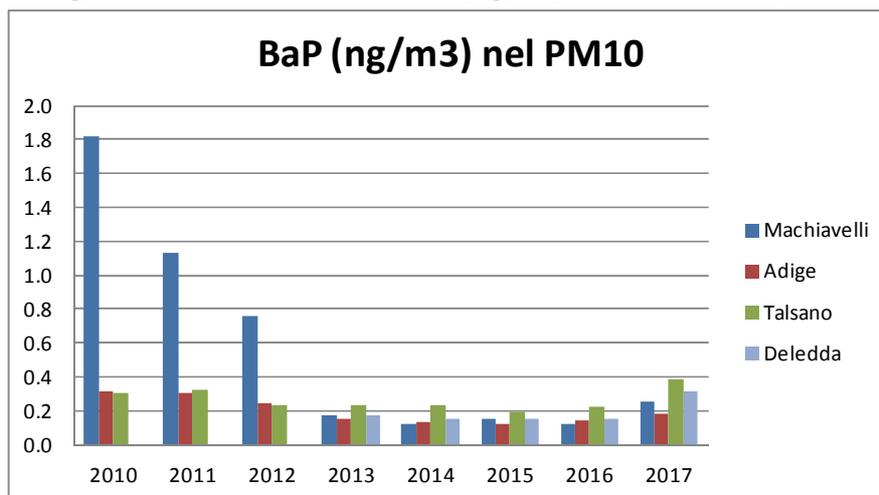
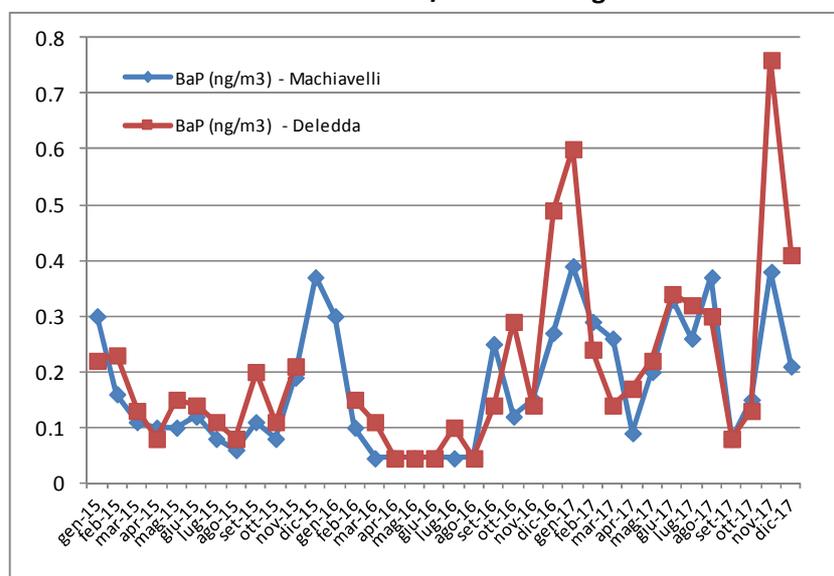
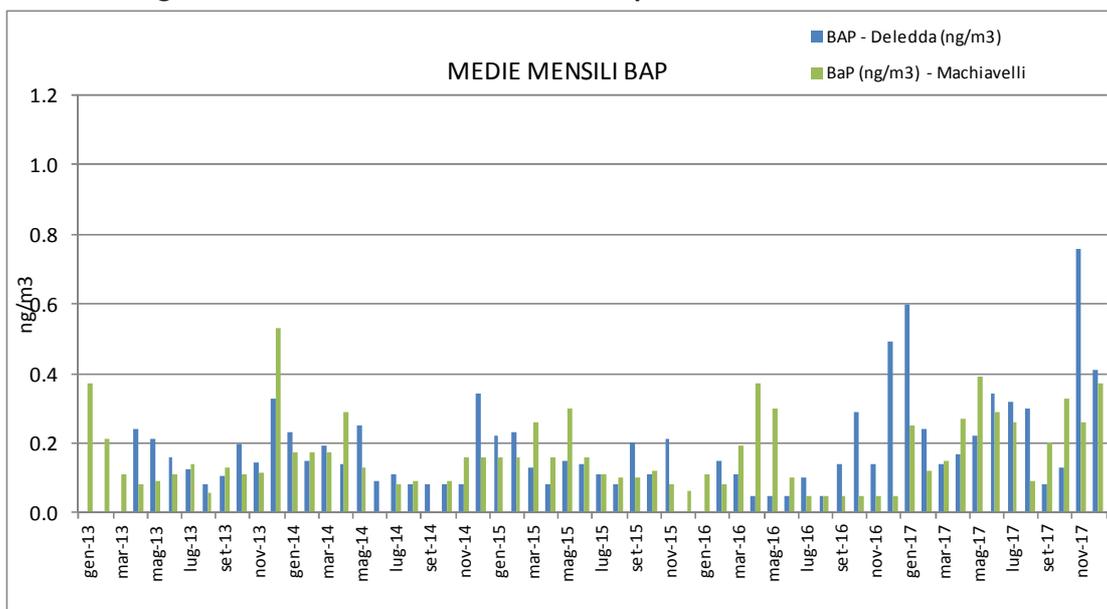


Figura 2.2.26 - Medie mensili BaP Deledda/Machiavelli gennaio 2015-dicembre 2017



Nel seguente grafico relativo alle medie mensili dal 2016 al 2017 di *Deledda* e di *Machiavelli* a confronto, si osserva un incremento di BaP prevalentemente nel sito *Deledda* nel corso degli ultimi mesi dell'anno, con valori comunque inferiori alla soglia di 1 ng/m³.

Figura 2.2.27 - Medie mensili di BaP nel quartiere Tamburi 2013/2017



Nel grafico seguente sono mostrate le medie mobili delle concentrazioni mensili, da gennaio a dicembre dall'anno 2009 e sino al mese di dicembre 2017, per il sito di Via *Machiavelli* (Tamburi).

Figura 2.2.28 - Medie mobili BaP Machiavelli - 2009/2017

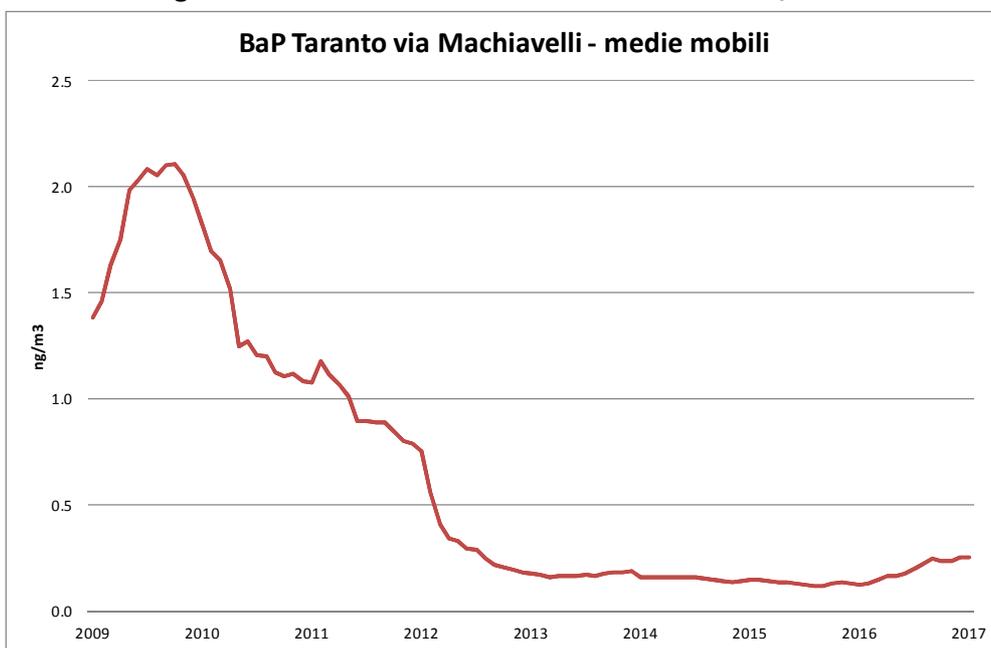
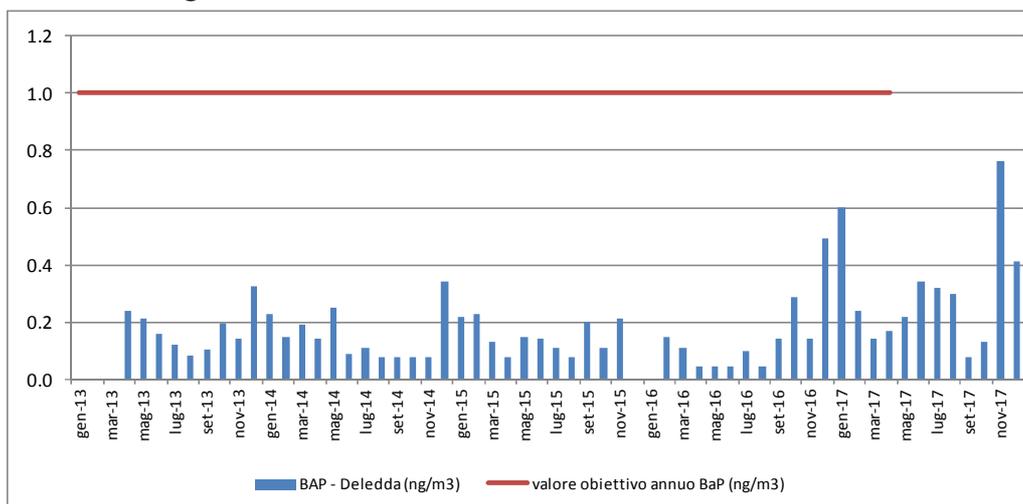


Figura 2.2.29- Medie mensili BaP Deledda dal 2013 al 2017



IPA totali

I valori di IPA totali presenti in aria ambiente sono rilevati con il Monitor “Standard Real-Time for Particle-Bound Polycyclic Aromatic Hydrocarbons” (ECO-CHEM mod. PAS 2000) che utilizza il metodo della fotoionizzazione selettiva degli IPA totali, adsorbiti sulle superfici degli aerosol carboniosi aventi diametro aerodinamico compreso tra 0.01 e 1.5 µm. Il parametro relativo agli IPA totali in aria ambiente non è normato: il D. Lgs. 155/10, che disciplina la materia relativa alla qualità dell’aria, si riferisce unicamente al benzo(a)pirene adsorbito sulla frazione di particolato PM10, indicando un valore obiettivo annuale da non superare.

In figura è mostrato il trend annuale delle concentrazioni di IPA_{TOT} nella stazione di via Machiavelli. Si nota un netto decremento dei valori nel 2013 rispetto agli anni precedenti. Nella tabella seguente si riportano le medie annue delle concentrazioni di IPA_{TOT} rilevate nella rete regionale di Taranto gestita da Arpa (ng/m³).

La media annua più elevata è stata quella registrata in *Via Orsini* (rete ILVA).

Tabella 2.2.11 - Medie annuali di IPA_{TOT} (ng/m³) a Taranto nel 2017

IPA _{TOT} (ng/m ³)	2017
Via Orsini	24
Via Machiavelli	13
Via A. Adige	8
SAN VITO	7
TALSANO	3
PAOLO VI	5
STATTE Via delle Sorgenti	8

La concentrazione media annuale di IPA_{TOT} più elevata è stata riscontrata nella stazione di *Via Orsini*.

Nel corso dell'anno 2017, si osservano valori più bassi nei mesi di primavera-estate, in modo più marcato nel sito di *Via Orsini*, *Via Machiavelli* e *Via Alto Adige*.

Nella figura seguente sono riportati gli andamenti delle medie mensili.

Figura 2.2. 30 – Andamenti Ipa tot nelle stazioni QA di Taranto nel 2017

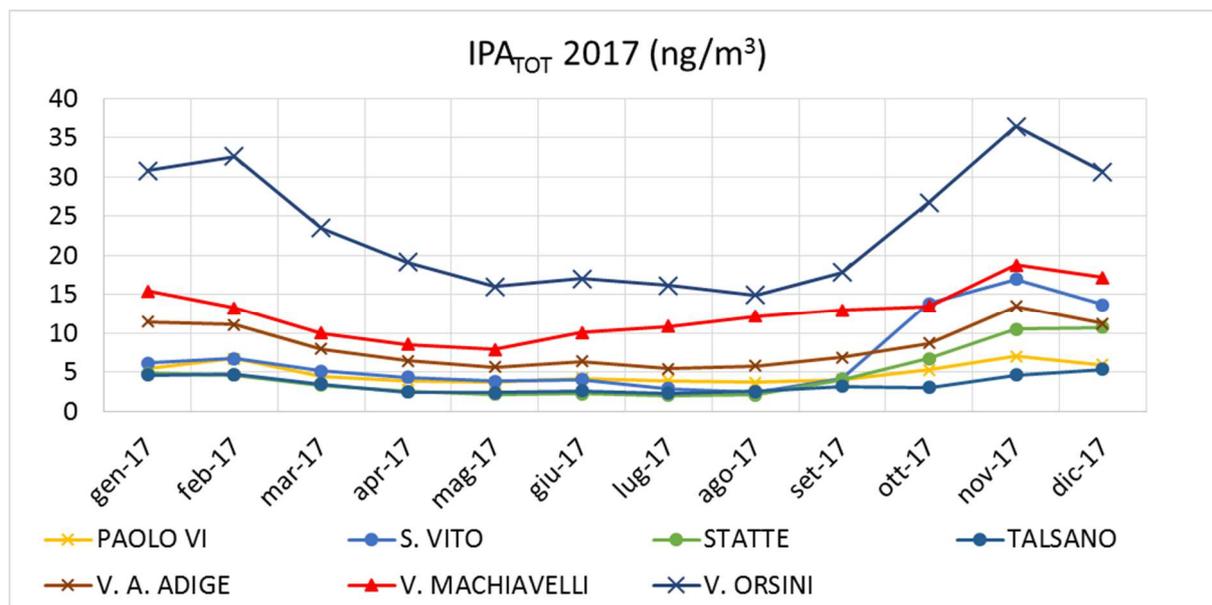
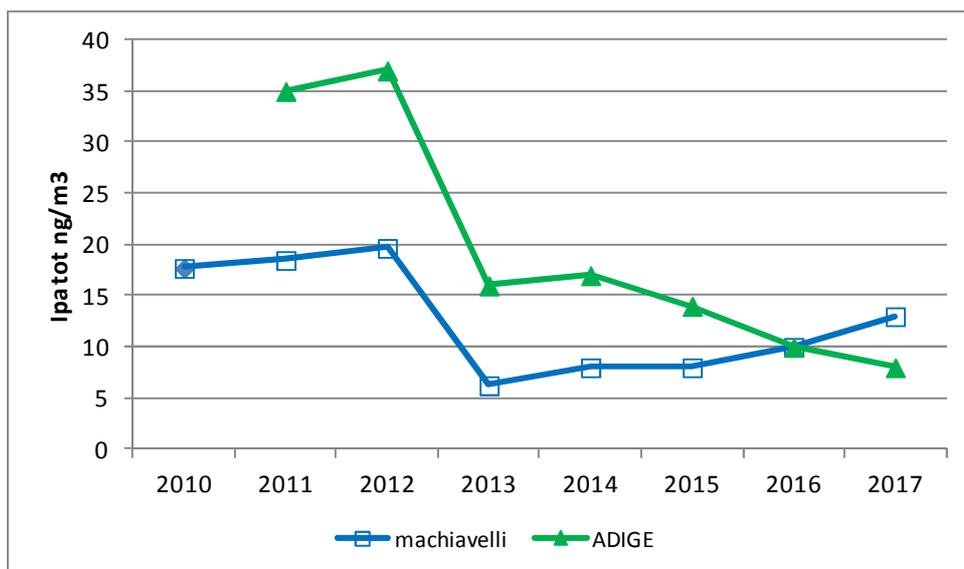


Figura 2.2.31- Medie annuali IPA tot nella stazione di Machiavelli e Adige (2010-2017)



Ossidi di azoto

Per l'NO₂ il D. Lgs 155/10 prevede due valori limite: la media oraria di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno solare e la media annua di 40 µg/m³. Nella tabella seguente sono mostrate le medie mensili del 2017. Come si evince, le medie annuali che risultano sono inferiori al limite annuale consentito sia nel quartiere Tamburi sia nelle altre centraline considerate.

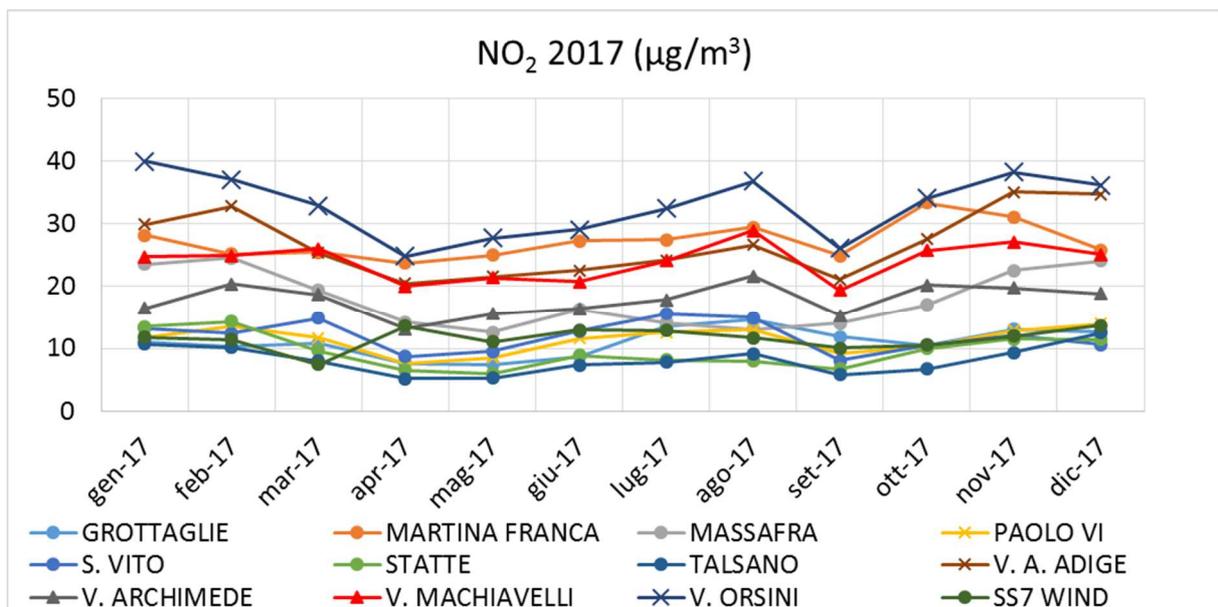
Le medie annue più elevate sono state registrate in *Via Orsini, Via Machiavelli, Via Adige e a Martina Franca.*

Tabella 2.2. 12- Medie mensili di NO₂ – anno 2017

NO ₂ (µg/m ³)	GROTTAGLIE	MARTINA FRANCA	MASSAFRA	PAOLO VI	S. VITO	STATTE	TALSANO	V. A. ADIGE	V. ARCHIME	V. MACHIAV	V. ORSINI	SS7 WIND
Gennaio-17	11,0	28,1	23,5	11,6	13,2	13,5	10,7	29,9	16,4	24,7	40,0	11,8
Febbraio-17	10,3	25,2	24,6	13,6	12,4	14,4	10,2	32,8	20,4	24,9	37,0	11,4
Marzo-17	10,7	25,5	19,4	11,7	14,8	9,6	8,0	25,4	18,6	26,0	32,9	7,5
Aprile-17	7,6	23,7	14,3	7,5	8,7	6,6	5,2	20,4	13,1	20,0	24,8	13,6
Maggio-17	7,4	25,0	12,6	8,5	9,5	6,0	5,2	21,6	15,6	21,4	27,7	11,0
Giugno-17	8,7	27,3	16,3	11,6	12,8	8,9	7,4	22,6	16,4	20,8	29,1	12,9
Luglio-17	13,6	27,5	14,2	12,5	15,6	8,1	7,8	24,2	17,8	24,1	32,4	12,9
Agosto-17	14,5	29,4	13,0	12,9	14,9	7,9	9,2	26,7	21,6	28,9	36,7	11,7
Settembre-17	11,9	24,9	14,0	9,1	8,0	6,7	5,8	21,1	15,3	19,4	26,1	10,1
Ottobre-17	10,4	33,3	17,0	10,3	10,5	10,0	6,7	27,5	20,2	25,7	34,1	10,5
Novembre-17	13,1	31,1	22,6	12,9	12,1	11,5	9,3	35,1	19,7	27,1	38,2	11,9
Dicembre-17	12,6	25,8	24,1	13,9	10,6	11,4	12,5	34,7	18,8	25,1	36,1	13,6
MEDIA ANNUALE	11,0	27,2	18,0	11,4	11,9	9,5	8,2	26,8	17,8	24,0	32,9	11,6
VALORE LIMITE	40											

Nella figura che segue sono riportati in grafico gli andamenti delle medie mensili.

Figura 2.2.32 – Andamenti NO₂ nelle stazioni QA di Taranto



Benzene

Il D. Lgs 155/10 fissa un valore limite di concentrazione annuo di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella tabella seguente sono mostrate le medie mensili da gennaio a dicembre 2017 nelle stazioni della rete QA della provincia di Taranto. Anche in questo caso, le medie sono basse e al di sotto del limite consentito.

In figura 2.2.34 è mostrato l'andamento delle medie annuali di benzene a partire dal 2010; i livelli mostrano una variazione non significativa negli anni con valori costantemente più alti in Via *Machiavelli* rispetto a Via *Alto Adige* sino al 2015 e livelli stazionari dal 2015 al 2017.

Tabella 2.2.13 - Medie mensili di benzene – anno 2017

Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MARTINA FRANCA	MASSAFRA	PAOLO VI	V. A. ADIGE	V. MACHIAVELLI	V. ORSINI
Gennaio-17	1,3	1,3	0,6	1,3	0,9	1,6
Febbraio-17	1,0	1,0	0,5	1,0	0,7	1,3
Marzo-15	0,9	0,6	0,4	0,8	0,9	1,3
Aprile-17	0,7	0,4	0,2	0,5	0,5	0,9
Maggio-17	0,6	0,3	0,2	0,5	0,4	0,8
Giugno-17	0,4	0,3	0,2	0,5	0,4	0,6
Luglio-17	0,6	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9
Agosto-17	0,6	0,2	0,3	0,6	0,7	0,8
Settembre-17	0,7	0,3	0,1	0,5	0,5	0,7
Ottobre-17	1,0	0,4	0,2	0,7	0,8	1,2
Novembre-17	0,9	0,7	0,4	1,2	1,0	1,6
Dicembre-17	0,7	1,0	0,4	1,2	0,9	1,3
MEDIA ANNUALE	0,8	0,6	0,3	0,8	0,7	1,1
VALORE LIMITE	5					

Figura 2.2. 33 - Medie mensili di benzene anno 2017

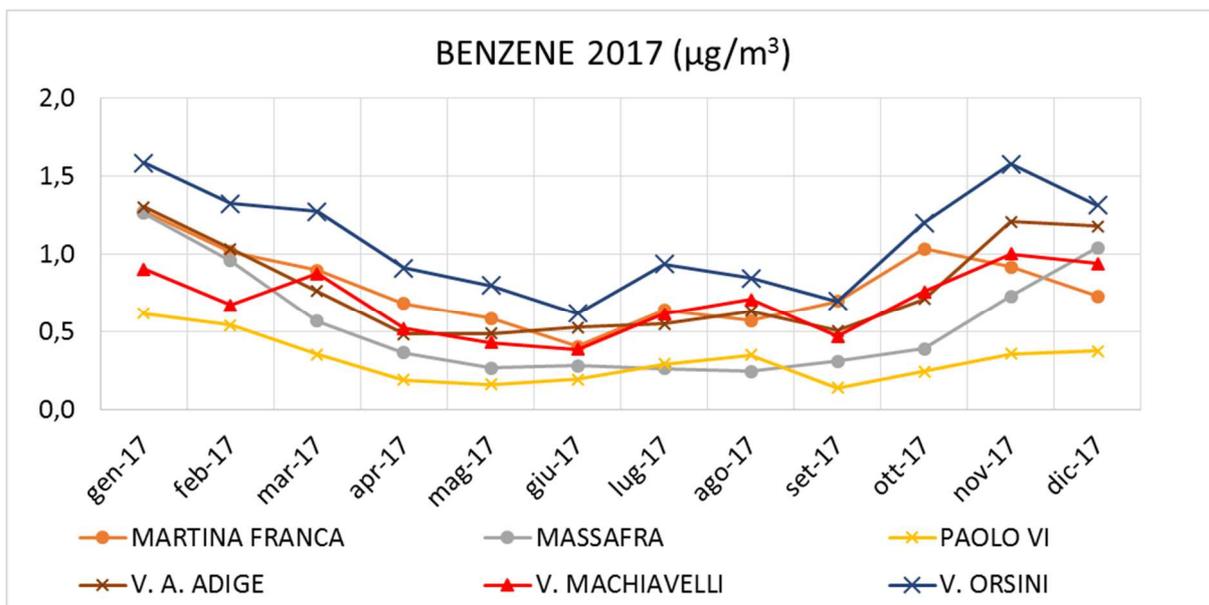
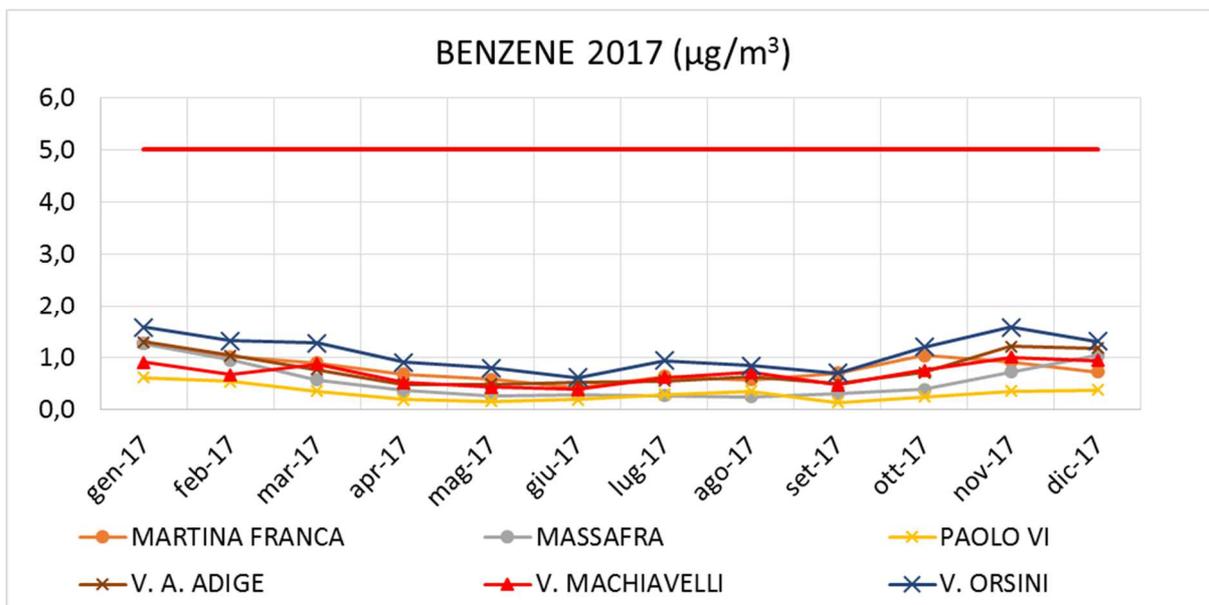
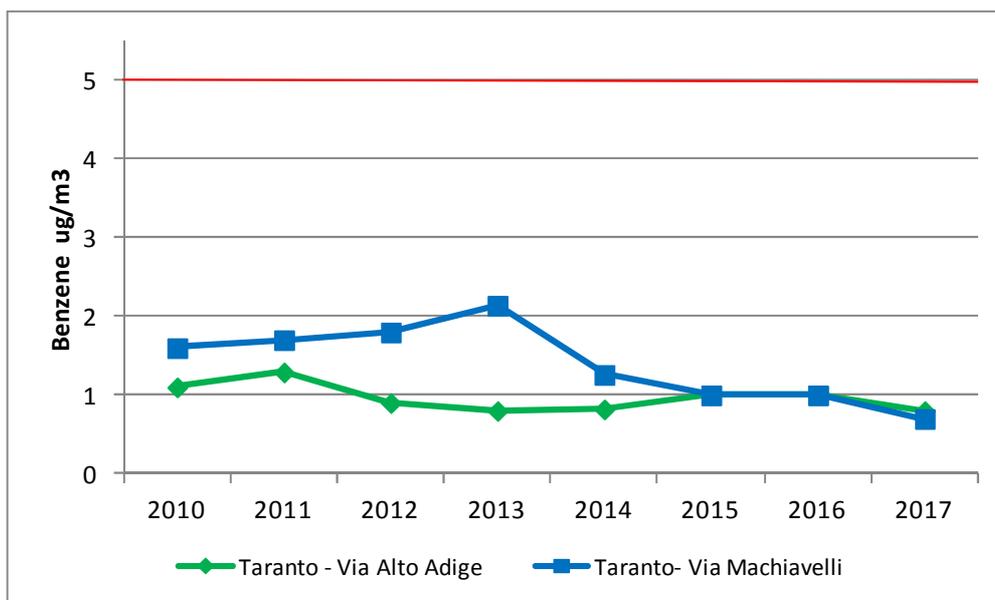


Figura 2.2.34- Medie annuali di benzene Adige e Machiavelli 2010-2017



H₂S

L'idrogeno solforato, o H₂S, è un gas incolore dall'odore caratteristico di uova marce, caratterizzato da una soglia olfattiva molto bassa. L'idrogeno solforato non rientra fra gli inquinanti normati dal D.Lgs 155/2010. Per tale sostanza, il valore assunto come soglia olfattiva è pari a 7 µg/m³, poiché a tale concentrazione la totalità dei soggetti esposti ne distingue l'odore caratteristico. Nel corso dell'anno 2017, gli strumenti di misura dell'H₂S allocati nelle centraline fisse di monitoraggio della qualità dell'aria siti a Taranto presso il quartiere Tamburi, denominati "Via Archimede" e "Via Orsini" hanno registrato valori (orari e al minuto) utili per descrivere gli impatti sul quartiere della città più vicino all'area industriale di diversi eventi odorigeni verificati nel corso dell'anno.

In concomitanza a tali eventi, in merito ai quali Arpa ha già singolarmente relazionato, i venti prevalenti (DV) provenivano dalla zona industriale; data la tipologia degli inquinanti rilevati e le condizioni meteo climatiche, Arpa ritiene che tali eventi siano ascrivibili verosimilmente, per la maggior parte, alle emissioni odorigene della raffineria ENI.

Tabella 2.2.14 - Medie mensili di idrogeno solforato - anno 2017

Acido Solfidrico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Archimede	Via Orsini
Gennaio-17	1,9	0,9
Febbraio-17	2,3	0,9
Marzo-17	1,8	1,2
Aprile-17	1,7	1,1
Maggio-17	1,6	1,0
Giugno-17	2,3	0,6
Luglio-17	2,1	0,8
Agosto-17	2,5	1,6
Settembre-17	2,0	0,9
Ottobre-17	2,1	1,3
Novembre-17	2,0	2,4
Dicembre-17	1,5	1,9
Media annua 2017	2.0	1,2

Figura 2.2.35 - Livelli medi mensili di concentrazione di H_2S in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – ANNO 2017

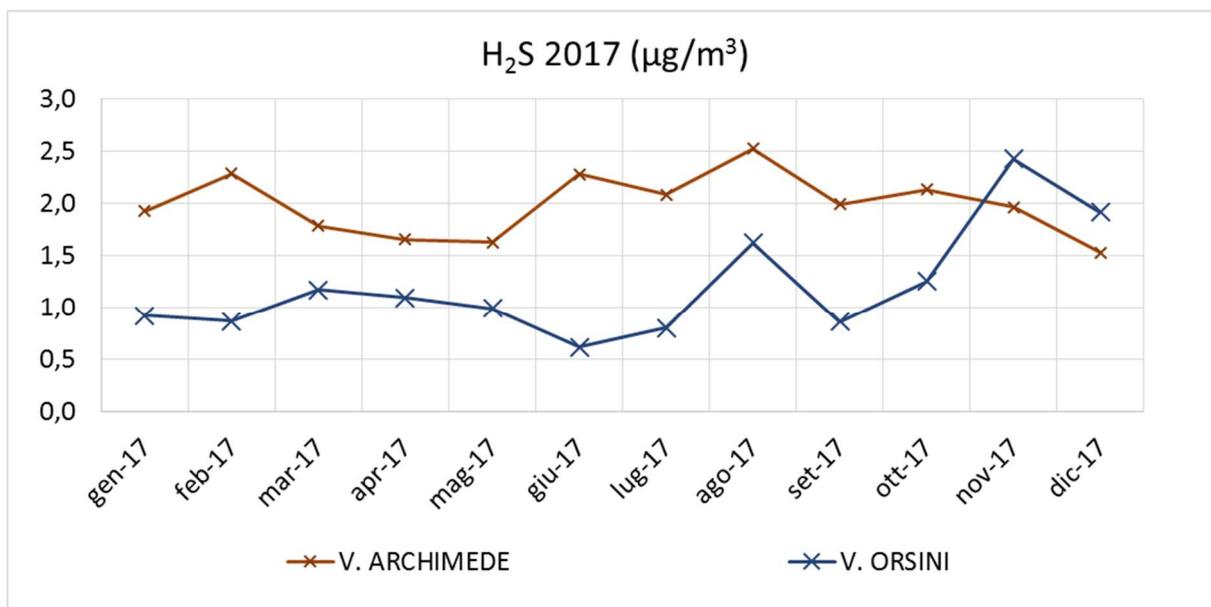
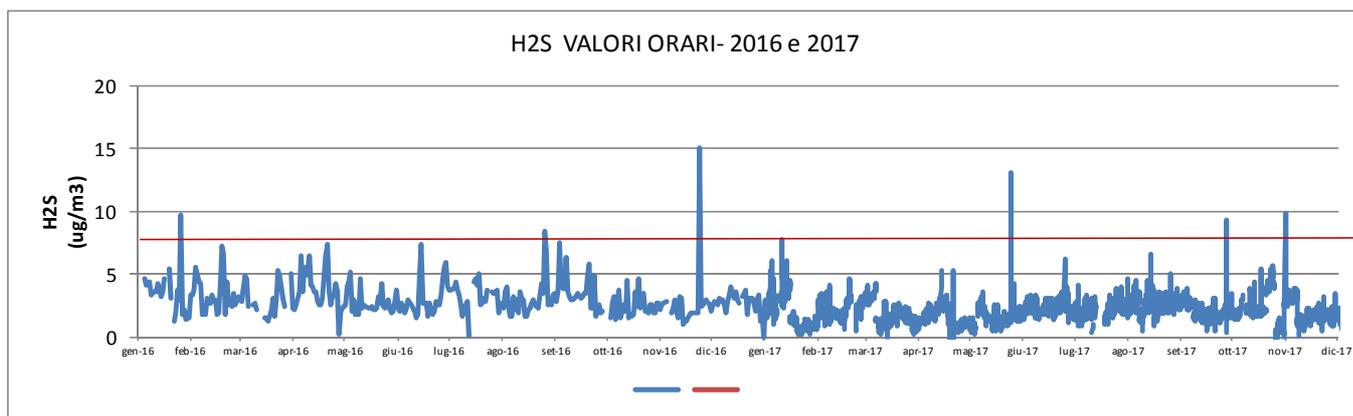


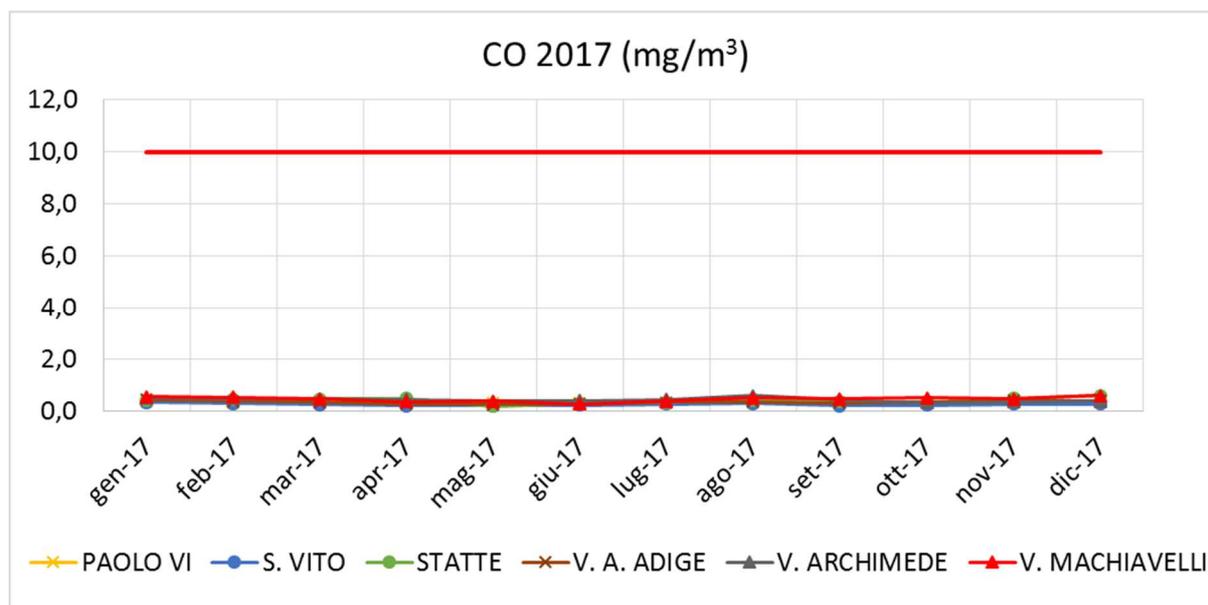
Figura 2.2.36 - Livelli massimi orari di H₂S in µg/m³ – Anni 2016 e 2017

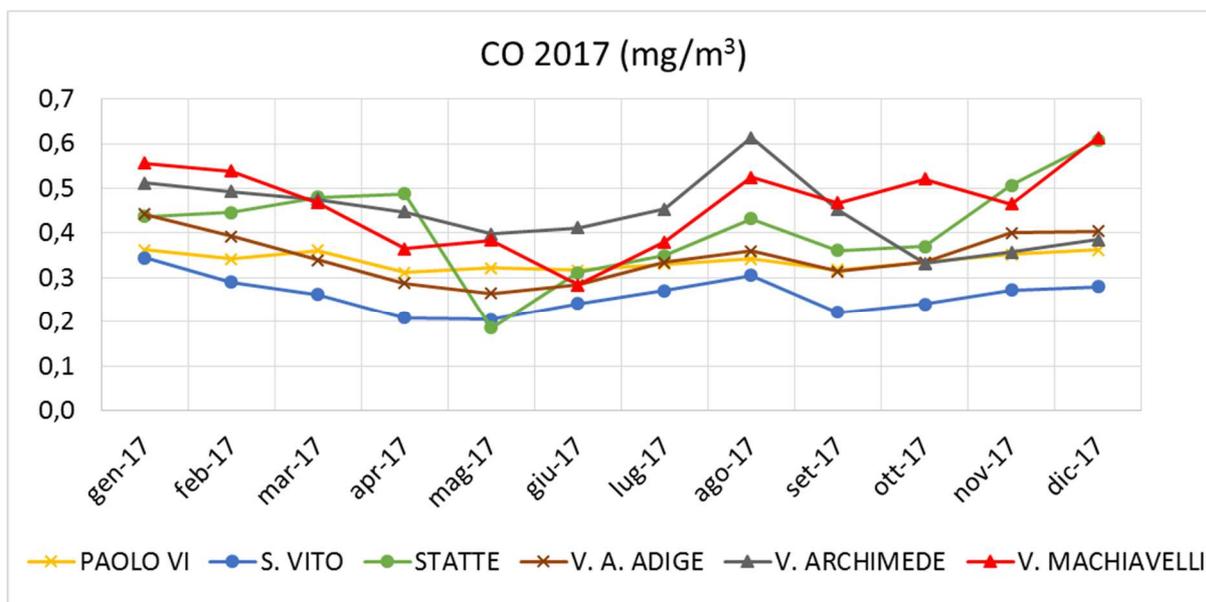


CO

Nel seguente grafico sono riportati i valori medi mensili di CO (monossido di carbonio) per l'anno 2017. Durante l'anno 2017 non è stato mai superato il valore limite in aria ambiente definito in base alla normativa vigente, espresso sul massimo orario delle medie mobili sulle 8 ore, che è pari a 10 mg/m³.

Figura 2.2.37 - Livelli medi mensili di concentrazione del CO nel 2017





METALLI

I metalli pesanti⁷, analizzati nel PM₁₀ ai sensi del D.Lgs. 155/2010, sono determinati sui filtri di PM₁₀ campionati nelle stazioni site in via Machiavelli, via Alto Adige, presso la Scuola Deledda a Tamburi, a Taranto-Talsano e a Martina Franca; essi non hanno mostrato livelli critici dall'inizio delle attività di speciazione del PM₁₀. Di seguito si riporta la sintesi dei risultati delle analisi di tali metalli nel PM₁₀ relativi al **2017** per i siti di indagine, come descritti:

1. Sito collocato in **Via Machiavelli** nel quartiere Tamburi di Taranto, facente parte della RRQA, per il quale si ha una copertura di dati del 56%, superiore a quella richiesta dalla normativa di riferimento (50%, D.lgs. 155/2014) per il confronto con i valori obiettivo annuali.
2. Sito collocato c/o **Scuola Deledda** nel quartiere Tamburi di Taranto, dove è installato solo un campionatore sequenziale del tipo Hydra bicanale della FAI e non vi è una centralina fissa, per il quale si ha una copertura di dati del 53%, superiore a quella richiesta dalla normativa di riferimento (50%, D.lgs. 155/2014) per il confronto con i valori obiettivo annuali.
3. Sito collocato in **Via Alto Adige** a Taranto, facente parte della RRQA, per il quale si ha una copertura di dati (17%) superiore a quella richiesta dalla normativa di riferimento per le misure indicative (pari al 14% come previsto dal D.lgs. 155/2014), ma inferiore al 50%;

⁷ Arsenico, cadmio, nichel e piombo, secondo quanto previsto dal d.lgs. 155/2010.

4. Sito collocato nella frazione di **Talsano** a Taranto, facente parte della RRQA, per il quale si ha una copertura di dati (18%) superiore a quella richiesta dalla normativa di riferimento per le misure indicative (pari al 14% come previsto dal D.lgs. 155/2014), ma inferiore al 50%;
5. Sito collocato a **Martina Franca** (TA) facente parte della rete della Regione Puglia (RRQA) per il quale si ha una copertura di dati (18%) superiore a quella richiesta dalla normativa di riferimento per le misure indicative (pari al 14% come previsto dal D.lgs. 155/2014), ma inferiore al 50%.

I filtri di PM₁₀, campionati mediante utilizzo di analizzatori mono o bicanale della FAI Instruments modello SWAM o Hydra, sono stati prelevati nel corso dell'anno 2017 da parte del Servizio Territoriale del Dipartimento Provinciale Arpa di Taranto. Ogni filtro preleva un volume di aria pari a circa 54-55 m³ nell'arco di tempo di 24 ore. Per i campioni prelevati, l'analisi dei singoli filtri giornalieri di PM₁₀ destinati all'analisi dei metalli è stata effettuata presso il Laboratorio del Dipartimento Provinciale Arpa di Taranto. I risultati ottenuti nei siti Talsano, Adige e Martina Franca possono essere considerati come "*misurazioni indicative*", così come prevede l'Allegato IV del D.Lgs 155/2010 poiché la copertura temporale è inferiore al 50%, ma superiore al 14%. E' stata effettuata, quindi, la ricerca dei metalli in alcuni dei filtri campionati, opportunamente distribuiti nel corso dell'anno, in modo da garantire la copertura minima prevista dalla norma di riferimento sulla qualità dell'aria.

Il valore limite è espresso come valore obiettivo sull'arco temporale di un anno, prelevando campioni distribuiti nelle diverse stagioni. Nelle tabelle seguenti sono riportate le medie dei valori giornalieri di concentrazione misurati sui singoli filtri, come trasmessi dal Servizio Laboratorio del DAP di Taranto. Per eseguire tali medie, i valori inferiori al limite di quantificazione (LOQ) sono stati sostituiti cautelativamente con la metà del limite di quantificazione stesso per ogni metallo rilevato.

I valori medi annuali riscontrati nei cinque siti sono risultati tutti inferiori ai valori obiettivo previsti dal D.L.gs 155/2010 per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il piombo.

Tabella 2.2.15: medie annuali dei valori di concentrazione dei metalli nel PM10 per l'anno 2017.

METALLI nel PM ₁₀ (ng/m ³)		Via Machiavelli	Via Deledda	Talsano	Via A. Adige	Martina Franca	Valori obiettivo
MEDIE ANNO 2017	Arsenico	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	6
	Cadmio	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5
	Nichel	1,7	2,0	1,2	2,0	1,3	20
	Piombo	6,4	7,1	3,7	3,6	3,7	500

Per confronto, si richiama di seguito quanto avvenuto l'anno precedente (2016), in cui non sono state rilevate criticità rispetto ai limiti di legge, come neanche negli anni precedenti.

Si riportano di seguito i valori medi annuali relativi all'anno 2016: i limiti non sono stati superati in nessuno dei 5 siti di monitoraggio.

Tabella 2.2.16: Medie annuali di As, Cd, Ni e Pb nel PM10 a Taranto nel 2016

METALLI nel PM ₁₀ (ng/m ³)		Via Machiavelli	Via Deledda	Talsano	Via A. Adige	Martina Franca	LIMITI
MEDIE ANNO 2016	Arsenico	0,4	0,8	0,4	0,2	2,3	6
	Cadmio	0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	5
	Nichel	2,5	2,9	1,9	1,9	3,0	20
	Piombo	4,5	6,6	3,2	2,9	3,2	500

Nel 2016, la percentuale di campionamento del PM₁₀ destinato all'analisi dei metalli è stato pari al 49% per Machiavelli, valore prossimo al 50% richiesto ai sensi del DLgs 155/2010. Per Talsano e Adige, sono state effettuate (come per il BaP) le misure indicative, con percentuali superiori al 14%, come previsto dalla norma, distribuendo i campionamenti dei filtri in periodi rappresentativi delle 4 stagioni. Nel sito Deledda la percentuale di copertura nel corso dell'anno, uniformemente distribuita, è risultata pari a 41%.

Di seguito si riportano i valori mensili misurati nei vari siti di monitoraggio per i metalli monitorati.

Tabella 2.2.17: Medie mensili di As, Cd, Ni e Pb a Via Machiavelli

Metalli PM10 ng/m ³	Via Machiavelli			
	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Gennaio	0,06	0,05	2,12	5,18
Febbraio	0,13	0,06**	0,05*	6,51
Marzo	0,70	0,18	5,30	18,77
Aprile	0,06	0,05*	6,99	5,52
Maggio	0,05*	0,05*	0,51	4,79
Giugno	0,05*	0,05*	1,06	5,64
Luglio	0,05*	0,08	1,95	5,75
Agosto	0,23	0,05*	0,19	5,45
Settembre	0,18	0,05*	0,99	3,94
Ottobre	0,05*	0,13	1,01	5,60
Novembre	0,13	0,26	0,37	4,95
Dicembre	0,24	0,24	0,37	4,58
Valore medio	0,16	0,10	1,74	6,39
Valore obiettivo	6	5	20	500

Nota: * tutti i campioni giornalieri sono risultati inferiori al LOQ;

** un solo campione giornaliero è risultato superiore al LOQ

Tabella 2.2.18: Medie mensili di As, Cd, Ni e Pb a Via A. Adige

Metalli PM10 ng/m ³	Via Alto Adige			
	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Gennaio	0,12	0,05*	2,29	2,81
Febbraio	0,05*	0,05*	2,21	3,09
Marzo				
Aprile	0,10	0,05*	2,58	3,35
Maggio				
Giugno				
Luglio	0,10	0,05**	2,08	3,98
Agosto				
Settembre				
Ottobre	0,18	0,07	0,59	4,54
Novembre				
Dicembre				
Valore medio	0,11	0,06	1,95	3,55
Valore obiettivo	6	5	20	500

Nota: * tutti i campioni giornalieri sono risultati inferiori al LOQ; ** un solo campione giornaliero è risultato superiore al LOQ

Tabella 2.2.19: Medie mensili di As, Cd, Ni e Pb a Martina Franca

Metalli PM10 ng/m ³	Martina Franca			
	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Gennaio	0,11	0,06	2,01	3,36
Febbraio				
Marzo				
Aprile	0,13	0,08	1,69	2,62
Maggio				
Giugno				
Luglio	0,05*	0,05*	0,54	2,93
Agosto				
Settembre				
Ottobre	0,29	0,15	0,88	5,73
Novembre				
Dicembre				
Valore medio	0,15	0,09	1,28	3,66
Valore obiettivo	6	5	20	500

Nota: * tutti i campioni giornalieri sono risultati inferiori al LOQ.

Tabella 2.2.20: Medie mensili di As, Cd, Ni e Pb a Via Deledda

Metalli PM10 ng/m ³	Via Deledda			
	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Gennaio	0,43	0,05*	3,89	8,69
Febbraio	0,16	0,05*	0,78	6,99
Marzo	0,05*	0,13	4,49	10,76
Aprile	0,15	0,06	2,37	6,98
Maggio	0,30	0,08	1,91	7,27
Giugno	0,24	0,10	1,42	6,43
Luglio	0,23	0,05	0,56	7,60
Agosto	0,52	0,05*	0,39	8,61
Settembre	0,09	0,05*	2,67	4,07
Ottobre	0,15	0,21	5,13	6,02
Novembre	0,19	0,09	0,19	6,48
Dicembre	0,43	0,05*	0,66	5,76
Valore medio	0,24	0,08	2,04	7,14
Valore obiettivo	6	5	20	500

Nota: * tutti i campioni giornalieri sono risultati inferiori al LOQ.

Tabella 2.2.21: Medie mensili di As, Cd, Ni e Pb a Talsano

Metalli PM10 ng/m ³	Talsano			
	Arsenico	Cadmio	Nichel	Piombo
Gennaio	0,14	0,05*	1,80	4,36
Febbraio				
Marzo				
Aprile	0,05*	0,05*	1,10	3,65
Maggio				
Giugno				
Luglio	0,05*	0,06	0,49	2,90
Agosto				
Settembre				
Ottobre	0,05*	0,12	1,30	3,91
Novembre				
Dicembre				
Valore medio	0,07	0,07	1,17	3,70
Valore obiettivo	6	5	20	500

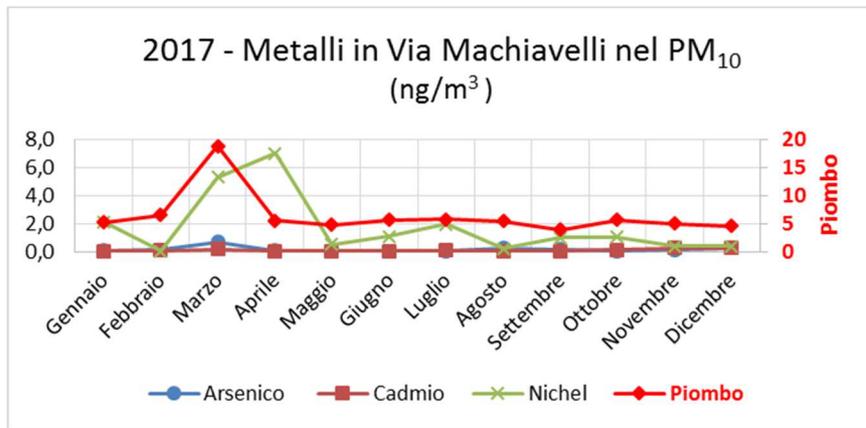
Nota: * tutti i campioni giornalieri sono risultati inferiori al LOQ.

In tabella 2.2.22 è indicata la **copertura temporale** del monitoraggio nel 2017.

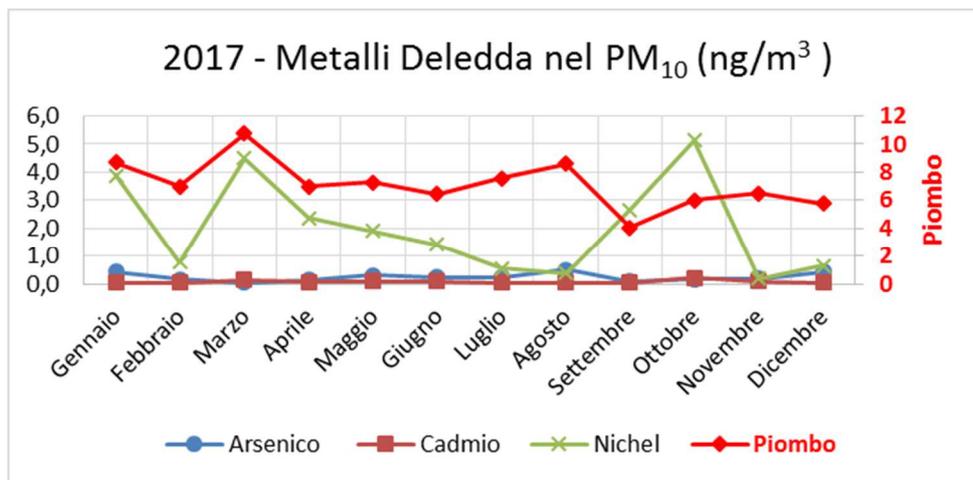
Tabella 2.2.22: percentuale di copertura temporale e numero di giorni di campionamento nel 2017

Sito	Copertura %	n. di giorni / anno
Taranto-Machiavelli	56	206
Taranto-Deledda	53	194
Taranto-Adige	17	62
Taranto-Talsano	18	65
Martina Franca	18	64

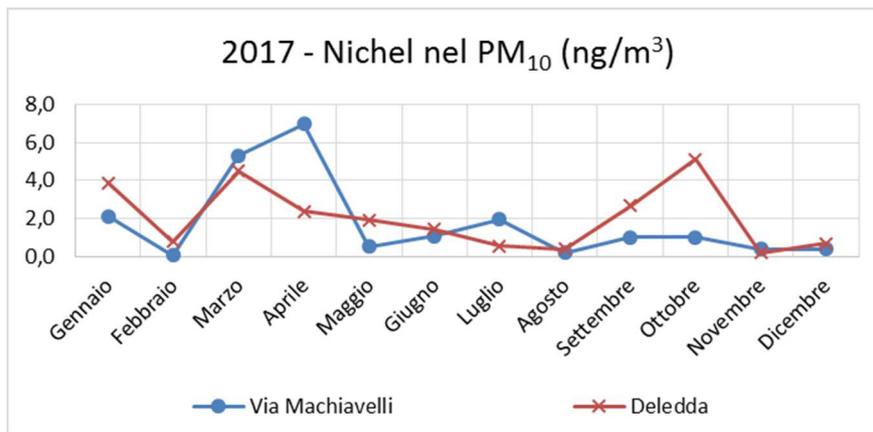
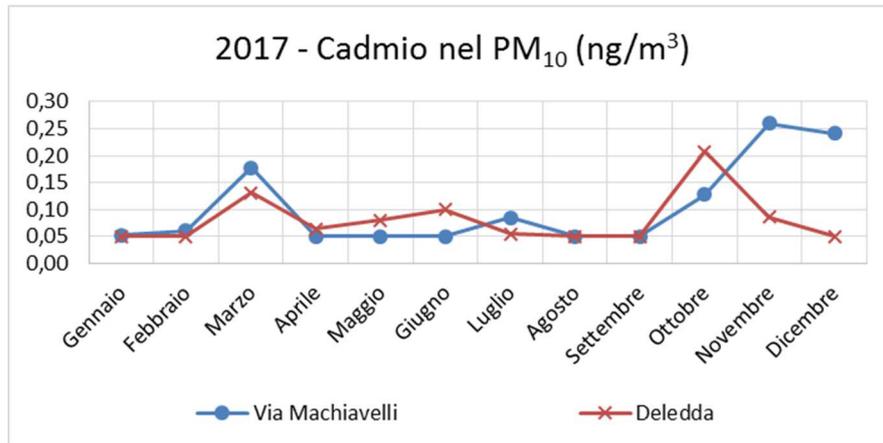
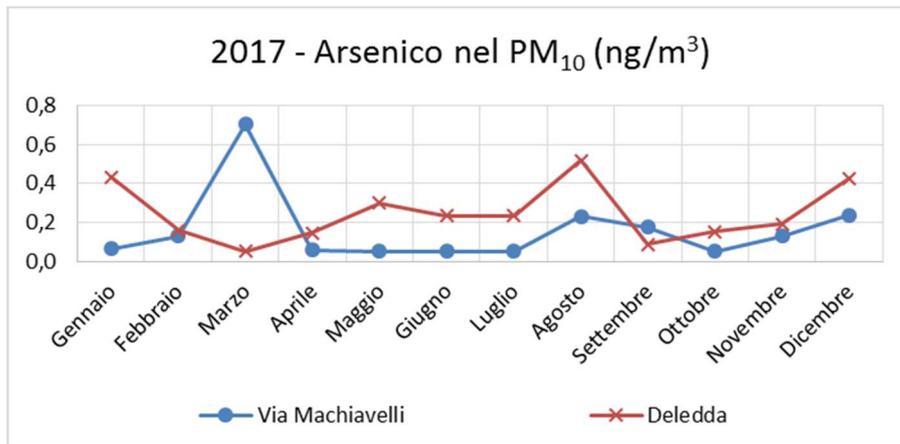
Nel seguente grafico si riportano le concentrazioni medie mensili dei metalli (ng/m³) rilevate nel PM₁₀ campionato in Via Machiavelli nel corso dell'anno 2017:

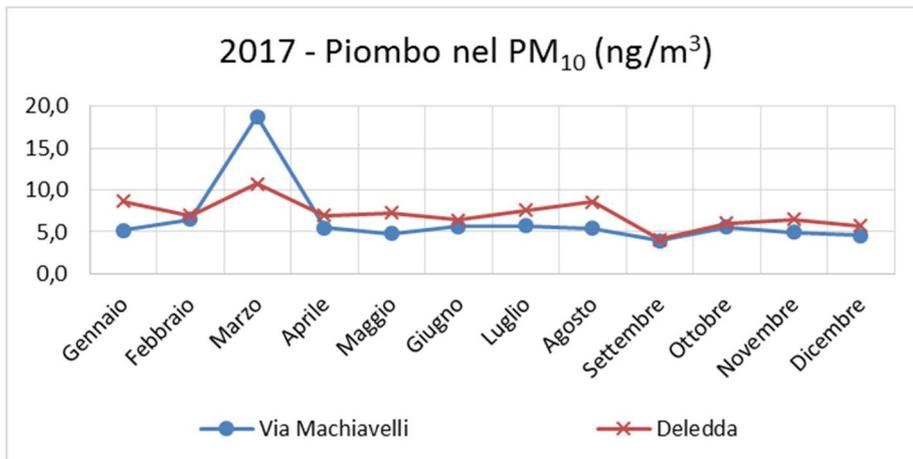


Nel seguente grafico si riportano le concentrazioni medie mensili dei metalli (ng/m³) rilevate nel PM10 campionato c/o la Scuola Deledda nel corso dell'anno 2017:

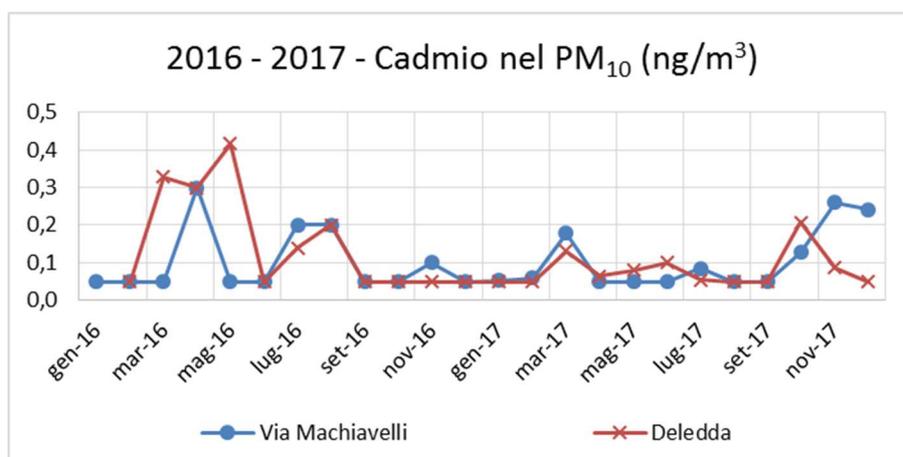
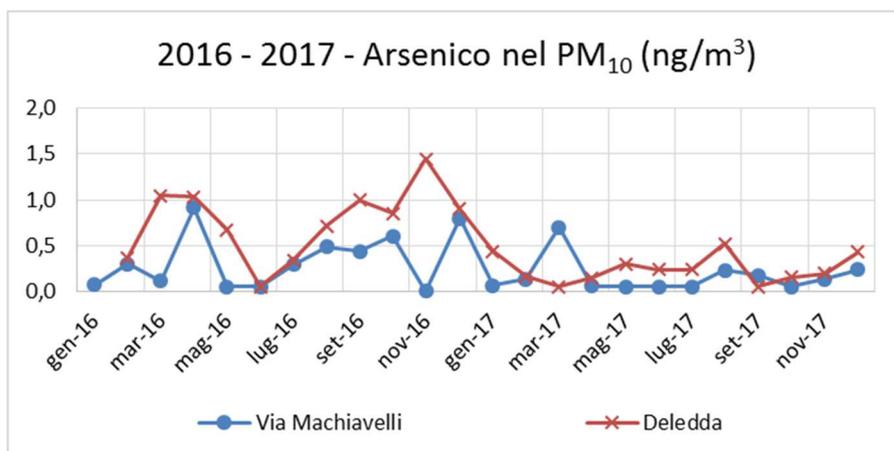


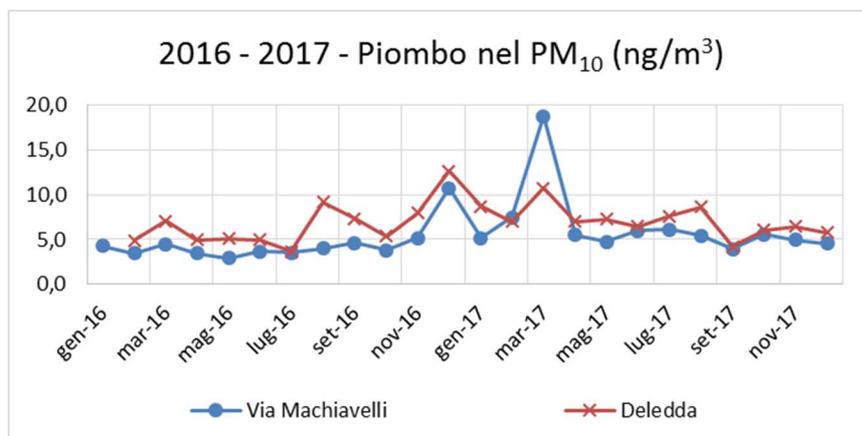
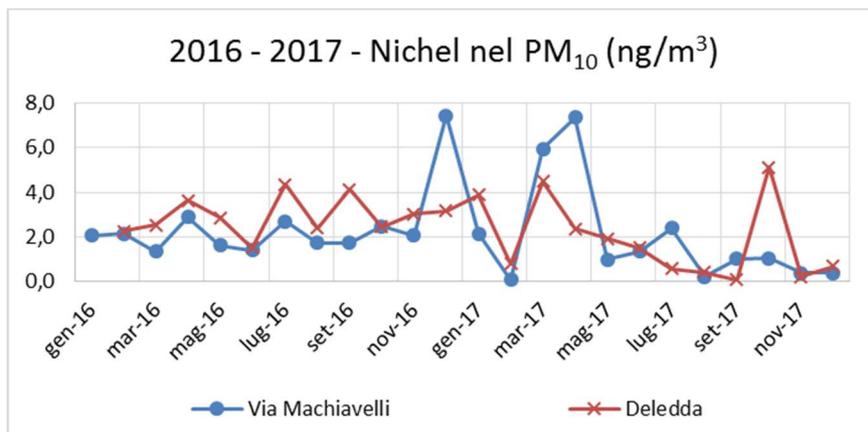
Nei seguenti grafici si riportano, per confronto, le concentrazioni medie mensili dei metalli (ng/m³) rilevate nel PM10 campionato in Via Machiavelli e c/o la Scuola Deledda, entrambe nel quartiere Tamburi, nel corso dell'anno 2017:





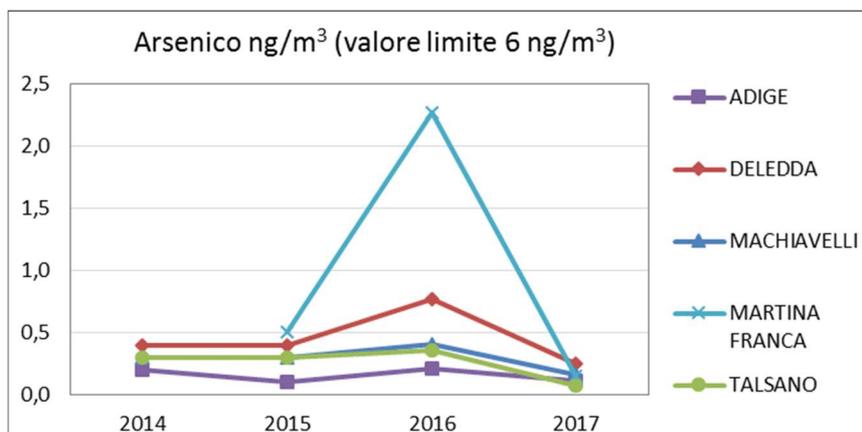
Nei seguenti grafici si riporta l'andamento delle concentrazioni medie mensili dei metalli (ng/m³) rilevate nel PM₁₀ campionato in Via Machiavelli e c/o la Scuola Deledda, entrambe nel quartiere Tamburi, nel biennio 2016 - 2017:

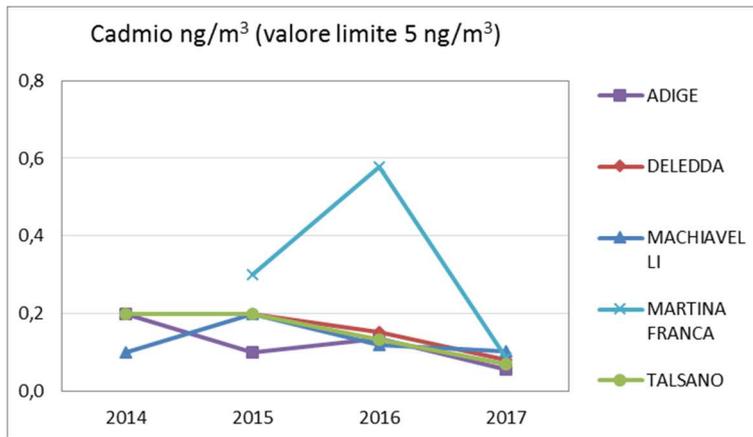




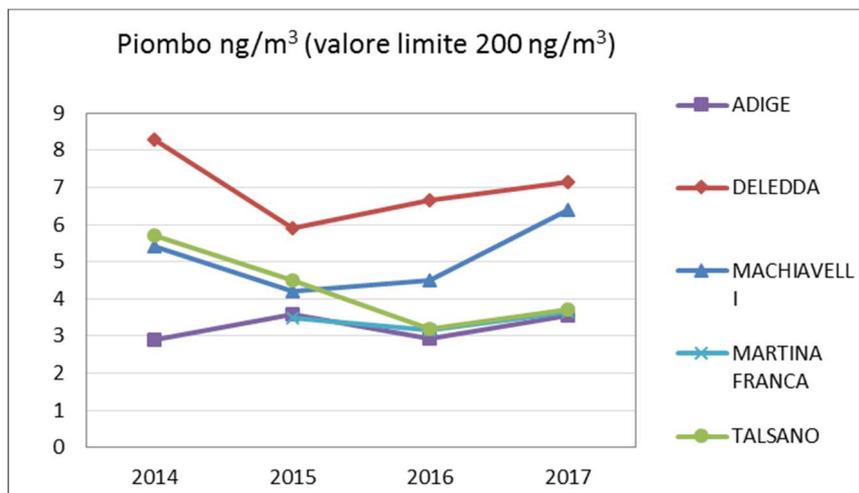
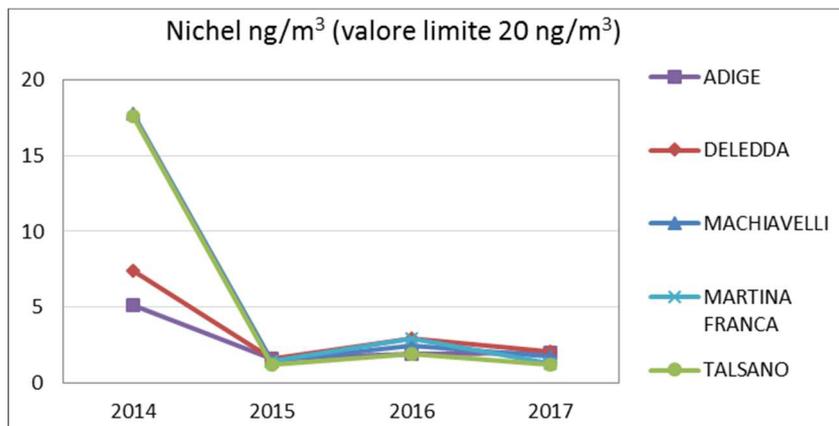
Nei seguenti grafici si riporta l'andamento delle concentrazioni medie annuali dei metalli (ng/m³) riscontrate nelle centraline di a Taranto e provincia nel periodo 2014 – 2017, al fine di valutare i trend annuali.

Si richiama che il valore obiettivo sulla media annua per l'arsenico è di 6 ng/m³, mentre per il cadmio è di 5 ng/m³.





Si richiama che il valore obiettivo sulla media annua per il Nichel di 20 ng/m³ mentre per il Piombo è di 200 ng/m³.



2.3. Conclusioni sullo stato della qualità dell'aria

Le concentrazioni annuali di **PM₁₀** misurate nelle centraline della qualità dell'aria della città di Taranto mostrano livelli paragonabili negli anni, in decremento a partire dal 2012 nelle stazioni del quartiere Tamburi. Dal 2015 al 2016 si osserva una lieve diminuzione delle concentrazioni medie annue di PM₁₀ in tutti i siti. Le concentrazioni medie nel 2017 sono risultate sostanzialmente invariate rispetto a quelle dell'anno precedente.

Come già riportato nel report dell'anno 2016, il decremento delle concentrazioni annuali di PM₁₀ a partire dal 2011, particolarmente evidente nelle stazioni del quartiere Tamburi ed accentuato maggiormente nel 2014 rispetto al 2013, può essere dovuto, oltre alla riduzione della produzione industriale degli ultimi anni, a una serie di misure di risanamento messe in atto a partire da settembre 2012, volte a limitare il carico emissivo industriale nei cosiddetti *wind days*, giorni di elevata ventosità, in cui l'agglomerato urbano si trova sottovento al polo industriale.

Si osserva come le concentrazioni di **PM₁₀** nel 2017 tendano ad aumentare nei mesi di luglio-agosto (in tutte le centraline) e nel periodo invernale (marzo e dicembre, in quasi tutte le centraline), con maggiore evidenza nelle cabine del quartiere Tamburi. La stagionalità di quanto sopra riportato negli altri siti si riscontra anche valutando la distribuzione del numero dei superamenti del limite giornaliero del PM₁₀ nell'arco dell'anno 2017. Tale andamento stagionale si riscontrava anche negli anni precedenti. In ogni caso, in nessun sito del comune di Taranto è stato superato il valore limite previsto dal D.Lgs. 155/2010 sulla media annuale del **PM₁₀**, pari a 40 µg/m³, e nemmeno il numero massimo di 35 superamenti del valore di 50 µg/m³ sulla media giornaliera del **PM₁₀**, consentiti dalla norma, sebbene nel 2017 si sia riscontrato un moderato aumento del numero di superamenti del limite giornaliero per la centralina Ilva di *via Orsini*.

Le concentrazioni medie annuali di PM₁₀ dal 2009 al 2017 nella centralina di *Talsano* (Via U. Foscolo, classificata come fondo suburbano) sono risultate costantemente più basse rispetto a quelle delle stazioni della RRQA poste nel quartiere Tamburi (in *Via Machiavelli*, *Via Archimede*)

I livelli di concentrazione in aria di **PM_{2.5}** nel comune di Taranto nel 2017, presso le stazioni della rete regionale della qualità dell'aria che misurano questo inquinante, non hanno mostrato superamenti per tale parametro rispetto al Valore Limite (VL) annuale per la

protezione della salute umana, pari a 25 µg/m³. Dal 2016 al 2017 in tutte le centraline non si osservano variazioni delle medie annue di **PM_{2,5}**, tranne per un trend in lieve aumento in *Via Orsini* (Rete ILVA). La concentrazione media annua più elevata nel 2017 è stata registrata nella stazione presente in *Via Orsini*, che nel corso dell'anno registra concentrazioni costantemente più alte rispetto al sito di *Alto Adige*, sito urbano da traffico. I livelli più elevati sono stati registrati nei mesi di marzo, luglio e agosto.

I valori medi annui riscontrati per il **Benzo(a)pirene** nei cinque siti sono risultati, nel 2016 e nel 2017, inferiori al valore obiettivo previsto dal D.Lgs. 155/2010, pari a 1 ng/m³. Nel corso del 2017 la media mensile più elevata (pari a 1,1 ng/m³) è stata registrata nel mese di gennaio a *Talsano*, sito in cui risulta essersi riscontrata la media annua più alta.

Le maggiori criticità riscontrate in passato per tale inquinante erano legate ai superamenti del valore obiettivo del BaP nella stazione di *via Machiavelli* e del PM10 nelle stazioni di *Via Archimede* e *Via Machiavelli*, siti di monitoraggio posti nel quartiere Tamburi del comune di Taranto. In particolare, negli anni 2009, 2010 e 2011, il valore obiettivo annuale pari a 1,0 ng/m³, era stato superato nella stazione sita in *via Machiavelli*. Dal 2013, le concentrazioni sono divenute paragonabili a quelle delle altre città pugliesi (ad esclusione del sito di *Torchiarolo-Don Minzoni* in provincia di Brindisi, in cui si è registrato il raggiungimento del valore obiettivo di 1 ng/m³ per il **BaP** nel 2013 e il superamento per l'anno 2014).

Nel 2014, nel 2015 e nel 2016, i valori medi annuali sono risultati confrontabili tra di loro, Dal 2016 al 2017, si osserva un lieve incremento delle medie annuali di BaP in tutti i siti, con valori comunque inferiori alla soglia di 1 ng/m³.

La concentrazione media annuale di **IPA** totali nella stazione di *Via Alto Adige* è risultata uguale a quella di *Via Machiavelli*. La media annua più elevata è stata quella registrata in *Via Orsini* (rete ILVA). Nel corso dell'anno 2017, si osservano valori più bassi nei mesi di primavera-estate, in modo più marcato nel sito di *Via Orsini*, *Via Machiavelli* e *Via Alto Adige*. La concentrazione del **benzene** mostra una media annuale nel 2017 invariata rispetto al 2016 e al 2015; si osservano livelli stazionari anche in *via Alto Adige* che è un sito urbano da traffico. Tali valori risultano molto al di sotto del valore limite annuale, pari a 5 µg/m³, con medie annue che si attestano attorno ad 1 µg/m³.

Per l'**NO₂**, nel corso dell'anno 2017, le medie annuali sono risultate inferiori al valore limite annuale consentito sia sulla media annua pari a 40 µg/m³ nel quartiere Tamburi sia nelle

altre centraline considerate; è stato rispettato quanto previsto dal D. Lgs 155/10 anche per il valore limite, sulla media oraria di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte nel corso dell'anno solare.

I **metalli**, analizzati ai sensi del D.Lgs. 155/2010, sono stati determinati sui filtri campionati nei seguenti siti di monitoraggio, prelevando campioni di PM10 giornalieri distribuiti uniformemente nell'arco temporale nel corso dell'anno 2017: Via Machiavelli-Taranto, Deledda-Taranto, Talsano-Taranto, Via Adige-Taranto, Martina Franca. Il valore limite è espresso come valore obiettivo sulla media annuale. I valori medi annuali misurati nei 5 siti non hanno superato il valore obiettivo annuale previsto per i quattro metalli (As, Ni, Cd e Pb) e sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 2.2.23: medie annuali dei valori di concentrazione dei metalli nel PM₁₀ per l'anno 2017.

METALLI nel PM ₁₀ (ng/m ³)		Via Machiavelli	Via Deledda	Talsano	Via A. Adige	Martina Franca	VALORE OBIETTIVO
MEDIE ANNO 2017	Arsenico	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	6
	Cadmio	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5
	Nichel	1,7	2,0	1,2	2,0	1,3	20
	Piombo	6,4	7,1	3,7	3,6	3,7	500

Si fa presente, infine, che il rispetto dei limiti di qualità dell'aria previsti dalla normativa italiana (il citato D.Lgs. 155/2010), recepimento di analoga normativa europea, sia per quanto riguarda il limite giornaliero del PM10 che per i valori obiettivo dei metalli normati e del BaP, non fornisce alcuna garanzia di assenza di effetti sulla salute.

2.4 Valutazione modellistica dello stato della Qualità dell’Aria sull’area di Taranto

Al fine di ricostruire lo stato della qualità dell’aria in zone del territorio regionale dove non sono presenti siti di monitoraggio o dove alcuni inquinanti non sono rilevati, Arpa Puglia ha implementato nel 2015 un sistema modellistico in grado di stimare sul territorio regionale le concentrazioni degli inquinanti normati dal D. Lgvo 155/2010.

A partire dal 2016 Arpa ha condotto ai sensi del D. Lgs. 155/2010 valutazioni modellistiche annuali dello stato della qualità dell’aria sulla Regione Puglia. Tali valutazioni, i cui risultati sono disponibili alla pagina <http://www.arpa.puglia.it/web/guest/modellistica>, consentono di conoscere lo stato della qualità dell’aria sulle province di Brindisi, Lecce e Taranto con una dettagliata risoluzione spaziale (1km x 1km). Il sistema modellistico utilizzato è incentrato sul modello euleriano, di trasporto e chimica dell’atmosfera, FARM, in grado, a partire dalle emissioni di inquinanti delle varie sorgenti presenti sul territorio (naturali ed antropiche) e dallo stato fisico dell’atmosfera (campi di vento, di temperatura, di umidità, di turbolenza, ecc.), di fornire i campi tridimensionali orari di concentrazione per diversi inquinanti per l’intero anno in esame. Al fine di verificare la conformità dello stato della QA, così come ricostruita dal modello a tale risoluzione, i campi di concentrazione, prodotti da FARM su base oraria, sono stati opportunamente elaborati, al fine di confrontare le mappe modellistiche dei relativi indicatori, prescritti dal D.Lgvo 155/2010, con i corrispondenti valori limite, previsti per la protezione della salute umana.

Relativamente al Salento, e quindi all’area di Taranto, sono ad oggi disponibili le valutazioni modellistiche condotte relativamente al 2013 e al 2016. Nel presente rapporto si riportano le conclusioni della valutazione modellistica riferita al 2016, estrapolate sull’area di Taranto, rimandando per ulteriori dettagli alla relazione “VALUTAZIONE DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL’ARIA SULLA REGIONE PUGLIA CON FOCUS SUL SALENTO - ANNO 2016” allegata (Allegato 14).

La valutazione modellistica relativa al 2016 è stata condotta per gli inquinanti NO₂, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, CO e C₆H₆ combinando le relative misure, effettuate nel 2016 dalle reti di monitoraggio di ARPA Puglia, con i campi di concentrazione, ricostruiti sulla Puglia e sul Salento dal modello fotochimico FARM. Per gli inquinanti As, Cd, Ni, Pb e B(a)P (data

l'indisponibilità su tutta la regione di misure aggiornate) la valutazione è stata condotta con l'ausilio del solo modello fotochimico.

Il confronto con i limiti della normativa prescritti dal D. Lgs 155/2010 ha evidenziato sull'area di Taranto la conformità dello stato della QA per gli inquinanti NO₂, SO₂, CO, C₆H₆, As, Cd, Ni e Pb. Sono invece presenti alcune non conformità per il PM₁₀, per il B(a)P, per il PM_{2.5}. Tali non conformità, come precisato di seguito, non hanno interessato il comune di Taranto, ma alcuni comuni della provincia.

In particolare, riguardo al valore limite giornaliero per il particolato fine – frazione PM₁₀, da non superare per più di 35 volte all'anno, l'analisi modellistica condotta ha evidenziato alcune non conformità in corrispondenza della provincia di Taranto (nei comuni di Mottola e Castellaneta). Anche relativamente alla media annuale del particolato fine – frazione PM_{2.5} l'analisi ha mostrato per il 2016 sul dominio salentino diversi superamenti del valore limite vigente. In provincia di Taranto tali superamenti sono stati stimati nei comuni di Mottola e Castellaneta.

Relativamente al Benzo(a)pirene la valutazione condotta con il solo modello fotochimico ha evidenziato la presenza di numerosi superamenti in provincia di Taranto (nei comuni di Mottola, Castellaneta, Ginosa, Massafra, Grottaglie, Palagiano e San Giorgio Jonico). La forte stagionalità che caratterizza gli andamenti di tali inquinanti su base annuale, con evidenti aumenti nei mesi invernali, fa ritenere plausibile che la causa dei suddetti superamenti sia da ascrivere alle emissioni locali prodotti dal riscaldamento residenziale a biomassa legnosa. Infine, su buona parte del territorio provinciale tarantino si è verificato il superamento del valore limite obiettivo previsto per l'ozono.

2.4.1 Valutazione modellistica del contributo industriale primario sullo stato della qualità dell'aria in area di Taranto

Relativamente all'anno 2016 è stato condotto da Arpa Puglia uno studio modellistico, il cui obiettivo era di valutare per il suddetto anno sull'area di Taranto, ad una risoluzione spaziale pari a 500 m, il contributo primario sullo stato della qualità dell'aria prodotto dalle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), anidride solforosa (SO₂), monossido di carbonio (CO), composti organici volatili non metanici (COVNM), benzene (C₆H₆), particolato fine - frazione PM₁₀, particolato fine - frazione PM_{2.5} e benzo(a)pirene (BaP), provenienti dall'impianto siderurgico ILVA e dall'intero comparto industriale, marittimo e portuale tarantino. Tale valutazione ha compreso inoltre un'analisi specifica sui *wind days*, verificatisi nel 2016, per i quali è stato stimato il contributo industriale, prodotto dalle emissioni dirette di ILVA.

Tali stime sono state determinate tramite l'ausilio del modello lagrangiano a particelle, SPRAY, che rappresenta il modello più adatto a ricostruire su scala locale l'impatto delle sorgenti industriali in condizioni meteorologiche ed emissive particolarmente complesse, come quelle che caratterizzano l'area di Taranto.

Per i dettagli e le conclusioni dello studio si rimanda alla relazione "VALUTAZIONE MODELLISTICA DELL'IMPATTO PRIMARIO SULLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA PRODOTTO DALL'AREA INDUSTRIALE TARANTINA - ANNO 2016" allegata al presente rapporto (Allegato 15).

3. Valutazione di primo livello: esame della misura delle concentrazioni dei contaminanti di interesse e valutazione comparativa rispetto ai limiti di normativi.

Al fine di ottemperare a quanto previsto dal punto 2.2.1 “Valutazione di primo livello” del citato decreto ministeriale, dalla valutazione comparativa con i limiti normativi delle misure delle concentrazioni ambientali dei contaminanti di interesse ai fini della valutazione del rischio inalatorio si evidenzia, per i dati più recenti riferiti agli anni 2014-2017, l’assenza di superamenti dei valori limite e obiettivo previsti dalle leggi nazionali, come già osservato nei precedenti Rapporti VDS, alle cui conclusioni si rinvia.

Si elencano di seguito le relazioni allegate (Allegato 1 - 13) relativamente alle attività di monitoraggio *Indoor & Outdoor* effettuate nel quartiere Tamburi e, specificamente, nelle scuole per la valutazione degli inquinanti aero-dispersi di origine industriale, come definito nell’ambito del tavolo tecnico congiunto ASL TA – Arpa.

1. prot. 12352 del 27/02/2018: trasmissione del rapporto di monitoraggio del PM10 in postazioni *indoor* e *outdoor* nelle scuole De Carolis e Deledda, dal 7 settembre al 17 ottobre 2017;
2. prot. 12652 del 28/02/2018: trasmissione relazione tecnica speciazione dei metalli nel PM10 di Taranto nei mesi di aprile e luglio 2017 nelle centralina “Machiavelli” e “Talsano”;
3. prot. 14853 del 08/03/2018: trasmissione della relazione tecnica “*Speciazione dei metalli nel PM10 outdoor-indoor nelle scuole del Quartiere Tamburi di Taranto*”;
4. Prot. 36467 del 01/06/2018 – trasmissione del report speciazione dei metalli nei campioni di PM10 prelevati durante gli eventi di WD a Taranto nei giorni dal 23 al 25 ottobre 2017;
5. prot. 41107 del 21/06/2018 – trasmissione report relativo alle misure di composti organici volatili (VOC) effettuate dal 07/09/2017 al 17/10/2017 in siti “*indoor*” e “*outdoor*” presso le scuole del quartiere Tamburi di Taranto;
6. prot. 41754 del 25/06/2018 – trasmissione report relativo agli esiti delle analisi di IPA sui filtri di PM10 prelevati nelle scuole Deledda (*outdoor*) e De Carolis (*indoor*) dal 7/09 al 17/10/2017.

7. report relativo agli esiti delle analisi dei metalli sui filtri di PM10 prelevati nelle stazioni fisse QA di Via Machiavelli e di Talsano da aprile a luglio 2017 con focus sugli eventi di *Wind Days*;
8. relazione sulla qualità dell'aria nel corso degli eventi "*wind-days*" a Taranto nei giorni 23-24-25 ottobre 2017;
9. relazione sulla qualità dell'aria nel corso degli eventi "*wind-days*" a Taranto nei giorni 27-28 novembre 2017.
10. report relativo alle misure di polveri e dei metalli presenti sulle superfici in ambienti "*indoor*" e "*outdoor*" prelevati sui filtri ottenuti dallo "spolveramento" effettuato sulle superfici delle aule dell'Istituto Gabelli nel quartiere Tamburi di Taranto in data 16/02/2018.
11. rapporti di prova emessi dal Polo Microinquinanti di Taranto in riferimento agli IPA determinati su campioni prelevati in alto volume in data 13/10/2017: n. 3384-2017 (indoor Scuola "Deledda"), RdP n. 3383-2017 (outdoor scuola "Deledda") e RdP n. 3385-2017 (indoor Scuola "De Carolis").
12. report campagna di monitoraggio del PM10 Indoor & Outdoor nelle scuole del quartiere Tamburi di Taranto dal 02/02/2018 al 27/03/2018 e focus sugli eventi di Wind Days.
13. report campagna di monitoraggio del PM10 Indoor & Outdoor nelle scuole del quartiere Tamburi di Taranto dal 02/02/2018 al 27/03/2018 e focus sugli eventi di Wind Days.

Le relazioni predisposte da Arpa sono rese disponibili/pubbliche al link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti_qa.

4. Acquisizione dei dati correnti: caratterizzazione socio-demografica sanitaria della popolazione

Il Gruppo di Lavoro Valutazione del Danno Sanitario ha aggiornato la valutazione degli indicatori sanitari disponibili per definire il quadro sanitario di riferimento, sulla base dei dati correntemente raccolti sul territorio o comunque già disponibili.

La ASL di Taranto ha reso disponibile nel 2018 l'aggiornamento dell'inquadramento socio-demografico della popolazione. Le tabelle sono allegate al rapporto (Allegato 16).

Si rileva, rispetto al 2002, un incremento di 5 anni nell'età media della popolazione della provincia di Taranto e del 10% dell'indice di dipendenza strutturale; L'indice di vecchiaia è il rapporto percentuale tra la popolazione di 65 anni e oltre e la popolazione di 0-14 anni: esso permette di misurare il livello di invecchiamento della popolazione. Nel 2017 la Provincia di Taranto si colloca al terzo posto nella graduatoria dell'indice di vecchiaia delle sei provincie pugliesi con 161 anziani ogni 100 giovani, al primo posto c'è la Provincia di Lecce con il 183,5 per cento. Sia nella Provincia di Taranto che in Puglia, negli ultimi anni, tale indice è aumentato progressivamente: nella prima si osserva un aumento, dal 2002 al 2017, di 64,8 punti percentuali e nella seconda di 61,6 punti percentuali. A livello nazionale la variazione dell'indice nell'intervallo di tempo 2002-2017 è pari a 33,6 punti percentuali.

l'indice di vecchiaia è passato dal 96,2 del 2002 al 161 del 2017.

Nel 2017 il 13,59% (13,82 % nel 2016) della popolazione tarantina ha 0-14 anni di età, il 64,54% (64,82 % nel 2016) ha 15-64 anni, il 21,87% (21,36 % nel 2016) ha 65 anni e più. Si rileva rispetto agli anni precedenti una leggera riduzione della quota dei giovani ed un leggero aumento della quota di anziani.

La speranza di vita alla nascita è un indice statistico che misura il numero medio di anni che restano da vivere a un neonato nell'ipotesi in cui, nel corso della sua futura esistenza, sperimenti i rischi di morte che si sono rilevati nell'anno di riferimento (Noi Italia Istat). Nella Provincia di Taranto nel 2016 per il sesso maschile la speranza di vita alla nascita, rispetto all'anno precedente, aumenta, mentre per le donne diminuisce. Gli uomini raggiungono 80,6 anni (+0,4 rispetto al 2015), le donne 84,5 anni (-0,5 rispetto al 2015).

La differenza di genere risulta di 3,9 anni a vantaggio del sesso femminile.

La Provincia Tarantina, nel 2016, si colloca al quarto posto tra le provincie pugliesi per il genere maschile e all'ultimo posto tra le provincie pugliesi per il genere femminile (pari merito con la BAT).

In relazione alla rassegna delle evidenze scientifiche sullo stato di salute della popolazione, si riportano in questa sede gli ulteriori studi pubblicati rispetto al rapporto VDS precedente, e i risultati di specifiche attività di sorveglianza epidemiologica in corso.

4.1 L'aggiornamento dello Studio Sentieri

Nel corso del 2018 è giunto al termine l'aggiornamento dello Studio Sentieri, coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità nell'ambito dell'Azione Centrale di supporto al Piano Nazionale della Prevenzione 2014-2016 – “Progetto CCM 2015 - Un sistema permanente di sorveglianza epidemiologica nei siti contaminati: implementazione dello studio epidemiologico SENTIERI”.

Per tutti i 45 Siti inclusi nel Progetto l'analisi di mortalità e ospedalizzazione è aggiornata al 2013; per 22 Siti, serviti da Registri Tumori, l'incidenza oncologica è relativa a coperture temporali che vanno dal 2006 al 2013, con variazioni Sito per Sito. Infine, per 15 Siti, serviti da Registri Malformazioni, viene per la prima volta indagata la prevalenza alla nascita delle Malformazioni Congenite.

La Regione Puglia ha partecipato al progetto per il tramite di una propria Unità Operativa, costituita da AReSS Puglia con la collaborazione della ASL di Taranto, che ha contribuito alla redazione del rapporto finale, in corso di pubblicazione.

Per il SIN di Taranto sono disponibili i risultati per tutte le dimensioni di analisi degli esiti di salute: di seguito si riportano i risultati.

SEZIONE TUTTE LE ETA'

Mortalità

La mortalità generale e quella relativa ai grandi gruppi è, in entrambi i generi, in eccesso rispetto a quanto si osserva nel riferimento ad eccezione della mortalità per malattie dell'apparato urinario. Nella popolazione residente (uomini e donne) risulta aumentato anche il rischio di decesso per le patologie considerate a priori come associate all'esposizione industriale specifica del sito in particolare per il tumore del polmone, mesotelioma della pleura e per le malattie dell'apparato respiratorio, in particolare per le malattie respiratorie acute tra gli uomini e quelle croniche tra le donne.

Incidenza

Tra le cause a priori considerate associate alla contaminazione specifica del sito risultano in eccesso, nel periodo considerato, il tumore del polmone (SIR 134, IC 95% 127-142 uomini; SIR 121, IC 95% 107-137 donne) e il mesotelioma pleurico (SIR 461, IC 95% 377-560 uomini e SIR 257 IC 95% 155-402 donne). Ulteriori eccessi di incidenza si osservano tra gli uomini residenti per tumore del fegato, pancreas, melanoma e altri tumori maligni della cute, mammella, rene, vescica e tiroide, tra le donne per tumore dello stomaco, del fegato, melanoma e altri tumori maligni della cute, mammella, utero, tiroide e leucemia, linfoide e linfoblastica acuta.

Ospedalizzazioni

Sia tra gli uomini che tra le donne residenti si osservano eccessi di residenti ricoverati per tutti i grandi gruppi di malattia ad eccezione delle malattie degli apparati respiratorio e urinario. I ricoveri per tumore del polmone e mesotelioma e per malattie respiratorie croniche, a priori associati alle esposizioni industriali del sito sono, in eccesso in entrambi i generi rispetto quanto osservato nella popolazione di riferimento.

SEZIONE PEDIATRICO-ADOLESCENZIALE-GIOVANILE

Mortalità

Il quadro della mortalità generale è sostanzialmente in linea o in difetto rispetto all'atteso nelle diverse classi di età considerate, ma l'elevata incertezza delle stime non consente di delineare un chiaro profilo di mortalità.

Incidenza neoplastica

In questo Sito sono stati registrati 173 casi di tumori maligni nel complesso delle età considerate (0-29 anni), dei quali 39 in età pediatrica e 5 nel primo anno di vita.

In età pediatrica si osserva un numero di casi di tumori del sistema linfoemopoietico totale in eccesso rispetto all'atteso (22 casi, SIR = 132 (IC90% 90-189), al quale contribuisce sostanzialmente un eccesso del 90% nel rischio di linfomi (10 casi, SIR = 190 (IC90% 103-322), e in particolare linfomi Non Hodgkin (7 casi, SIR = 275 (IC90% 129-516). Si sottolinea inoltre che dei 22 casi di tumori del linfoemopoietico totale in età pediatrica 11 sono stati diagnosticati in età 5-9 anni (SIR = 224 (IC90% 125-370).

Nel complesso dell'età pediatrico-adolescenziale (0-19 anni) i casi di linfoma non Hodgkin diventano 9, e si mantiene l'eccesso per questa patologia (SIR = 214 (IC90% 112-374).

All'eccesso di tumori in età pediatrica contribuiscono inoltre 5 casi di sarcomi dei tessuti molli e altri extra ossei (diagnosticati tra i soli maschi) che diventano 6 in età 0-19 (genere maschile, SIR = 356 (IC90% 155-704).

In età giovanile (20-29 anni) si evidenzia un eccesso del 70% per l'incidenza dei tumori della tiroide, basato su 30 casi, al quale contribuisce soprattutto il genere femminile con 25 casi (SIR = 183 (IC90% 127-256, non in tabella). L'eccesso si osserva anche su tutte le età considerate (0-29 anni), con 32 casi complessivi, dei quali 27 tra le ragazze (SIR = 151 (IC90% 110-203).

Sempre in età giovanile si osservano anche eccessi di tumori delle cellule germinali, trofoblastici e gonadici, ma esclusivamente tra i ragazzi di 20-24 anni (11 casi, SIR = 183 (IC90% 103-303, non in tabella) e tra le ragazze di 25-29 anni (4 casi, SIR = 401 (IC90% 137-918, non in tabella).

Tra i giovani (20-29 anni) si osserva infine un deficit dei linfomi di Hodgkin, che caratterizza anche l'intero intervallo delle età analizzate (0-29 anni).

Ricoverati

Il numero di ricoverati per tutte le cause naturali risulta in difetto rispetto all'atteso, con l'eccezione dell'età giovanile per la quale si registra un eccesso del 3%.

Difetti sono anche evidenti per le malattie respiratorie acute e per l'asma.

Gli eccessi di ricoverati si registrano per le condizioni morbose di origine perinatale (età 0-1 anno) e per i linfomi, e in particolare i linfomi di Hodgkin in età pediatrica.

Tra i giovani si osservano eccessi di ricoverati per leucemie mieloidi e linfoidi, sebbene queste stime risultino incerte.

SEZIONE MALFORMAZIONI

I nati da madri residenti nel periodo 2002-2015 sono stati 25.853; nello stesso periodo sono stati osservati 600 casi con Malformazione Congenita (MC), con una prevalenza superiore all'atteso calcolato su base regionale (O/A: 109; IC90%: 101-116). Sono risultate superiori al numero di casi attesi le MC del sistema nervoso e degli arti. L'eccesso del 24% osservato per le MC dell'apparato urinario è ai limiti della significatività statistica.

4.2 L'aggiornamento dello Studio IESIT

Nell'ambito delle iniziative promosse con la DGR 889/2015, La ASL di Taranto, con la collaborazione dell'Università di Bari-Cattedra di Statistica Medica, dell'Osservatorio Epidemiologico Regionale e di AReSS Puglia, ha provveduto all'aggiornamento dello studio IESIT (Indagine Epidemiologica nel Sito Inquinato di Taranto) che, arricchito dell'analisi dei risultati del "Registro Tumori", ha aggiunto ulteriori informazioni in termini di morbosità della popolazione residente nella provincia di Taranto. L'analisi dei ricoveri e della mortalità per tutte le cause evidenzia eccessi di basso grado che interessano il comune di Taranto con coinvolgimento del quartiere Tamburi anche se in modo contenuto.

L'analisi della distribuzione dei tumori maligni –tutte le sedi rileva eccessi più consistenti che coinvolgono il comune capoluogo e i quartieri a ridosso del polo industriale, meno consistenti sono i risultati della stessa distribuzione sui bambini sia in termini di ricoveri che di incidenza a causa della scarsa numerosità dei casi.

Nello specifico rimane critica la presenza di eccessi di ricovero, decesso e d'incidenza per i residenti nel comune capoluogo per molte patologie tumorali quali: mesotelioma pleurico, tumore maligno dei polmoni, fegato, pancreas, vescica, rene (sesso maschile), mieloma multiplo (femmine), linfoma non Hodgkin (ricoveri e mortalità).

Un'ulteriore conferma emerge dalla distribuzione delle neoplasie tiroidee che si concentrano nei comuni occupanti l'ala orientale della provincia.

Le malattie cardiache nel loro complesso fanno rilevare eccessi di ricovero, come per le sedi già descritte, in special modo nel comune di Taranto e Statte e nei quartieri più vicini al polo industriale.

I comuni del distretto 7 localizzati nel polo orientale della provincia fanno rilevare eccessi di rischio di mortalità per malattie del sistema circolatorio, infarto del miocardio fra le residenti di sesso femminile. Anche la cardiopatia ischemica, oltre a prevedere il coinvolgimento del comune capoluogo, presenta eccessi di rischio di ricovero in molti comuni dell'ala orientale della provincia soprattutto nel sesso femminile, mentre le malattie cerebrovascolari fanno rilevare eccessi di rischio di ricovero nei comuni di Taranto, Statte e Crispiano e decessi di rischio di decesso soprattutto fra le residenti di sesso femminile dei comuni del distretto 7 escludendo il comune di Taranto. Il comune capoluogo risulta escluso dalla distribuzione dei rischi di ricovero anche per le ischemie cerebrali che presentano eccessi di rischio di morte più consistenti fra le residenti nei comuni del distretto 7.

Le malattie dell'apparato respiratorio presentano eccessi di rischio di ricovero e mortalità prevalentemente nel comune capoluogo e nei quartieri vicini al polo industriale. Le broncopatie cronico-ostruttive presentano criticità in termini di eccesso di mortalità in molti comuni del centro e dell'ala orientale della provincia.

Patologie come asma e allergie non risultano sufficientemente rappresentate dall'analisi di ricovero e di morte perché prevalentemente trattate a livello ambulatoriale, rimane degno di nota, peraltro, l'eccesso di rischio di ricovero per allergie nei bambini residenti nei comuni del centro della provincia.

Anche le malattie dell'apparato digerente presentano un prevalente coinvolgimento del comune capoluogo e dei quartieri a ridosso del polo industriale, i ricoveri per cirrosi epatica coinvolgono anche alcuni comuni del polo occidentale della provincia soprattutto fra i residenti di sesso maschile. Rimane elevato, rispetto al precedente studio, l'eccesso di ricovero per cirrosi riscontrato nei quartieri Paolo VI e Tamburi confermando l'influenza della deprivazione socio economica nei confronti della difficoltà di acquisire stili di vita corretti e della tendenza a rilevare maggiore distribuzione delle patologie. Anche il tumore maligno del fegato presenta eccessi di ricovero, morte e incidenza prevalentemente localizzati nel comune di Taranto.

Riguardo i tumori maligni prevenibili con interventi di screening descriviamo l'eccesso di rischio di ricovero, di morte e di incidenza per tumore maligno della mammella registrati nel comune capoluogo, mentre i tumori maligni del collo dell'utero presentano eccessi di rischio di incidenza che si distribuiscono a macchia di leopardo in molti comuni della provincia.

Il tumore maligno del colon-retto, pur prevedendo 2141 casi incidenti in sei anni di registrazione, non fa rilevare eccessi di rischio degni di nota nei confronti dello standard regionale.

Rimane difficilmente valutabile la distribuzione epidemiologica della sclerosi laterale amiotrofica data la scarsità numerica presentata dalla patologia, mentre la sclerosi multipla presenta eccessi di rischio di ricovero fra le residenti di sesso femminile dei comuni di Laterza e Castellaneta.

I ricoveri per endometriosi interessano solo le forme più gravi della patologia e fanno rilevare eccessi di rischio distribuiti a macchia di leopardo in alcuni comuni della provincia di Taranto coinvolgendo anche le residenti nel comune capoluogo.

Le patologie legate ai disturbi dei neonati prematuri con peso inferiore ai 2500g fanno rilevare elevati eccessi di rischio di ricovero e di decesso nel comune capoluogo dove si rilevano anche eccessi più contenuti di rischio di decesso per disturbi perinatali. Più difficile è la valutazione della distribuzione delle malformazioni congenite che presentano lievi eccessi di rischio nel comune capoluogo in entrambi i sessi.

In generale risulta sempre particolarmente compromesso lo stato di salute dei residenti nel comune capoluogo rispetto al resto della provincia a conferma di quanto già emerso negli studi precedenti di morbosità, mortalità e d'incidenza. Tra i due poli della provincia il polo

orientale risulta più frequentemente interessato da eccessi di rischio rispetto a quello occidentale ed infine con l'aumentare del numero dei casi ottenuto con la maggiore aggregazione delle annualità dei flussi disponibili emergono alcune criticità in più sul sesso femminile rispetto alle analisi condotte in precedenza pur rimanendo il sesso maschile quantitativamente più colpito da molte patologie come quelle cardiache e tumorali.

Il Rapporto completo è disponibile al link:

https://www.sanita.puglia.it/documents/890301/2267941/REPORT_IESIT_2_FINALE_290618/45c57481-b6aa-467d-889e-2d0aa57f6e15?version=1.0&t=1531302583278

5. Aggiornamento del quadro epidemiologico: analisi della mortalità e dell'ospedalizzazione nel Sito di Interesse Nazionale per le Bonifiche di Taranto

Al fine di ottemperare a quanto previsto dal punto 2.2.1 "Valutazione di primo livello" del citato decreto ministeriale, si procede alla definizione del profilo di salute delle popolazioni residenti nell'area individuata, attraverso la produzione di un quadro epidemiologico basato sulle stime più aggiornate di mortalità, di ospedalizzazione e di incidenza dei tumori.

A tal fine si fornisce un aggiornamento dei dati di mortalità e ospedalizzazione analizzati sulla base della metodologia illustrata nel progetto Sentieri per il comune di Taranto, con l'obiettivo di produrre elementi di valutazione circa il quadro epidemiologico dell'area.

Il periodo di studio comprende gli anni dal 2006 al 2015 per la mortalità e gli anni dal 2006 al 2017 per l'ospedalizzazione: i dati sono stati elaborati dal personale afferente all'area Epidemiologia e Care Intelligence di AReSS Puglia.

Viene inoltre fornita un'analisi dell'incidenza dei tumori maligni per il periodo 2006-2013, elaborata dal Registro Tumori Puglia – ASL Taranto.

L'aggiornamento del quadro epidemiologico è funzionale alla valutazione della presenza di eventuali criticità nell'area, che configurino una condizione di vulnerabilità sanitaria: sono specificamente esaminate le patologie che, in base alla metodologia dello studio Sentieri coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità, risultano potenzialmente associate – in funzione delle evidenze scientifiche disponibili – ai fattori di rischio ambientali di origine industriale specifici dell'area tarantina.

5.1 Metodi

L'analisi condotta riguarda la mortalità e l'ospedalizzazione per patologia dei residenti del SIN di Taranto nel periodo 2006-2015 per la mortalità e 2006-2017 per l'ospedalizzazione.

La fonte di dati è rappresentata dall'ISTAT per la mortalità; per l'ospedalizzazione dalle Schede di Dimissione Ospedaliera (SDO) regionali ed extraregionali. La SDO raccoglie tutte le informazioni relative al paziente nonché la diagnosi principale di ricovero, codificata secondo la 9ª Revisione della Classificazione Internazionale delle Malattie e delle Cause di Morte (ICD-9).

Per l'analisi dell'ospedalizzazione è stata considerata la diagnosi principale presente sulla Scheda di Dimissione Ospedaliera, sia in regime di ricovero ordinario che diurno. Sono stati esclusi i ricoveri di soggetti non residenti in Puglia, SDO con il DRG 391 (neonato sano), ricoveri effettuati nei reparti per post-acuti e in TSO. Per ciascun paziente è stato considerato il primo ricovero con la diagnosi di interesse nel periodo in studio (2006-2017), ovunque erogato (in Puglia e fuori).

La selezione dei primi ricoveri ospedalieri dei residenti del SIN di Taranto e Statte è stata preceduta da una preliminare "pulizia" del dato, eliminando i ricoveri doppi e/o successivi al primo, per la medesima patologia e soggetto nel periodo 2001-2017.

Per le diverse cause di decesso e di ricovero sono stati calcolati, per la popolazione generale e per la popolazione di età 0-14 anni, i Rapporti Standardizzati di mortalità/ospedalizzazione (SMR/SHR, con relativi Intervalli di Confidenza al 90% - IC 90%) - per il periodo - che corrispondono al rapporto tra casi osservati di una specifica patologia e il numero di casi attesi, calcolati considerando come popolazione di riferimento quella regionale (Fonte: ISTAT).

Valori del SMR/SHR superiori a 1 indicano un eccesso per la patologia considerata rispetto alla popolazione di riferimento, valori inferiori segnalano una diminuzione del rischio. Gli intervalli di confidenza rappresentano l'attendibilità della stima ed indicano la significatività statistica del risultato.

Inoltre sono stati calcolati i tassi di mortalità e ospedalizzazione attraverso il metodo della standardizzazione diretta, utilizzando come riferimento la popolazione italiana al

censimento 2001, e sono stati prodotti dei grafici per evidenziare l'andamento dei tassi in tre periodi per la mortalità (2006-2008; 2009-2011; 2012-2015) e in quattro periodi per l'ospedalizzazione (2006-2008; 2009-2012; 2013-2015; 2016-2017), confrontando i dati del SIN di Taranto con gli analoghi tassi provinciali e regionali. Il trend è stato analizzato per le patologie caratterizzate da breve latenza (patologie cardiovascolari e patologie respiratorie) tra esposizione ai fattori di rischio ambientali e insorgenza di malattia.

L'analisi dei trend è stata realizzata anche per la fascia di età 0-14 anni per tutte le cause, i tumori infantili e le malattie respiratorie.

5.2 Risultati

Nelle tabelle che riportano i risultati, sono segnalati in grassetto gli eccessi o i difetti di rischio statisticamente significativi (in blu i difetti).

5.2.1. Mortalità

La tabella 5.2.1 mostra per la provincia di Taranto, negli anni 2006-2015, nel confronto con la popolazione regionale, eccessi statisticamente significativi di mortalità in entrambi i sessi per tutte le cause e per tutti i grandi gruppi di patologia, con l'eccezione delle malattie dell'apparato genitourinario.

Nella popolazione residente (uomini e donne) risulta aumentato anche il rischio di decesso per le patologie considerate a priori come associate all'esposizione industriale specifica del sito in particolare per il tumore del polmone, mesotelioma della pleura e per le malattie dell'apparato respiratorio, in particolare per le malattie respiratorie acute tra gli uomini e quelle croniche in entrambi i sessi.

Si rileva anche una persistenza dell'eccesso di mortalità per le patologie cardiocircolatorie, che la letteratura riconosce come associate all'esposizione a inquinanti atmosferici.

In entrambi i sessi si osservano eccessi di rischio per diverse sedi tumorali (stomaco, fegato, pancreas, emolinfopoietico); nel sesso maschile si rilevano eccessi per tumore della vescica e del rene; nel sesso femminile per tumore della mammella e utero.

Osservando gli andamenti temporali dei tassi di mortalità, si evidenzia che nel sesso maschile risultano in lieve incremento e in eccesso rispetto al dato regionale i tassi per tutte le cause

e per tutti i tumori; per le malattie respiratorie si registra una diminuzione nell'ultimo periodo considerato; nel sesso femminile le cause esaminate risultano tutte il lieve decremento nel tempo, con i tassi del SIN sempre superiori a quelli regionali.

Mortalità nel SIN di Taranto 0– 14 anni

A causa del breve periodo in esame i casi osservati sono pochi e questo rende molto instabili le stime che tuttavia suggeriscono eccessi di rischio per le patologie tumorali, in particolare le neoplasie emolinfopoietiche.

L'analisi del trend supporta tale evidenza, dal momento che i tassi del SIN appaiono in incremento e superiori al dato regionale.

5.2.2 Ospedalizzazione

La tabella 5.2.3 evidenzia per l'area SIN negli anni 2006-2017, nel confronto con la popolazione regionale, eccessi statisticamente significativi di ospedalizzazione in entrambi i generi per tutte le cause, per tutti i tumori, per i grandi gruppi di patologia. Tra le patologie neoplastiche, i ricoveri sono in eccesso – sia nei maschi che nelle femmine - per i tumori del fegato, del pancreas, della laringe, di trachea, bronchi e polmoni, della pleura, della vescica, e della tiroide; nel sesso maschile si rilevano incrementi di rischio di ospedalizzazione per il tumore dello stomaco, melanoma maligno della cute, rene ed encefalo; nel sesso femminile risultano in eccesso i ricoveri per i tumori maligni del tessuto connettivo e di altri tessuti molli, per tumore della mammella e dell'utero.

Esaminando gli andamenti dei tassi nei quattro periodi in studio, si osserva che i valori relativi alle patologie individuate dallo studio Sentieri come associate all'inquinamento ambientale del SIN appaiono tutti in decremento anche se i tassi dei comuni di Taranto e Statte rimangono più elevati di quelli regionali, con l'eccezione dell'ospedalizzazione per malattie respiratorie, ma non per BPCO.

Ospedalizzazione nel SIN di Taranto 0– 14 anni

Nelle fasce di età infantili il dato del SIN si pone sempre al di sotto di quello provinciale e regionale, tranne che per tutti i tumori maligni; nell'analisi del trend l'ospedalizzazione per

tutte le cause e per le cause respiratorie appare in decremento; per i tumori maligni si osserva un dato in aumento nel SIN nell'ultimo periodo, con tassi che raggiungono valori superiori al dato regionale.

5.2.3 Incidenza neoplastica

Esaminando l'incidenza dei tumori nel periodo 2006-2013, nel sesso maschile si rilevano incrementi di rischio rispetto all'area dell'intera provincia per tutti i tumori, per i tumori del colon retto, del fegato, del pancreas, della laringe, del polmone, della pelle (sia melanomi che non), del rene, della vescica, della tiroide; della leucemia mieloide acuta e del mesotelioma pleurico.

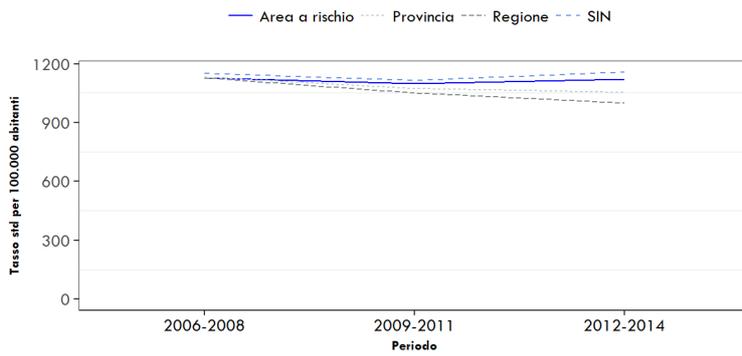
Nel sesso femminile, sono in eccesso i casi incidenti di tutti i tumori, dei tumori del SNC totali, dello stomaco, del fegato, del polmone, della mammella, del corpo dell'utero, della pelle e del mesotelioma pleurico.

Tabella 5.2.1- Mortalità nel SIN di Taranto per il periodo 2006-2015, distinta per sesso. Totali decessi osservati, attesi, SMR e relativi IC al 90%. (pop. di riferimento: regione Puglia)

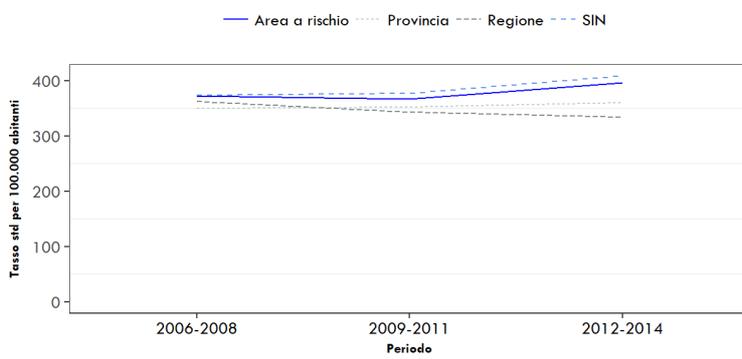
Cause	Maschi					Femmine				
	oss	attesi	SMR	IC 90%		oss	attesi	SMR	IC 90%	
Malattie infettive e parassitarie	218	144,57	1,51	1,35	1,69	225	139,84	1,61	1,44	1,8
Tutti i Tumori	3547	2841,52	1,25	1,21	1,28	2517	2141,52	1,18	1,14	1,21
<i>Tutti i tumori maligni</i>	3413	2750,2	1,24	1,21	1,28	2420	2063,83	1,17	1,13	1,21
<i>Tumore maligno dell'esofago</i>	24	22,51	1,07	0,76	1,49	6	7,19	0,83	0,43	1,63
<i>Tumore maligno dello stomaco</i>	179	141,03	1,27	1,12	1,44	127	100,31	1,27	1,09	1,47
<i>Tumore maligno del colon-retto</i>	283	257,87	1,1	1	1,21	251	240,95	1,04	0,94	1,16
<i>Tumore maligno primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici</i>	253	208	1,22	1,1	1,35	170	118,61	1,43	1,26	1,63
<i>Tumore maligno del pancreas</i>	173	121,29	1,43	1,26	1,62	156	123,13	1,27	1,11	1,45
<i>Tumore maligno della laringe</i>	58	40,9	1,42	1,14	1,76	4	3,75	1,07	0,47	2,43
<i>Tumore maligno della trachea, dei bronchi e del polmone</i>	993	721,47	1,38	1,31	1,45	220	154,29	1,43	1,28	1,59
<i>Tumore maligno della pleura</i>	81	18,67	4,34	3,61	5,21	19	6,98	2,72	1,87	3,97
<i>Tumore maligno del connettivo e di altri tessuti molli</i>	16	11,35	1,41	0,93	2,13	8	9,67	0,83	0,46	1,48
<i>Melanoma della pelle</i>	44	29,85	1,47	1,15	1,89	21	22,99	0,91	0,64	1,31
<i>Tumore maligno della mammella</i>	4	5,13	0,78	0,34	1,78	415	360,6	1,15	1,06	1,25
<i>Tumore maligno dell'utero</i>	0	0				114	90,85	1,25	1,08	1,46
<i>Tumore maligno dell'ovaio e degli altri annessi uterini</i>	0	0				97	100,14	0,97	0,82	1,14
<i>Tumore maligno della prostata</i>	227	232,5	0,98	0,88	1,09	0	0			
<i>Tumore maligno del testicolo</i>	4	2,9	1,38	0,61	3,14	0	0			
<i>Tumore maligno della vescica</i>	190	151,41	1,25	1,11	1,41	34	31,78	1,07	0,81	1,42
<i>Tumore maligno del rene e di altri non specificati organi urinari</i>	78	58,86	1,33	1,1	1,6	39	31,14	1,25	0,96	1,63
<i>Tumore maligno del sistema nervoso centrale</i>	60	61,44	0,98	0,79	1,21	46	51,57	0,89	0,7	1,14
<i>Tutti i tumori del sistema nervoso centrale</i>	87	97,11	0,9	0,75	1,07	95	90,49	1,05	0,89	1,24
<i>Tumore maligno della ghiandola tiroidea</i>	4	5,63	0,71	0,31	1,62	13	11,11	1,17	0,74	1,85
<i>Linfoematopoiectico totale</i>	249	214,22	1,16	1,05	1,29	232	187,17	1,24	1,11	1,38
<i>Linfomi</i>	92	69,86	1,32	1,11	1,56	82	59,08	1,39	1,16	1,66
<i>Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi</i>	50	47,19	1,06	0,84	1,34	66	49,47	1,33	1,09	1,63
<i>Leucemie</i>	107	97,17	1,1	0,94	1,29	84	78,62	1,07	0,89	1,28
Diabete Mellito	349	314,23	1,11	1,02	1,21	521	505,71	1,03	0,96	1,11
Malattie neurologiche	325	310,02	1,05	0,96	1,15	411	416,31	0,99	0,91	1,07
Malattie del sistema circolatorio	3320	2706,36	1,23	1,19	1,26	4157	3623,4	1,15	1,12	1,18
Malattia ipertensiva	629	419,3	1,5	1,4	1,6	1076	785,48	1,37	1,3	1,44
Malattie ischemiche del cuore	1306	981,56	1,33	1,27	1,39	1206	1014,27	1,19	1,13	1,25
Infarto miocardico acuto	396	391,61	1,01	0,93	1,1	258	306,42	0,84	0,76	0,93
Disturbi circolatori dell'encefalo	627	605,63	1,04	0,97	1,11	896	889,23	1,01	0,95	1,06
Malattie apparato respiratorio	824	700,53	1,18	1,11	1,25	620	494,95	1,25	1,17	1,34
Malattie respiratorie acute	98	70,92	1,38	1,17	1,63	114	97,53	1,17	1	1,36
Malattie polmonari croniche	545	488,73	1,12	1,04	1,2	344	266,24	1,29	1,18	1,41
Asma	5	5,63	0,89	0,43	1,85	6	6,02	1	0,51	1,95
Pneumoconiosi	2	6,61	0,3	0,09	0,97	0	0			
Malattie dell'apparato digerente	496	355,04	1,4	1,3	1,5	471	367,95	1,28	1,19	1,38
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	237	161,66	1,47	1,32	1,63	168	125,54	1,34	1,18	1,52
Malattie dell'apparato genitourinario	145	156,01	0,93	0,81	1,07	180	201,98	0,89	0,79	1,01
Insufficienza renale acuta e cronica	121	132,94	0,91	0,78	1,06	160	181,13	0,88	0,78	1,01
Malformazioni congenite	24	21,16	1,13	0,81	1,59	17	19,19	0,89	0,59	1,32
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	93	92,97	1	0,84	1,19	165	158,84	1,04	0,91	1,18
Traumatismi ed avvelenamenti	500	441,04	1,13	1,05	1,22	533	362,65	1,47	1,37	1,58
Tutte le cause	10149	8313,04	1,22	1,2	1,24	10369	8844,42	1,17	1,15	1,19

Grafico 5.2.1. Trend dei tassi diretti di mortalità, per 100.000 nei periodi 2006-2008, 2009-2011, 2012-2014. Maschi

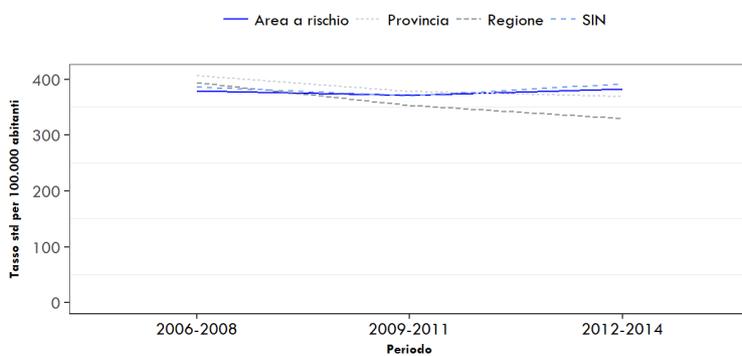
Tutte le cause



Tutti i tumori



Malattie dell'apparato cardiocircolatorio



Malattie dell'apparato respiratorio

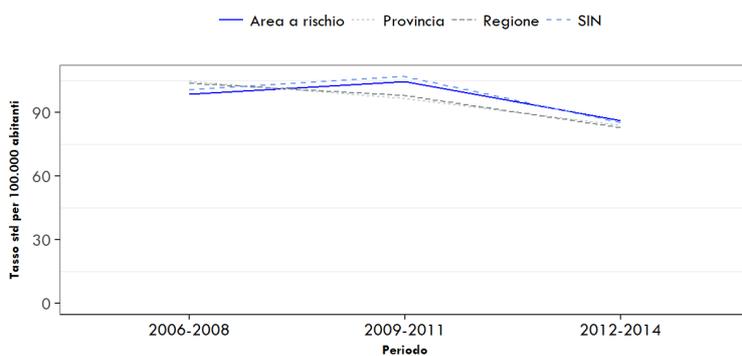
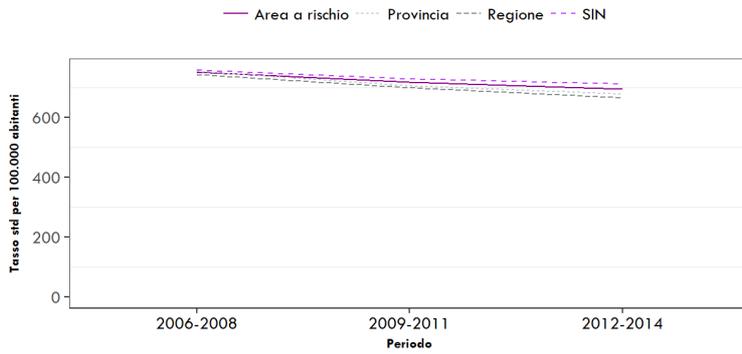
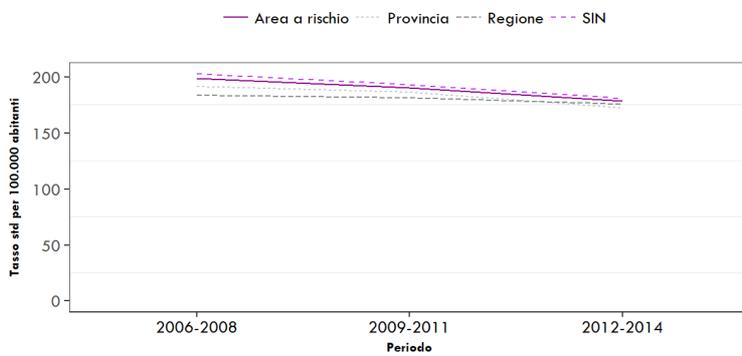


Grafico 5.2.2. Trend dei tassi diretti di mortalità, per 100.000 nei periodi 2006-2008, 2009-2011, 2012-2014. Femmine

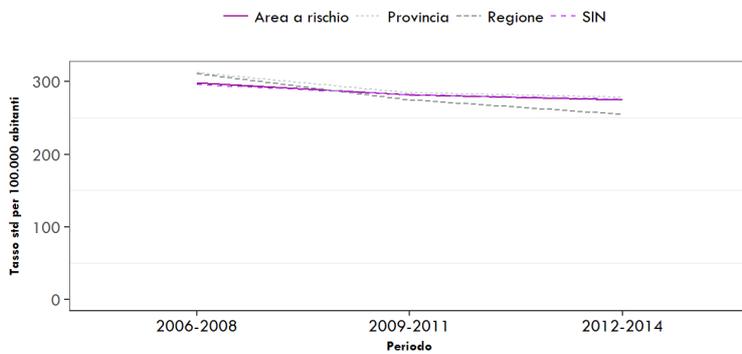
Tutte le cause



Tutti i tumori



Malattie dell'apparato cardiocircolatorio



Malattie dell'apparato respiratorio

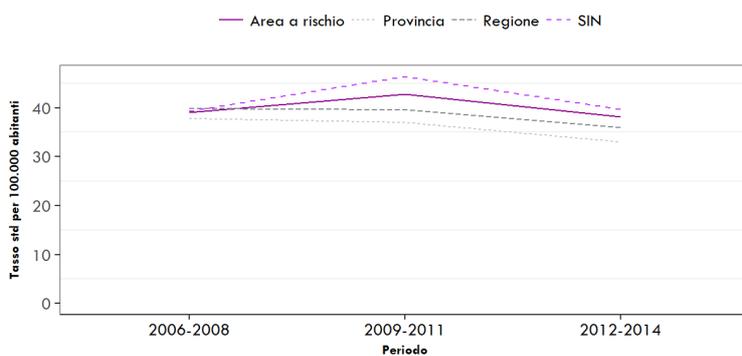
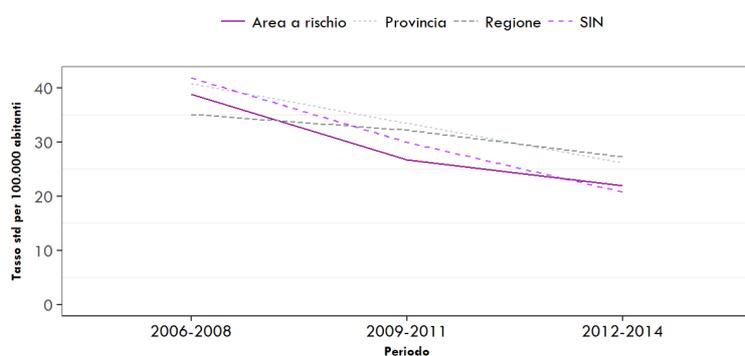


Tabella 5.2.2 - Mortalità nel SIN di Taranto per il periodo 2006-2015, soggetti 0-14 anni. Totali decessi osservati, attesi, SMR e relativi IC al 90%. (pop. di riferimento: regione Puglia)

Cause	Maschi & femmine				
	oss	attesi	SMR	IC 90%	
Tutti i Tumori	12	11,91	1,01	0,63	1,62
Tutti i tumori maligni	12	11,49	1,04	0,65	1,68
Tumore maligno del sistema nervoso centrale	2	2,11	0,95	0,3	3,03
Tutti i tumori del sistema nervoso centrale	3	3,43	0,87	0,34	2,26
Linfoematopoietico totale	4	2,97	1,35	0,59	3,06
Malattie apparato respiratorio	<3	-	0,29	0,06	1,5
Malformazioni congenite	11	17,92	0,61	0,37	1,01
Tutte le cause	93	98,16	0,95	0,8	1,12

Grafico 5.2.3. Trend dei tassi diretti di mortalità, per 100.000 nei periodi 2006-2008, 2009-2011, 2012-2014. Maschi e Femmine 0-14 anni

Tutte le cause



Tutti i tumori

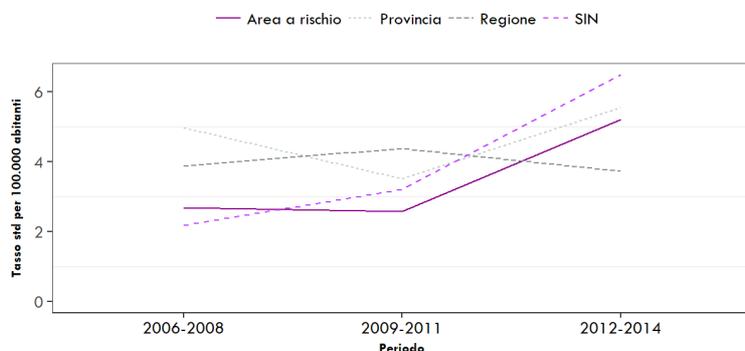
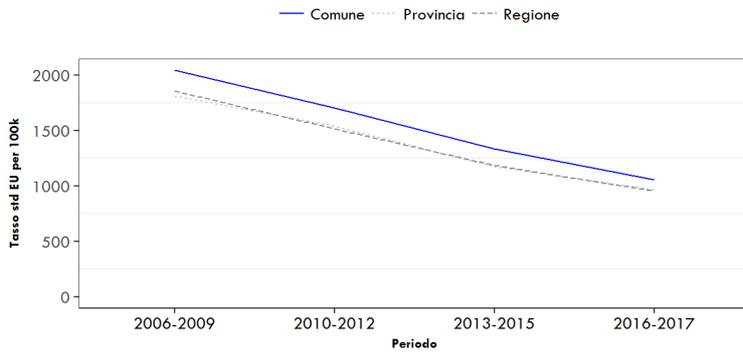


Tabella 5.2.3 - Ospedalizzazione nella provincia di Taranto per il periodo 2006-2017, distinta per sesso. Totali ricoveri osservati, attesi, SHR e relativi IC al 90%. (pop. di riferimento: regione Puglia)

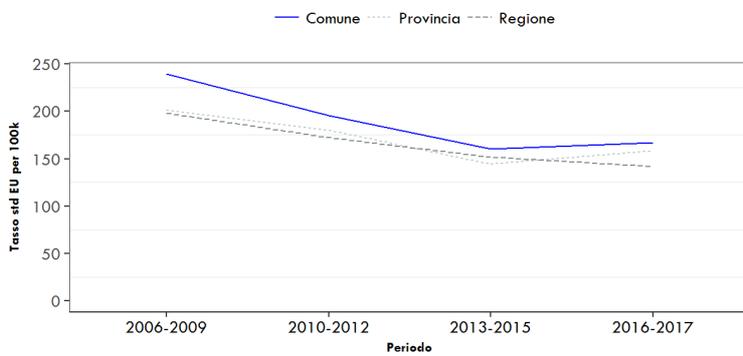
Diagnosi	Maschi					Femmine				
	oss	attesi	SHR	IC 90%		oss	attesi	SHR	IC 90%	
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)	132388	126280	1,05	1,04	1,05	135296	130536	1,04	1,03	1,04
Malattie infettive e parassitarie	2841	2984,5	0,95	0,92	0,98	2672	2692,51	0,99	0,96	1,02
Tutti i tumori maligni	10110	9297,13	1,09	1,07	1,11	8828	8193,11	1,08	1,06	1,1
<i>Tumori maligni dell'esofago</i>	57	47,19	1,21	0,97	1,5	18	15,8	1,14	0,77	1,68
<i>Tumori maligni dello stomaco</i>	284	253,66	1,12	1,02	1,23	194	178,14	1,09	0,97	1,23
<i>Tumori maligni del colon, del retto, della giunzione rettosigmoidea e dell'ano</i>	933	917,09	1,02	0,96	1,07	789	792,45	1	0,94	1,06
<i>Tumori maligni primitivi del fegato</i>	349	283,45	1,23	1,13	1,34	156	122,12	1,28	1,12	1,46
<i>Tumori maligni del pancreas</i>	248	185,61	1,34	1,2	1,48	228	184,66	1,23	1,11	1,38
<i>Tumori maligni della laringe</i>	170	147,58	1,15	1,02	1,31	26	14,98	1,74	1,26	2,4
<i>Tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni</i>	1373	981,16	1,4	1,34	1,46	365	261,79	1,39	1,28	1,52
<i>Tumori maligni della pleura</i>	126	46,46	2,71	2,34	3,14	47	19,1	2,46	1,94	3,13
<i>Tumori maligni delle ossa e delle cartilagini articolari</i>	49	36,13	1,36	1,07	1,72	33	28,67	1,15	0,86	1,53
<i>Tumori maligni del connettivo e di altri tessuti molli</i>	71	67,5	1,05	0,87	1,28	73	56,57	1,29	1,06	1,56
<i>Melanoma maligno della cute</i>	140	120,72	1,16	1,01	1,33	130	119,01	1,09	0,95	1,26
<i>Altri tumori maligni della cute</i>	834	1033,3	0,81	0,76	0,85	525	733,08	0,72	0,67	0,77
<i>Tumori maligni della mammella</i>	0	0,43	0	0		2255	1877,75	1,2	1,16	1,24
<i>Tumori maligni dell'utero</i>	0	0,05	0	0		491	444,56	1,1	1,03	1,19
<i>Tumori maligni dell'ovaio e degli altri annessi uterini</i>	0	0				263	239,98	1,1	0,99	1,21
<i>Tumori maligni della prostata</i>	1096	1060,61	1,03	0,98	1,09	0	0,11	0	0	
<i>Tumori maligni del testicolo</i>	116	114,39	1,01	0,87	1,18	0	0,05	0	0	
<i>Tumori maligni della vescica</i>	1127	1001,76	1,13	1,07	1,18	245	209,47	1,17	1,05	1,3
<i>Tumori maligni del rene e di altri non specificati organi urinari</i>	333	276,75	1,2	1,1	1,32	166	147,16	1,13	0,99	1,28
<i>Tumori maligni dell'encefalo e di altre non specificate parti del SNC</i>	205	174,88	1,17	1,05	1,31	153	146,02	1,05	0,92	1,2
<i>Tumori maligni dell'encefalo</i>	177	157,29	1,13	0,99	1,27	130	125,57	1,04	0,9	1,2
<i>Tumori maligni della ghiandola tiroidea</i>	165	108,39	1,52	1,34	1,73	460	335,34	1,37	1,27	1,48
<i>Tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico</i>	625	669,82	0,93	0,87	1	536	588,81	0,91	0,85	0,98
<i>Linfomi non Hodgkin</i>	279	272,22	1,02	0,93	1,13	222	242,01	0,92	0,82	1,02
<i>Malattia di Hodgkin</i>	49	49,3	0,99	0,79	1,26	40	48,78	0,82	0,63	1,06
<i>Mieloma multiplo</i>	106	115,82	0,92	0,78	1,07	105	109,86	0,96	0,81	1,12
<i>Leucemie</i>	191	232,49	0,82	0,73	0,93	169	188,16	0,9	0,79	1,02
Malattie ereditarie e degenerative e altri disturbi del SNC	2459	1781,34	1,38	1,34	1,43	2700	2147,77	1,26	1,22	1,3
Malattie del sistema circolatorio	26875	23605,9	1,14	1,13	1,15	23124	20322,6	1,14	1,13	1,15
<i>Malattie cardiache</i>	18552	16061,4	1,16	1,14	1,17	16085	13479,2	1,19	1,18	1,21
<i>Malattie ischemiche del cuore</i>	7315	5974,91	1,22	1,2	1,25	3795	2996,8	1,27	1,23	1,3
<i>Malattie ischemiche acute (infarto miocardico, altre forme acute e subacute di cardiopatia ischemica)</i>	3221	2807,34	1,15	1,11	1,18	1783	1524,34	1,17	1,12	1,22
<i>Insufficienza cardiaca</i>	2645	2016,01	1,31	1,27	1,35	3674	2385,71	1,54	1,5	1,58
<i>Malattie cerebrovascolari</i>	3917	3338,2	1,17	1,14	1,2	4277	3581,73	1,19	1,16	1,22
Malattie dell'apparato respiratorio	12502	12722,5	0,98	0,97	1	9342	9868,71	0,95	0,93	0,96
<i>Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza</i>	3628	3996,82	0,91	0,88	0,93	2813	3230,74	0,87	0,84	0,9
<i>Malattie polmonari cronico ostruttive</i>	1768	1480,32	1,19	1,15	1,24	1298	1120,17	1,16	1,11	1,21
<i>Asma</i>	177	446,57	0,4	0,35	0,45	202	407,72	0,5	0,44	0,56
<i>Pneumoconiosi</i>	32	11,28	2,84	2,12	3,79	1	0,73	1,37	0,27	7,12
Malattia dell'apparato digerente	20574	19035,6	1,08	1,07	1,09	16962	16000,9	1,06	1,05	1,07
<i>Malattia epatica cronica e cirrosi</i>	2406	1406,72	1,71	1,65	1,77	1936	1046,53	1,85	1,78	1,92
Malattie dell'apparato urinario	3937	3967,87	0,99	0,97	1,02	3641	3491,61	1,04	1,01	1,07

Grafico 5.2.4. Trend dei tassi diretti di ospedalizzazione, per 100.000 nei periodi 2006-2009, 2010-2012, 2013-2015, 2016-2017. Maschi

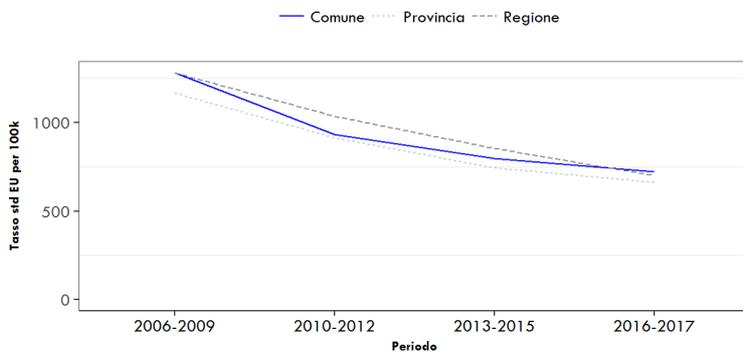
Malattie dell'apparato cardiocircolatorio



Malattie ischemiche acute



Malattie respiratorie



Malattie respiratorie cronico-ostruttive

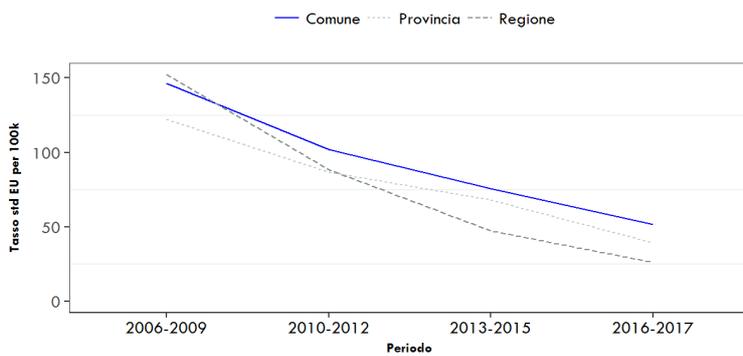
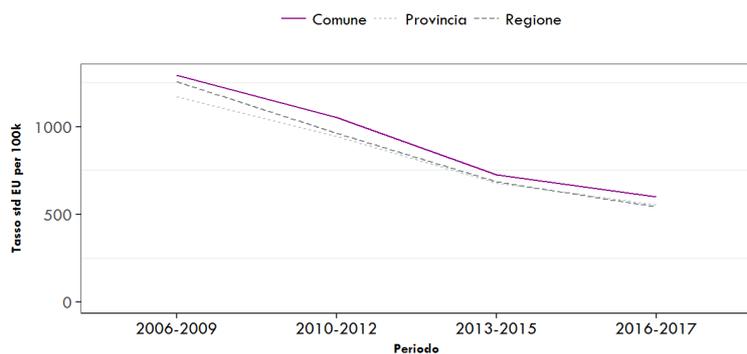
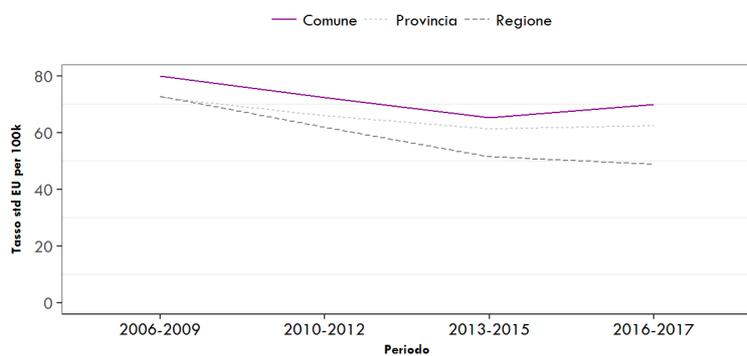


Grafico 5.2.5. Trend dei tassi diretti di ospedalizzazione, per 100.000 nei periodi 2006-2009, 2010-2012, 2013-2015, 2016-2017. Femmine

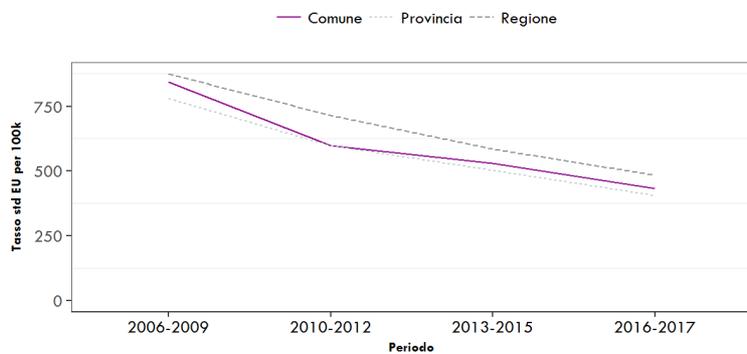
Malattie dell'apparato cardiocircolatorio



Malattie ischemiche acute



Malattie respiratorie



Malattie respiratorie croniche-obstruttive

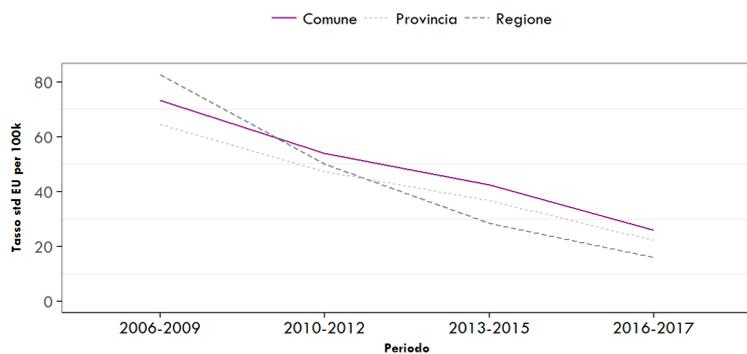
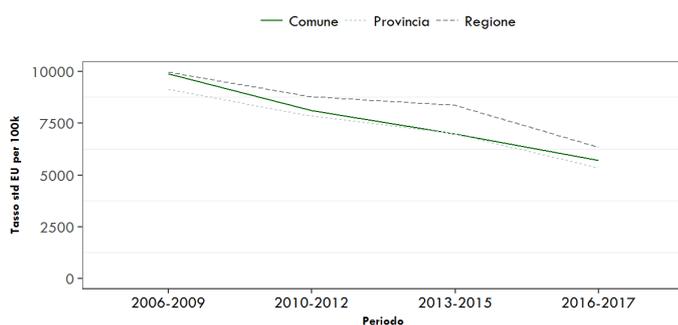


Tabella 5.2.4 - Ospedalizzazione nel SIN di Taranto per il periodo 2013-2016, maschi e femmine 0-14 anni. Totali ricoveri osservati, attesi, SHR e relativi IC al 90%. (pop. di riferimento: regione Puglia)

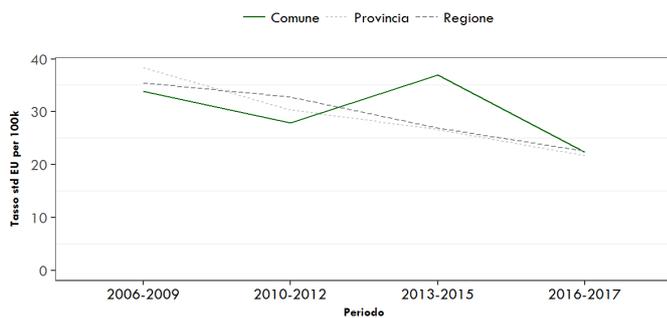
Diagnosi	oss	attesi	SHR	IC 90%	
Tutte le cause naturali (escluse complicazioni della gravidanza, del parto e del puerperio)	26917	29904,4	0,9	0,89	0,91
Tutti i tumori maligni	110	109,6	1	0,86	1,17
Tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico	46	37,96	1,21	0,95	1,54
Malattie dell'apparato respiratorio	5149	6125,08	0,84	0,82	0,86
Infezioni acute delle vie respiratorie, polmonite e influenza	2728	3266,92	0,84	0,81	0,86
Asma	42	110,13	0,38	0,3	0,49

Gráfico 5.2.6. Trend dei tassi diretti di ospedalizzazione, per 100.000 nei periodi 2006-2009, 2010-2012, 2013-2015, 2016-2017. Maschi e Femmine

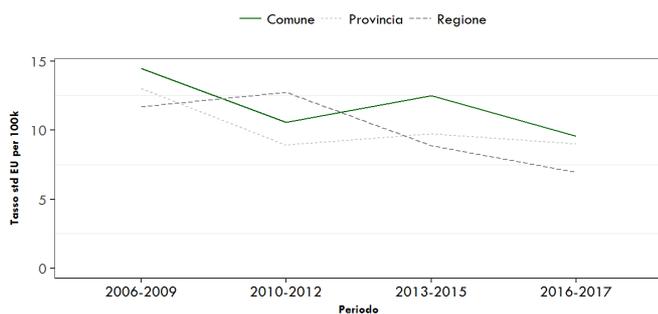
Tutte le cause



Tutti i tumori maligni



Tumori maligni del tessuto linfatico ed emopoietico



Malattie respiratorie

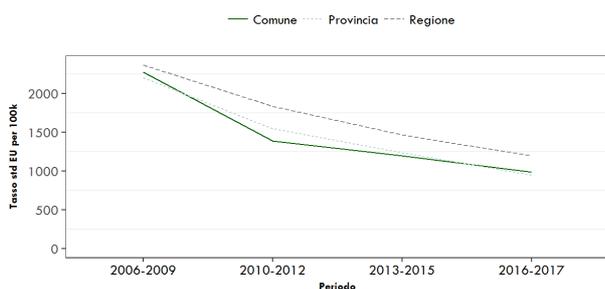


Tabella 5.2.5a Incidenza neoplastica nel SIN di Taranto per il periodo 2006-2013, per genere. Totali casi, attesi, SIR e relativi IC al 90%. (pop. di riferimento: provincia di Taranto). Maschi

	Casi	TG	TSD	SIR	IC95%
Testa e collo	214	25,98	20,79	1,07	0.93-1.22
Esofago	26	3,16	2,41	1,39	0.91-2.04
Stomaco	181	21,97	16,24	1,06	0.91-1.22
Colon e retto	615	74,66	53,6	1,1	1.01-1.19
Fegato	273	33,14	23,86	1,33	1.18-1.5
Vie biliari	59	7,16	5,08	1,02	0.77-1.31
Pancreas	146	17,72	12,97	1,47	1.24-1.73
Laringe	102	12,38	9,77	1,3	1.06-1.58
Polmone	959	116,41	83,17	1,35	1.27-1.44
Altri organi toracici	27	3,28	2,12	1,52	1-2.21
Osso	13	1,58	1,29	1,45	0.77-2.48
Pelle, melanomi	129	15,66	12,68	1,35	1.13-1.61
Pelle, non melanomi	1315	159,63	116,39	1,25	1.18-1.32
Mesotelioma	85	10,32	7,47	2,86	2.28-3.54
Sarcoma di Kaposi	45	5,46	3,96	1,18	0.86-1.58
Tessuti molli	28	3,4	3,13	1,22	0.81-1.76
Prostata	861	104,52	73,63	1,07	1-1.14
Testicolo	56	6,8	6,67	0,89	0.68-1.16
Rene	144	17,48	13,66	1,34	1.13-1.57
Vescica (maligni)	427	51,83	36,32	1,1	1-1.21
Rene e altre vie urinarie	175	21,24	16,36	1,34	1.15-1.55
Encefalo e altro SNC (maligni)	65	7,89	6,61	0,73	0.57-0.94
Tiroide	128	15,54	13,87	1,37	1.14-1.63
Linfoma di Hodgkin	32	3,88	3,75	0,94	0.65-1.33
Linfoma non Hodgkin	168	20,39	16,86	1,15	0.99-1.34
Mieloma	65	7,89	5,68	1,02	0.78-1.3
Leucemia linfatica acuta	10	1,21	1,42	0,95	0.45-1.74
Leucemia linfatica cronica	49	5,95	4,39	0,83	0.61-1.09
Leucemia mieloide acuta	56	6,8	5,55	1,34	1.01-1.73
Leucemia mieloide cronica	19	2,31	1,74	0,94	0.56-1.46
Leucemie totali	254	30,83	23,43	0,91	0.8-1.03
Mal definite e metastasi	121	14,69	10,14	1,47	1.22-1.76
Totale	6938	842,22	623	1,19	1.16-1.21
Totale escluso cute e SNC non maligno	5514	669,36	495,58	1,17	1.14-1.2

Tabella 5.2.5b Incidenza neoplastica nel SIN di Taranto per il periodo 2006-2013, per genere. Totali casi, attesi, SIR e relativi IC al 90%. (pop. di riferimento: provincia di Taranto). Femmine

	Casi	TG	TSD	SIR	IC95%
Testa e collo	63	7,01	5,23	1,23	0.95-1.58
Esofago	5	0,56	0,36	0,94	0.3-2.19
Stomaco	150	16,7	9,41	1,38	1.17-1.62
Colon e retto	531	59,12	35,55	1,05	0.96-1.15
Fegato	138	15,36	7,59	1,51	1.27-1.78
Vie biliari	90	10,02	5,23	1,09	0.88-1.34
Pancreas	129	14,36	7,67	1,11	0.93-1.32
Laringe	9	1	0,71	1,29	0.59-2.45
Polmone	220	24,49	15,86	1,53	1.33-1.75
Altri organi toracici	16	1,78	0,95	1,67	0.96-2.72
Osso	7	0,78	0,54	1,31	0.52-2.69
Pelle, melanomi	118	13,14	11,42	1,22	1.01-1.46
Pelle, non melanomi	966	107,55	71,92	1,32	1.24-1.41
Mesotelioma	17	1,89	1,17	2,23	1.3-3.57
Sarcoma di Kaposi	23	2,56	1,2	1,14	0.72-1.71
Tessuti molli	23	2,56	1,76	0,99	0.62-1.48
Mammella	1461	162,67	121,61	1,26	1.2-1.33
Utero, collo	68	7,57	6,02	1,17	0.91-1.49
Utero, corpo	254	28,28	20,75	1,23	1.08-1.39
Utero totale	335	37,3	27,5	1,19	1.07-1.33
Ovaio	134	14,92	11,17	0,92	0.77-1.09
Rene	74	8,24	5,8	1,09	0.86-1.37
Vescica (maligni)	80	8,91	5,07	1,15	0.91-1.43
Rene e altre vie urinarie	85	9,46	6,48	1,1	0.88-1.36
Encefalo e altro SNC (maligni)	67	7,46	5,26	0,91	0.7-1.15
Tiroide	332	36,97	33,99	0,95	0.85-1.06
Linfoma di Hodgkin	28	3,12	3,16	0,71	0.47-1.02
Linfoma non Hodgkin	141	15,7	10,91	1,15	0.97-1.36
Mieloma	75	8,35	4,8	1,05	0.82-1.31
Leucemia linfatica acuta	15	1,67	2,01	1,53	0.86-2.53
Leucemia linfatica cronica	51	5,68	3,39	1,19	0.89-1.57
Leucemia mieloide acuta	42	4,68	3,43	0,9	0.65-1.22
Leucemia mieloide cronica	14	1,56	1,29	0,93	0.51-1.56
Leucemie totali	230	25,61	16,82	1,04	0.91-1.18
Totale	5917	658,8	456,62	1,19	1.16-1.22
Totale escluso cute e SNC non maligno	4746	528,42	367,94	1,16	1.13-1.19

5.3 Conclusioni sulla valutazione del quadro epidemiologico

La valutazione del quadro epidemiologico descritto attraverso le stime di mortalità, ospedalizzazione e incidenza dei tumori indica la permanenza di alcune criticità sanitarie rispetto a quanto già noto sulla base di precedenti studi realizzati sia nell'area a rischio che nel comune di Taranto.

Si ricorda che le patologie per le quali Sentieri indica **un'evidenza a priori** (sufficiente o limitata) di associazione **con le esposizioni ambientali nel SIN** sono: **tumore maligno della trachea, bronchi e polmoni; mesotelioma della pleura; malattie dell'apparato respiratorio (acute e croniche).**

Si registrano nel SIN eccessi rispetto al dato regionale di mortalità e ospedalizzazione per alcune patologie oncologiche (tutti i tumori, tumore della pleura, tumore del polmone, tumore del pancreas; tumore della mammella nelle donne; tumore dello stomaco, della vescica e del rene negli uomini), per le patologie cardiovascolari, per le patologie respiratorie, per le malattie dell'apparato digerente.

Osservando gli andamenti temporali dei tassi di mortalità, si evidenzia che nel sesso maschile risultano in lieve incremento e in eccesso rispetto al dato regionale i tassi per tutte le cause e per tutti i tumori; per le malattie respiratorie si registra una diminuzione nell'ultimo periodo considerato; nel sesso femminile le cause esaminate risultano tutte il lieve decremento nel tempo, con i tassi del SIN sempre superiori a quelli regionali.

Le stime di mortalità nei soggetti di età 0-14 nel SIN suggeriscono eccessi di rischio per le patologie tumorali, in particolare per le neoplasie emolinfopoietiche. L'analisi del trend supporta tale evidenza, dal momento che i tassi del SIN appaiono superiori al dato regionale. L'esame dell'andamento temporale dell'ospedalizzazione evidenzia che i valori relativi alle cause di ricovero individuate dallo studio Sentieri come associate all'inquinamento ambientale del SIN appaiono tutte in decremento, pur rimanendo al di sopra dei valori regionali.

Nelle fasce di età infantili si evidenzia come l'andamento dei tumori maligni, in crescita fino al periodo 2013-2015, sembra registrare una riduzione nell'ultimo periodo pur rimanendo al di sopra dei valori provinciali e regionali. Appaiono in riduzione i ricoveri pediatrici per malattie respiratorie, che rimangono per tutto il periodo costantemente al di sotto dei valori

regionali, come già evidenziato in precedenti analisi. Tutte le stime relative alla popolazione pediatrica risentono tuttavia dell'incertezza legata alla bassa numerosità dei casi osservati. Si conferma in conclusione la presenza di criticità in ordine alle patologie associabili con gli inquinanti emessi dagli stabilimenti dell'area industriale di Taranto.

6.Considerazioni finali

Il presente rapporto di Valutazione di Danno Sanitario evidenzia che le misure delle concentrazioni ambientali dei contaminanti di interesse per il rischio inalatorio non superano, per gli anni considerati 2014-2017, i livelli fissati dalle norme.

Di conseguenza, sulla base di quanto previsto dalla Tabella 1 del punto 2.2.1 (Valutazioni di primo livello) del Decreto Interministeriale 24 aprile 2013, la valutazione si arresta a questo stadio.

Si evidenzia, altresì, che persistono criticità nel profilo di salute della popolazione, anche con specifico riferimento alle patologie che, secondo lo studio SENTIERI, risultano associate con un grado di evidenza sufficiente o limitata alle esposizioni ambientali presenti nel SIN di Taranto.

A tali conclusioni si giunge alla luce dei dati del Registro Tumori Taranto relativi all'incidenza dei tumori 2006-2013. Tali dati confermano che nell'area SIN si registra un'incidenza, per la maggior parte delle patologie tumorali, superiore all'atteso.

Va peraltro rimarcato, nuovamente, che l'attuale quadro ambientale di riferimento, che è alla base della metodologia del citato Decreto Interministeriale 24 aprile 2013, riflette il quadro emissivo attuale, fortemente condizionato dalla transitoria chiusura di buona parte delle cokerie, che rappresentano la sorgente più rilevante di inquinanti cancerogeni nell'area di Taranto.

Tale quadro potrebbe mutare anche drasticamente, determinando un ulteriore impatto sulla salute quando, al termine delle procedure previste dal Piano Ambientale, per quanto è dato di conoscere, tutti gli impianti potranno funzionare con l'assetto produttivo autorizzato anche al di sopra del limite di 6 milioni di tonnellate annuali di acciaio imposto dall'art. 2 dell'ultimo DPCM.

Come già riportato nei rapporti precedenti, questo aspetto è stato oggetto di indagine attraverso la metodologia del risk assessment nel rapporto VDS Taranto elaborato ai sensi della L.R. 21/2012 nel 2013, che ha evidenziato un rischio residuo non accettabile per la popolazione anche a valle del completamento degli interventi previsti dal decreto di Riesame dell'ILVA di Taranto del 2012.

Più recentemente, nell'ambito del Progetto CCM 2015 "Ambiente e Salute nel PNP 2014-2018: rete nazionale di epidemiologia ambientale, valutazione di impatto integrato sull'ambiente e salute, formazione e comunicazione (EpiAmbNet)" è stata realizzata un'attività di Valutazione Integrata di Impatto Ambiente-Salute (VIAS) finanziato dal Ministero della Salute.

L'obiettivo generale del caso studio è stato quello di definire, attraverso l'uso di modelli di dispersione, le concentrazioni di particolato fine (PM_{2.5}) di origine industriale nella loro componente primaria in relazione a diversi scenari emissivi e di stimare gli impatti sanitari a lungo termine derivanti dalle emissioni dell'impianto siderurgico ILVA, nel caso di Taranto, e della centrale ENEL, nel caso di Brindisi, secondo la metodologia VIAS.

In sintesi, per quanto riguarda Taranto è stata utilizzata la coorte costruita nell'ambito dello "Studio di coorte sugli effetti delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla morbosità e mortalità della popolazione residente a Taranto – Rapporto conclusivo - agosto 2016" a cura del gruppo di lavoro per la conduzione di studi di epidemiologia analitica - Aree di Taranto e Brindisi.

Sono stati stimati gli effetti sanitari del **PM_{2.5}** derivante da riconversione del PM₁₀ (ottenuto moltiplicando il PM₁₀ per 0,5 = rapporto PM_{2.5}/PM₁₀ misurati presso centraline) emesso da ILVA (escluso porto), considerando tre scenari emissivi differenti (2010, 2012 e 2015):

- scenario emissivo 2010: relativo ad una situazione emissiva passata (pre-Autorizzazione Integrata Ambientale -AIA) riferita al 2010;
- scenario emissivo post-riesame AIA 2012: scenario delle emissioni ipotizzate in conseguenza dell'applicazione delle prescrizioni definite dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (riesame AIA DVA-DEC-2012-0000547 del 26/10/2012)
- scenario emissivo 2015: relativo ad una situazione emissiva più recente

I tre scenari emissivi sono stati, in generale, ricostruiti con i dati misurati per le emissioni convogliate prediligendo misure ARPA, ove disponibili, e a seguire da dati tratti dal Catasto delle Emissioni Territoriali e/o relazioni annuali AIA e stimati per le diffuse utilizzando fonti bibliografiche internazionalmente riconosciute. Tali dati sono stati utilizzati in ingresso alle simulazioni modellistiche.

È stata quindi calcolata l'esposizione pesata nella popolazione, dell'intera area coorte e del solo quartiere Tamburi ed è stata, per le medesime aree, considerata la mortalità nel periodo 2009-2014 nei soggetti di età superiore a 30 anni.

Le funzioni concentrazione-risposta adottate sono state riprese dal Progetto CCM "Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute" (<https://www.viias.it/pagine/funzioni-di-rischio>).

Le tabelle che descrivono la metodologia, i dati e i risultati sono riportati nell'allegata presentazione (Allegato 17), illustrata nel corso dell'evento di chiusura del progetto tenutosi presso la sede del Ministero della Salute lo scorso 7 dicembre 2018.

In sintesi, si rileva per ciascuno degli scenari considerati, un rischio residuo non accettabile in termini di mortalità naturale per esposizioni a PM_{2,5}, in particolare a carico dei residenti del quartiere Tamburi.

Sono pertanto confermati anche con l'approccio VIIAS i risultati già comunicati con la metodologia VDS ai sensi della L.R.

Tale procedura potrebbe essere applicata anche allo scenario emissivo derivante dall'applicazione delle previsioni del Piano Ambientale approvato con DPCM del 29.09.2017 e s.m.i., qualora fosse reso disponibile allo scrivente Gruppo di Lavoro.

In conclusione, alla luce delle persistenti criticità sanitarie, associate specificamente alle emissioni dello stabilimento siderurgico, e alla luce dei risultati delle attività di valutazione preventiva degli impatti sin qui elaborati nel contesto della L.R. 21/2012 e dei progetti CCM, si ribadisce la necessità di prescrivere almeno l'adozione delle migliori tecniche disponibili per il massimo contenimento delle emissioni e di considerare l'opportunità di prevedere, in collaborazione con gli Organi tecnici centrali, la realizzazione di una valutazione preventiva dell'eventuale impatto sanitario associato con gli scenari emissivi derivanti dal Piano Ambientale su richiamato.



Studio di coorte sugli effetti delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla morbosità e mortalità della popolazione residente a Taranto



CENTRO
SALUTE
AMBIENTE
PUGLIA

MACROAREA 3 - LINEA DI INTERVENTO 3.4

Rapporto conclusivo

Agosto 2016

Gruppo di lavoro per la conduzione di studi di epidemiologia analitica

Aree di Taranto e Brindisi



A cura di:

Ester Rita Alessandrini¹, Simona Leogrande³, Angela Morabito², Carla Ancona¹, Giorgio Assennato², Roberto Giua², Francesca Mataloni¹, Antonella Mincuzzi³, Sante Minerba³, Alessandra Nocioni², Maria Serinelli², Stefano Spagnolo², Massimo Stafoggia¹, Lucia Bisceglia⁴ e Francesco Forastiere¹

¹Dipartimento di Epidemiologia, Servizio Sanitario Regionale del Lazio, ASL Roma 1, Roma

²ARPA Puglia, Bari

³Unità di Statistica ed Epidemiologia, Servizio Sanitario Locale Taranto

⁴AReS Puglia, Bari

Lo studio epidemiologico è stato condotto dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale de Lazio e dalla ASL di Taranto in collaborazione con ARPA Puglia e ARES Puglia nel quadro delle attività del Centro Salute ed Ambiente Puglia

Si ringraziano il Dr. Alessandro Marinaccio e la Dr.ssa Stefania Massari dell'INAIL di Roma, Dipartimento di medicina, epidemiologia e igiene del lavoro e ambientale, Laboratorio di epidemiologia occupazionale e ambientale, per il recupero delle informazioni sulle attività lavorative INPS dei membri della coorte.

SOMMARIO

COSA SI SAPEVA GIÀ	1
COSA SI AGGIUNGE DI NUOVO	1
RIASSUNTO	2
INTRODUZIONE	9
RASSEGNA DEGLI STUDI EPIDEMIOLOGICI CONDOTTI NELL'AREA DI TARANTO	10
1. METODOLOGIA PER L'ANALISI STATISTICA E MISURE DI ASSOCIAZIONE	13
IL DISEGNO.....	15
SELEZIONE DELLA COORTE E GEOREFERENZIAZIONE DEGLI INDIRIZZI DI RESIDENZA	15
AGGIORNAMENTO DELLO STATO IN VITA DELLA COORTE	16
I DATI SANITARI	17
STATO SOCIO-ECONOMICO E ALTRI CONFONDENTI.....	18
VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE	19
RICOSTRUZIONE RETROSPETTIVA DELL'ESPOSIZIONE INDIVIDUALE	25
ANALISI STATISTICA	28
AGGIUSTAMENTO INDIRETTO PER FATTORI DI CONFONDIMENTO NON OSSERVATI	29
2. RISULTATI DELLO STUDIO DI COORTE	32
CARATTERISTICHE DESCRITTIVE DELLA COORTE E DEGLI EVENTI SANITARI OSSERVATI	32
ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE	33
MORTALITÀ PER QUARTIERE DI RESIDENZA E PER LIVELLO SOCIO-ECONOMICO	34
EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE A PM ₁₀ ED SO ₂ DI ORIGINE INDUSTRIALE	35
EFFETTI DELLE ESPOSIZIONI DA SETTORE DI OCCUPAZIONE	37
AGGIUSTAMENTO INDIRETTO PER FATTORI CONFONDENTI NON MISURATI	57
3. STIMA DI EFFETTI CAUSALI DELL'INQUINAMENTO DA FONTE INDUSTRIALE SULLA MORTALITÀ NELL'AREA DI TARANTO MEDIANTE APPROCCIO "DIFFERENCES-IN-DIFFERENCES"	61
INTRODUZIONE	61
AREA IN STUDIO E ARRUOLAMENTO DELLA COORTE	62
VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE	62
ESITI IN STUDIO	64
ANALISI STATISTICA	64
RISULTATI	65
4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONE	71
BIBLIOGRAFIA	76
APPENDICE A- Codici cause di decesso, ricovero e codici per sede del tumore.....	81
APPENDICE C- Aggregazione dei quartieri	84
APPENDICE D- Risultati aggiuntivi	85
APPENDICE E - Guida alla lettura delle tabelle.....	89

Cosa si sapeva già

- Studi epidemiologici descrittivi condotti nell'area di Taranto nel quadro dello studio nazionale SENTIERI hanno evidenziato un aumento della mortalità dei residenti soprattutto per alcune forme tumorali e per le malattie cardiovascolari e respiratorie.
- L'esame della mortalità per aree specifiche della città ha riscontrato una mortalità più elevata nei quartieri Tamburi, Paolo VI e Borgo.

Cosa si aggiunge di nuovo

- Lo studio di coorte analitico ha esaminato la associazione tra l'inquinamento prodotto dalle emissioni industriali di ILVA e la mortalità, i ricoveri ospedalieri e l'incidenza dei tumori.
- E' stata riscontrata una forte relazione tra esposizione a PM₁₀ ed SO₂ di origine industriale e mortalità naturale e per cause specifiche, ricoveri ospedalieri ed incidenza di alcune forme tumorali.
- L'alterato stato di salute dei residenti nell'area di Taranto esposti agli inquinanti ambientali non è spiegato da fattori di rischio personali, quali l'abitudine al fumo, l'alcol o l'attività fisica.
- L'esame simultaneo del quadro ambientale e della mortalità per quartiere nel periodo 2008-2014 mostra che, nei quartieri Tamburi e Borgo, al variare negli anni dei livelli di esposizione a PM₁₀ corrisponde un parallelo andamento della mortalità; tale sincronia non si osserva nelle altre zone.
- Lo studio attesta una relazione tra contaminazione ambientale di origine industriale e salute della popolazione residente nell'area di Taranto; per le malattie cardiorespiratorie tale relazione si manifesta con una latenza temporale breve. Pertanto, ad una diminuzione della concentrazione ambientale delle sostanze inquinanti consegue un guadagno immediato per la salute.

RIASSUNTO

L'area di Taranto, che include i comuni di Taranto, Massafra e Statte, è da anni oggetto di attenzione per le possibili ripercussioni sulla salute della popolazione delle emissioni ambientali derivanti dagli impianti industriali presenti nell'area: l'impianto siderurgico ILVA, le raffinerie di petrolio Eni, l'impianto elettrico EDISON, e le attività delle industrie minerarie, del porto e dell'arsenale della marina militare. (Figura 1)

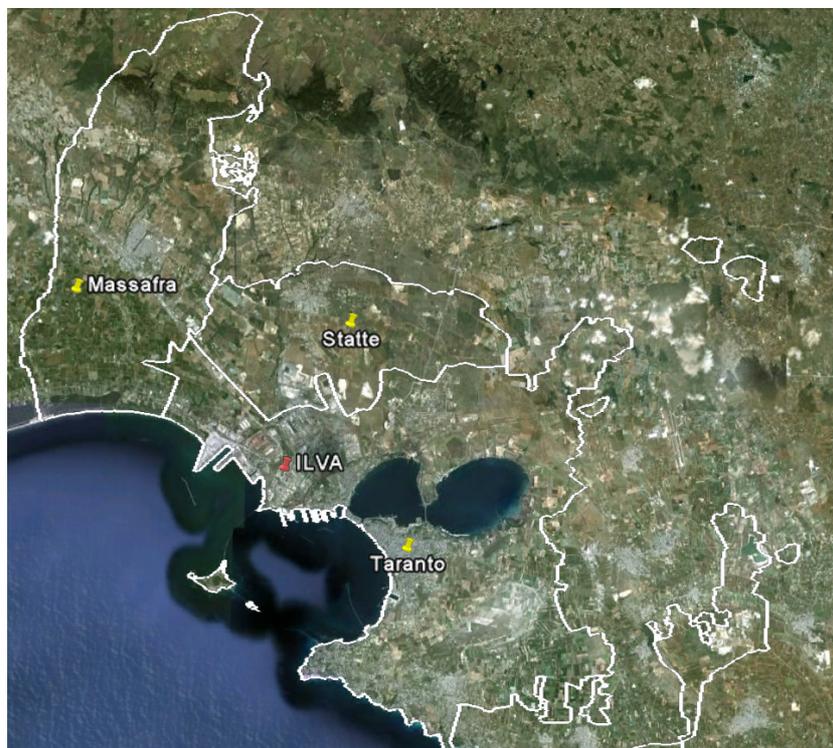


Figura 1: Area in studio, comuni di Taranto, Massafra e Statte e localizzazione dell'impianto siderurgico ILVA.

Questo rapporto illustra i risultati dell'indagine epidemiologica condotta per valutare l'effetto delle sostanze tossiche di origine industriale, emesse dal complesso ILVA, sulla salute dei residenti. Tale danno sulla salute dei residenti è stato valutato considerando l'insorgenza di patologie, ovvero il loro aggravamento tale da comportare un ricovero ospedaliero o, addirittura, il decesso.

In questo studio sono stati valutati gli effetti delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla mortalità/morbosità della popolazione residente utilizzando il disegno epidemiologico della coorte residenziale che utilizza i dati degli archivi anagrafici comunali per definire la coorte di popolazione residente.

La coorte in studio è costituita dalle 321,356 persone, residenti tra il 1 Gennaio 1998 (primo anno per il quale erano disponibili dati su supporto elettronico) ed il 31 Dicembre 2010 nei comuni di Taranto, Massafra e Statte. Sono stati utilizzati gli archivi anagrafici comunali per l'arruolamento delle coorti dei residenti, il Registro Regionale delle Cause di Morte, le Schede di Dimissione Ospedaliera e il Registro Tumori di popolazione (Appendice A per i codici di malattia/morte). Tutti i soggetti sono stati seguiti fino al 31 Dicembre 2014, ovvero fino alla data di morte o di emigrazione. Alla fine del follow-up sono risultati deceduti 36,580 soggetti (11.8%), dei quali 35,398 entro il 2013.

Attraverso procedure di *record-linkage* con i dati dei contributi pensionistici versati all' INPS si è accertato che tra i membri della coorte avevano prestato servizio presso società del comparto siderurgico 9,633 soggetti con la qualifica di operaio e 3,923 soggetti con la qualifica di impiegato. Sono risultati addetti alle costruzioni meccaniche 17,035 soggetti e alle costruzioni navali 1,238 soggetti.

Il quadro integrato delle pressioni ambientali delle principali sorgenti emissive è stato ricostruito per il 2010 mediante il modello di dispersione Lagrangiano a particelle SPRAY. Sono state stimate le concentrazioni di materiale particolato (PM_{10}) e di biossido di zolfo (SO_2), di origine industriale provenienti dall'impianto ILVA, scelti come traccianti delle emissioni dell'impianto. Ad ogni individuo della coorte, sulla base dell'indirizzo di residenza, sono stati dunque 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 (PM_{10} ed SO_2).

L'esposizione individuale dei soggetti della coorte è stata ricostruita a partire dal 1965 (anno di avvio dell'impianto siderurgico) 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 (fonte ISPRA), 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 socio-economico, disponibile a livello di sezione di censimento della residenza di ciascun soggetto della coorte.

L'associazione tra l'esposizione ai traccianti delle fonti inquinanti e gli esiti sanitari della coorte è stata valutata mediante un modello di Cox, che ha stimato i rischi relativi di morte e/o malattia (Hazard Ratio, HRs) mediante un'analisi di sopravvivenza. I risultati tengono conto

dell'effetto confondente di fattori quali l'età, il genere, l'indicatore di stato socio-economico dei residenti, e la esposizione professionale.

I dati derivanti dallo studio campionario PASSI sono stati utilizzati per verificare l'ipotesi che fattori di confondimento legati alle abitudini individuali (es- fumo di sigarette) potessero essere invece responsabili dei risultati ottenuti.

E' stata infine analizzata la coorte di Taranto per il periodo 2008-2014 con il metodo della valutazione delle "Differenze nelle Differenze" (*Difference-in-Differences*) per verificare la relazione tra i cambiamenti temporali delle esposizioni ambientali e i cambiamenti temporali della mortalità. In questo approccio la popolazione funge da controllo di se stessa (assenza di confondimento dovuto a caratteristiche fisse nel tempo) e la finestra temporale è sufficientemente breve da rendere implausibile il confondimento dovuto a fattori tempo-dipendenti.

In sintesi, lo studio ha fornito i seguenti risultati:

1. L'esposizione a PM₁₀ ed SO₂ di origine industriale è associata ad un aumento della mortalità per cause naturali, tumori, malattie cardiovascolari e renali. La tabella che segue sintetizza i risultati dello studio della mortalità della coorte per effetto di questi inquinanti. Sono riportati i valori degli Hazard Ratios che esprimono di quanto aumenta la mortalità all'aumento di esposizione all'inquinante pari a 10 µg/m³ (sono riportate in grassetto le stime del rischio statisticamente significative). All' aumento di 10µg/m³ del PM₁₀ di origine industriale, a parità di età, genere, condizione socio-economica ed occupazione, si è osservato un aumento del rischio di mortalità per cause naturali pari al 4%; mentre per l'SO₂ l'incremento di rischio è del 9%. Per entrambi gli inquinanti si è osservata anche una associazione con la mortalità per cause tumorali (es. il tumore del polmone) e per le malattie dell'apparato cardiovascolare, in particolare si è osservato un eccesso importante per gli eventi coronarici acuti. Un aumento di rischio si è osservato anche per le malattie dell'apparato renale, statisticamente significativo per il PM₁₀.

Causa di decesso	PM ₁₀			SO ₂		
	HR	95%IC		HR	95%IC	
Cause naturali	1.04	1.02	1.06	1.09	1.05	1.12
Tumori maligni	1.03	1.00	1.06	1.08	1.02	1.15
Trachea, bronchi e polmoni	1.05	0.99	1.12	1.17	1.03	1.34
Malattie cardiovascolari	1.02	1.00	1.05	1.04	0.99	1.10
Malattie cardiache	1.05	1.02	1.09	1.11	1.04	1.18
Eventi coronarici acuti	1.10	1.02	1.19	1.29	1.10	1.52

Malattie renali	1.13	1.02	1.25	1.16	0.93	1.45
-----------------	-------------	-------------	-------------	------	------	------

2. Tra i residenti nell'area di Taranto si è osservata una associazione tra inquinanti e ricorso alle cure ospedaliere per molte delle patologie analizzate. In particolare, per effetto del PM₁₀ ed SO₂ (per incrementi di 10 µg/m³ delle concentrazioni) sono stati osservati eccessi per malattie neurologiche, cardiache, infezioni respiratorie, malattie dell'apparato digerente e malattie renali. Le gravidanze con esito abortivo sono associate all'esposizione ad SO₂ delle donne residenti. Tra i bambini di età 0-14 si sono osservati eccessi importanti per le patologie respiratorie.

La tabella che segue mostra i risultati osservati per i ricoveri ospedalieri per causa per tutte le età e per i bambini di 0-14 anni.

Diagnosi	PM ₁₀			SO ₂		
	HR	95%IC		HR	95%IC	
Malattie neurologiche	1.05	1.01	1.08	1.21	1.13	1.30
Malattie cardiovascolari	1.04	1.02	1.05	1.06	1.03	1.09
Malattie cardiache	1.05	1.04	1.07	1.10	1.07	1.14
Eventi coronarici acuti	1.02	0.99	1.06	1.14	1.06	1.23
Scopenso cardiaco	1.02	0.99	1.06	1.13	1.06	1.21
Malattie dell'apparato respiratorio	1.07	1.05	1.08	1.15	1.12	1.19
Infezioni delle vie respiratorie	1.11	1.08	1.13	1.35	1.28	1.42
Malattie dell'apparato digerente	1.04	1.03	1.05	1.08	1.05	1.11
Malattie renali	1.08	1.05	1.11	1.09	1.04	1.15
Gravidanza con esito abortivo	1.02	0.98	1.07	1.16	1.06	1.27
<u>Bambini 0-14 anni</u>						
Malattie respiratorie	1.11	1.09	1.14	1.33	1.26	1.41
Infezioni delle vie respiratorie	1.15	1.11	1.18	1.49	1.39	1.59

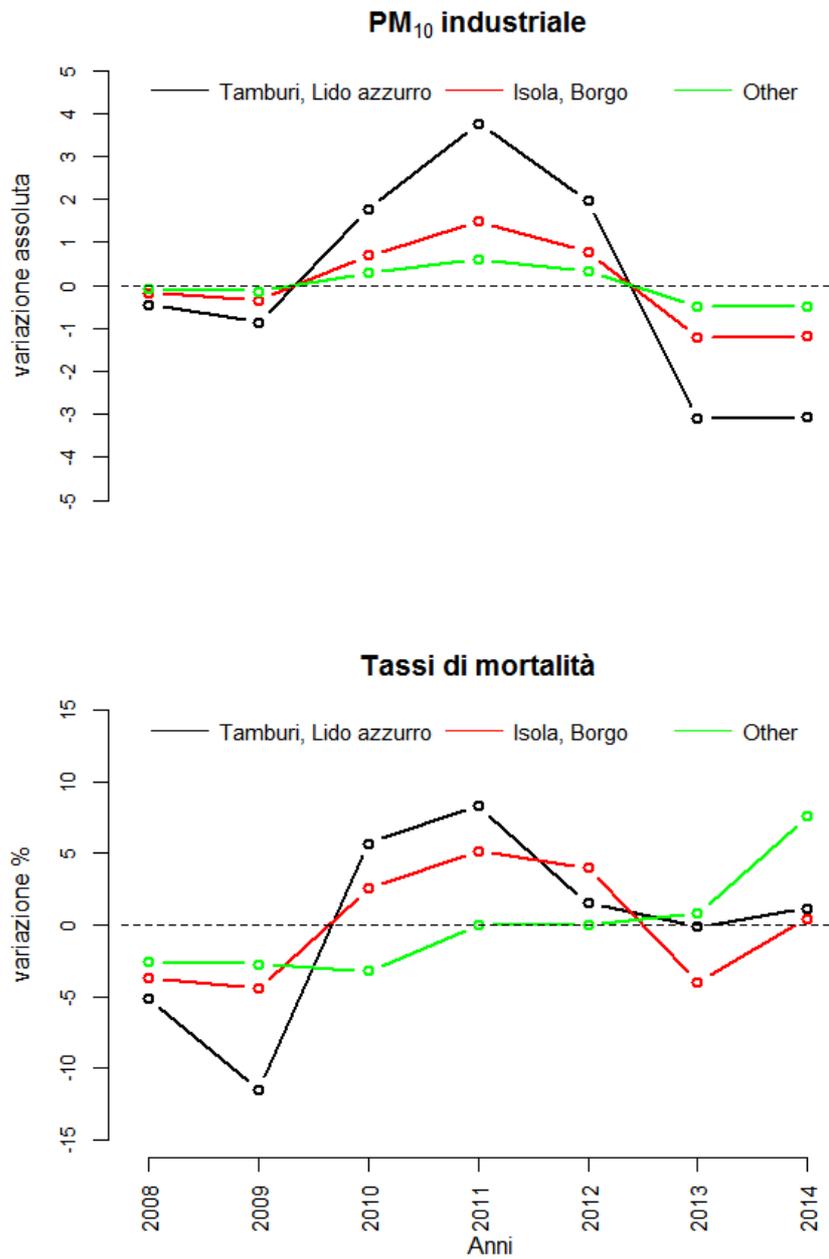
3. L'incidenza tumorale è associata nel periodo 2006-2011 all'esposizione agli inquinanti studiati. L'aumento del rischio raggiunge la significatività statistica per tumore del polmone e del rene. Il PM₁₀ risulta associato anche ad un aumento di incidenza di tumore della cute e della mammella tra le donne. Nella tabella sottostante sono riportate le principali associazioni.

Sede del tumore	PM ₁₀			SO ₂		
	HR*	95% IC		HR*	95% IC	
Tutti i tumori	1.14	1.09	1.19	1.05	0.97	1.14
Polmoni	1.29	1.14	1.45	1.42	1.10	1.84
Cute	1.15	1.04	1.26	1.08	0.90	1.30
Mammella	1.27	1.13	1.41	1.19	0.94	1.51
Rene	1.32	1.01	1.73	2.44	1.38	4.34

4. Per quanto riguarda le attività lavorative, si è osservato un eccesso di mortalità per tumore dello stomaco (+41%) e della pleura (+72%) tra i lavoratori impiegati in siderurgia. Gli operai in siderurgia presentano una mortalità superiore per tumore della pleura (HR=2.07) e del rene (HR=2.51). I lavoratori nelle costruzioni meccaniche mostrano un quadro di mortalità naturale superiore rispetto alla popolazione generale (HR=1.06), con eccesso importante per tumore del polmone (HR=1.27) e per Bronco Pneumopatia Cronico Ostruttiva (HR=1.36).
5. Per alcuni soggetti della coorte partecipanti allo studio PASSI è stato possibile studiare la frequenza di fattori individuali non disponibili per tutti i soggetti della coorte (es. fumo di sigarette, abitudine all' alcol, attività fisica). Questa analisi ha consentito di superare uno dei limiti degli studi di coorte residenziale, cioè la mancanza di informazione sui dati individuali potenzialmente confondenti l'associazione tra i livelli di inquinamento e gli esiti avversi sulla salute. I risultati permettono di concludere che le associazioni osservate nell'area di Taranto tra le concentrazioni degli inquinanti di origine industriale e la mortalità per causa e i ricoveri ospedalieri dei residenti sono difficilmente ascrivibili ai fattori di confondimento individuali non misurabili sull'intera coorte.
6. La produttività dell'ILVA ha avuto delle variazioni nel periodo 2008-2014 con un declino a seguito della crisi economica (2009), un successivo aumento negli anni 2010-2012, e un declino nel 2013-2014. All'andamento produttivo, e quindi alle variazioni delle emissioni, ha corrisposto un effetto sui livelli di inquinamento in prossimità dell'impianto e nei quartieri limitrofi. L'andamento della mortalità ha seguito in modo speculare l'andamento della produttività e l'inquinamento nei quartieri Tamburi e Borgo. Si è assistito a variazioni positive nei tassi di mortalità fino al 2012, a seguito di incrementi

del PM₁₀ di origine industriale, per poi osservare una riduzione sia dell'inquinamento che della mortalità nel 2013-2014 (Figura 2). I modelli statistici hanno stimato un incremento percentuale del rischio di mortalità per incremento di 1µg/m³ della

v
a
r
i
a
z
i
o
n
e
d
e
l
P
M
1
0
i
n
d
u
s
t
r



iale pari a 1.86% per la mortalità naturale (al limite della significatività statistica) e dell'8.74% per la mortalità per malattie respiratorie (95%IC 1.50-16.51).

Figura 2: Variazioni assolute della media annuale di PM₁₀ industriale nei quartieri di Taranto e variazioni percentuali (%) dei tassi di mortalità

In sintesi, l'indagine epidemiologica conferma i risultati degli studi precedenti rafforzandone le conclusioni, estende l'ambito di osservazione a diversi esiti sanitari, e considera diversi aspetti metodologici. La lettura di questi risultati anche alla luce della letteratura più recente sugli effetti nocivi dell'inquinamento ambientale di origine industriale depone a favore dell'esistenza di una relazione di causa-effetto tra emissioni industriali e danno sanitario nell'area di Taranto. La latenza temporale tra esposizione ed esito sanitario appare breve ad indicare la possibilità di un guadagno sanitario a seguito di interventi di prevenzione ambientale.

Introduzione

L'area di Taranto è una delle più industrializzate d'Italia e comprende i comuni di Taranto, Massafra e Statte con 202,016, 32,931 e 14,136 residenti, rispettivamente (ISTAT 1° Gennaio 2014). Il comune di Statte è un'ex frazione del comune di Taranto autonomo dal 1° maggio 1993.

L'area è interessata da diversi decenni da un quadro ambientale complesso per la presenza di un importante polo siderurgico (ILVA), in attività dalla metà degli anni '60, della raffineria di petrolio (Raffineria ENI), dei depositi minerari, dei cementifici, delle industrie minerarie, delle aziende elettriche (Impianto EDISON), dell'arsenale della marina militare ed del porto. A partire dal 1990 i territori comunali di Taranto, Crispiano, Massafra, Statte e Montemesola sono stati definiti "Area ad elevato rischio ambientale"; successivamente i comuni di Taranto e Statte sono stati inclusi tra i 14 siti ad interesse nazionale che richiedono interventi di bonifica (DPR 196/1998). L'area è oggetto di attenzione per le possibili ripercussioni sulla salute della popolazione dovute agli inquinanti di origine industriale.

Gli obiettivi di questo lavoro sono di

- 1) stimare la relazione tra esposizioni ambientali legate al complesso industriale, in particolare all'acciaiera, e mortalità/morbosità della popolazione residente nel periodo 1998-2014;
- 2) valutare il quadro sanitario dei lavoratori impiegati negli anni '70-'90 presso l'industria siderurgica e delle costruzioni meccaniche e navali;

Questo rapporto si articola in una descrizione delle indagini epidemiologiche già condotte nell'area di Taranto, seguita da una descrizione dei metodi per lo studio di coorte e per la valutazione dell'esposizione. I risultati dello studio di coorte sono poi presentati per mortalità, ricoveri ospedalieri ed incidenza di tumori.

Inoltre sono presentati i risultati dello studio relativo al periodo 2008-2014 condotto con l'approccio "*Differences in Differences*" (DID). La relazione tra esposizione ad inquinamento atmosferico di origine industriale e la mortalità nella popolazione residente nell'area è studiata mediante l'analisi di differenze dell'esposizione nel tempo e delle differenze dei tassi di mortalità nella stessa popolazione, allo scopo di eliminare dal confronto l'effetto di potenziali fattori di confondimento individuali.

Rassegna degli studi epidemiologici condotti nell'area di Taranto

Diversi studi di monitoraggio ambientale e campagne di misura delle emissioni industriali condotti nell'area di Taranto hanno evidenziato un quadro di inquinamento ambientale diffuso, e il contributo rilevante del polo industriale cittadino, in particolare il complesso dell'acciaieria, sui livelli ambientali di inquinanti di interesse sanitario (PM₁₀, SO₂ e PaH).¹⁻⁷ Per quanto riguarda i dati relativi a misure effettuate ai camini e a misure ambientali sono disponibili diverse relazioni e documenti dell'ARPA Puglia.⁸⁻⁹ Risultati di campagne di monitoraggio, effettuate dalla ASL di Taranto dal marzo 2008 ad oggi, hanno segnalato che in alcune aziende zootecniche presenti sul territorio del comune e della provincia di Taranto è presente una importante contaminazione della catena trofica da composti organoalogenati.¹⁰

Uno studio caso-controllo sui casi incidenti a Taranto di tumore maligno del polmone, della pleura, della vescica e del sistema linfemopoietico (periodo 2000-2002),¹¹⁻¹² in relazione alla distanza della residenza principale da diverse fonti emmissive, ha indicato un ruolo eziologico delle *esposizioni ambientali* a cancerogeni inalabili sulle neoplasie dell'apparato respiratorio. Lo studio ha evidenziato un trend del rischio di tumore polmonare e della pleura in funzione della distanza della residenza dalla maggior parte dei siti di emissione considerati (compresi l'acciaieria e i cantieri navali).

La popolazione di Taranto è stata oggetto di diversi studi epidemiologici multicentrici e di impatto sanitario, che hanno documentato il ruolo dell'inquinamento atmosferico sull'incremento di effetti a breve e a lungo termine, quali in particolare la mortalità e la morbosità per malattie cardiache e respiratorie nelle popolazioni residenti (adulti e bambini). Tra i principali studi si ricordano il progetto MISA (Metanalisi Italiana degli Studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento Atmosferico)¹³ che nella seconda fase ha riguardato 15 città sul periodo 1996-2002; lo studio sull'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico¹⁴ in 13 città italiane per il periodo 2002-2004 e il più recente progetto EPIAIR.¹⁵ Quest'ultimo studio, che ha riguardato 10 città italiane sul periodo 2001-2005, documenta come a Taranto, a differenza di altre città, i coefficienti di correlazione tra PM₁₀ e NO₂, e il loro rapporto, individuino nelle emissioni industriali la fonte principale dell'inquinamento atmosferico. I risultati sulla mortalità evidenziano, nel complesso, un aumento di 0.69% del rischio di mortalità totale per incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀, effetto superiore a quello riscontrato nelle principali analisi pubblicate in Europa (0.33%), nel Nord America (0.29%) e nei precedenti studi italiani (MISA, 0.31%).

Lo studio di Vigotti e colleghi¹¹ riporta una analisi del profilo di mortalità per causa condotta sulla popolazione di Taranto e Statte per i periodi 1970-74, 1981-89 e 1990-99 con i dati ISTAT, e per il 1998-2004 con i dati ASL. I risultati mostrano un chiaro andamento crescente, nel corso dei decenni esaminati, dei rischi di mortalità per alcune patologie. Oltre a incrementi di rischio per cause di morte associate tipicamente ad esposizioni di tipo occupazionale, si rileva un aumento di mortalità per patologie potenzialmente legate anche ad esposizioni residenziali.

Uno studio geografico¹⁶ ha analizzato l'incidenza di tumori nei 29 comuni della provincia di Taranto sul periodo 1999-2001, relativamente alle sedi del polmone, pleura (mesotelioma), vescica (solo tumori maligni), encefalo, e sistema linfoemopoietico (solo linfoma non-Hodgkin e leucemie). Sono stati calcolati rapporti standardizzati di incidenza (SIR), stimando rischi di area e validandoli attraverso analisi spaziale bayesiana. I risultati, corretti per indice di deprivazione socioeconomica, confermano un eccesso di mortalità nell'area di Taranto per i tumori del polmone, pleura e vescica tra gli uomini. Lo studio evidenzia anche eccessi significativi di linfomi non-Hodgkin tra gli uomini a Taranto e tra le donne a Pulsano, e un incremento di rischio di leucemie tra le donne a Statte. Gli autori, oltre ad evidenziare un ruolo rilevante delle esposizioni professionali nell'area industriale, ipotizzano anche un'associazione dei rischi osservati con fattori ambientali quali gli inquinanti chimici di origine industriale, con particolare riferimento alle imponenti emissioni di diossine nell'ambiente ad opera dell'impianto ILVA.

Un'analisi geografica della mortalità tumorale sul periodo 2000-2004 nelle cinque province pugliesi¹⁷, basata sui dati del registro regionale delle cause di morte, ha mostrato che la distribuzione del rischio di mortalità nella provincia di Taranto presenta un eccesso del 10% per tutti i tumori nell'anello di territorio circostante l'area industriale, ove si registra anche il massimo livello di rischio per il tumore del polmone (24%). Inoltre nella stessa area è stato evidenziato un incremento della mortalità (70%) per 9 dei 13 tipi di tumore maligno considerati nell'analisi.

Lo studio nazionale SENTIERI ha analizzato la mortalità delle popolazioni residenti nei pressi dei Siti di Interesse Nazionale per le bonifiche. I risultati delle analisi a Taranto, nel periodo 1995-2002¹⁸, hanno evidenziato per Taranto nei confronti della regione:

- un eccesso tra il 10% e il 15% della mortalità generale e per tutti i tumori (uomini e donne);
- un eccesso di circa il 30% nella mortalità per tumore del polmone (uomini e donne);

-
- un eccesso della mortalità per tumore della pleura, che permane, sebbene ridotto, dopo correzione per indice di deprivazione (ID) (uomini e donne);
 - un eccesso compreso tra il 50% (uomini) e il 40% (donne) di decessi per malattie respiratorie acute, anche quando si tiene conto dell'ID, associato ad un aumento di circa il 10% nella mortalità per tutte le malattie dell'apparato respiratorio;
 - un eccesso di circa il 15% tra gli uomini e 40% nelle donne della mortalità per malattie dell'apparato digerente, anche quando si tiene conto dell'ID;
 - un eccesso di circa il 5% dei decessi per malattie del sistema circolatorio soprattutto tra gli uomini; quest'ultimo è ascrivibile ad un eccesso di mortalità per malattie ischemiche del cuore, che permane, anche tra le donne, dopo correzione per ID.

Nel 2011 la Procura di Taranto ha richiesto un'indagine per valutare le emissioni dagli impianti industriali e uno studio epidemiologico per investigare lo stato di salute della popolazione residente.¹⁹⁻²⁰ Lo studio epidemiologico ha arruolato la coorte di residenti dal 1998 al 2010, con mortalità certificata fino al 2008, modello lagrangiano di dispersione degli inquinanti²¹⁻²² e analisi condotte, per quartiere di residenza, con modelli a rischi proporzionali di Cox. I risultati dello studio²³ hanno mostrato effetti importanti sulla salute della popolazione residente nei quartieri più vicini all'area industriale, come il quartiere Paolo VI, costruito nei tardi anni '60 principalmente come zona residenziale degli operai dell'impianto siderurgico, il quartiere Tamburi, vicino ai depositi minerari, e Borgo, tra i più inquinati secondo la distribuzione spaziale degli inquinanti nell'area dello studio di Mangia et al.²⁴ I residenti in prossimità di queste aree hanno mostrato livelli più elevati di mortalità, specialmente per i tumori maligni, tumori del pancreas e del polmone, malattie cardiache, respiratorie e del sistema digerente. I rischi sono risultati più elevati per il quartiere Paolo VI rispetto agli altri considerati. La posizione socio-economica è risultata associata ad elevati rischi di mortalità per tutte le cause, tumori e malattie cardiovascolari e respiratorie.

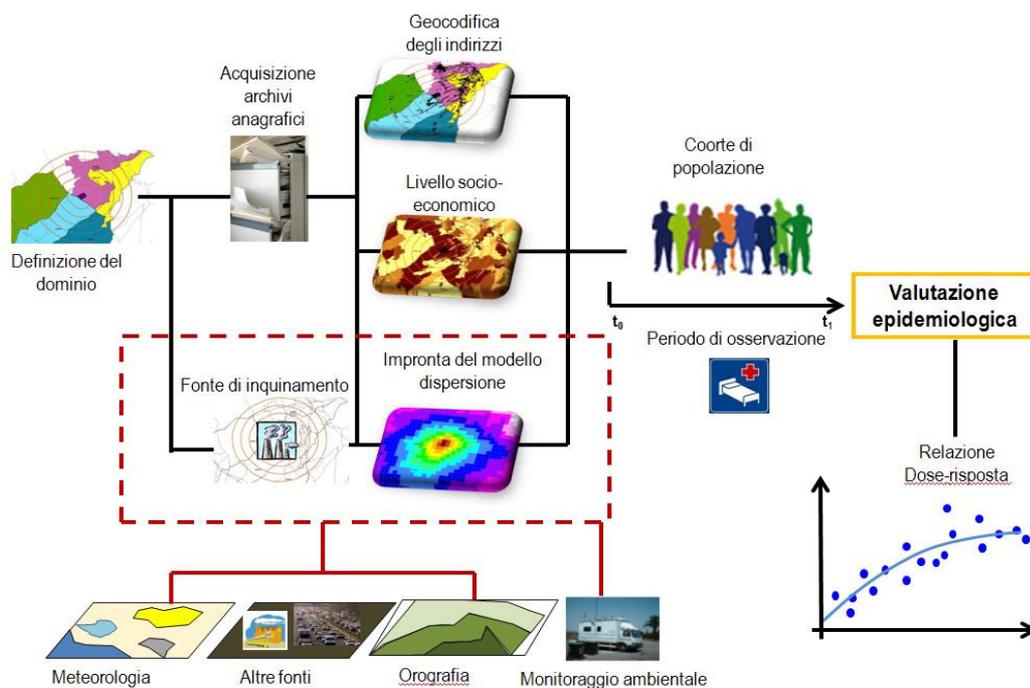
Sulla stessa coorte di residenti, seguita fino al 2010, si è basato anche un recente studio²⁵ che ha esplorato l'incremento di rischio in tutti i quartieri dell'area di Taranto, inclusi quelli industriali. I risultati hanno confermato quelli dello studio di Mataloni et al.²³, mostrando rischi più elevati nei quartieri più vicini geograficamente all'area industriale, con gli effetti più importanti registrati nel quartiere di Paolo VI.

1. Metodologia per l'analisi statistica e misure di associazione

La metodologia utilizzata in questo studio è riassunta nella Figura 1. Essa prevede l'uso degli archivi anagrafici comunali per l'arruolamento delle coorti residenziali e dei Sistemi Informativi Sanitari regionali per la definizione degli esiti sanitari. L'esposizione viene definita sulla base dell'impronta delle concentrazioni al suolo di specifici inquinanti considerati come traccianti di ciascuna fonte di pressione ambientale presente nel territorio: tale impronta è stimata utilizzando opportuni modelli di dispersione degli inquinanti scelti come traccianti.

Le coorti dei residenti sono georeferenziate (attribuzione delle coordinate geografiche agli indirizzi di residenza dei soggetti inclusi nello studio), non solo per attribuire ad ognuno la misura dell'esposizione, ma anche per descrivere al meglio le caratteristiche individuali (livello socio-economico) e la realtà circostante (eventuali altri fattori di pressione ambientale presenti nel territorio). Una procedura di *record linkage* con gli archivi dei versamenti effettuati a fine pensionistici è stata utilizzata per attribuire l'esposizione occupazionale a ciascun residente.

Queste procedure consentono di stimare l'associazione tra inquinamento industriale e mortalità al netto del potenziale effetto confondente delle esposizioni occupazionali e del livello socio-economico dei residenti.



Fonte: Ancona et al. Epidemiologia & Prevenzione 2014

Figura 1: Metodologia integrata dello studio epidemiologico Ambiente e Salute

Il disegno

Lo studio è stato condotto con un approccio di coorte residenziale basato sulla ricostruzione della storia anagrafica di tutti gli individui residenti, il loro successivo *follow-up*, e la stima dei rischi di malattia e di mortalità. L'approccio di coorte è ritenuto in epidemiologia quello in grado di valutare in maniera più valida il nesso eziologico tra una esposizione e lo stato di salute di una particolare popolazione esposta. In questo approccio, tutti i soggetti residenti nell'area vengono seguiti nel tempo rispetto alla esposizione di interesse specificatamente definita minimizzando le possibilità di distorsione. A differenza degli studi di carattere ecologico per comune o per aggregati di sezione di censimento, che usano al numeratore la frequenza degli eventi e al denominatore una stima della popolazione residente (dati ISTAT), nello studio di coorte di popolazione il calcolo degli indici epidemiologici (mortalità, morbosità) ha al denominatore il tempo persona (anni-persona) esatto in cui i soggetti della coorte sono stati a rischio di sviluppare gli esiti in studio.

Le esposizioni considerate in questo studio sono state:

1. Le concentrazioni di PM₁₀ ed SO₂ (emissioni primarie) di origine industriale stimato, all'indirizzo di residenza di ciascun individuo della coorte, mediante modelli di dispersione che hanno usato dati raccolti durante il periodo di follow-up;
2. aver lavorato negli anni '70-'90 presso l'industria siderurgica e presso i principali impianti di costruzioni meccaniche e navali;

Il modello statistico ha stimato i rischi relativi di morte e/o di malattia (Hazard Ratios, HR) attraverso un'analisi di sopravvivenza. Il modello ha tenuto conto del genere e dell'età dei residenti e anche di un altro importante fattore di confondimento, l'indicatore di stato socioeconomico, calcolato a livello di sezione di censimento della residenza di ciascun soggetto della coorte.

Selezione della coorte e georeferenziazione degli indirizzi di residenza

L'area considerata nello studio è quella di Taranto, Massafra e Statte. Per la selezione della coorte sono stati utilizzati gli archivi anagrafici comunali che, al censimento ISTAT 2001 avevano rispettivamente 202,033, 30,923 e 14,585 abitanti.

La coorte è composta da soggetti residenti al 1 gennaio 1998 e da tutti quelli che sono successivamente entrati nell'area per nascita o immigrazione fino al 31 dicembre 2010.

Le anagrafi comunali hanno fornito l'indirizzo di residenza di ogni soggetto all'inizio del periodo di studio (1 gennaio 1998), ovvero il primo indirizzo di residenza per gli iscritti nel comune, per immigrazione o nascita, dopo quella data. E' stato inoltre fornito, per il comune di Taranto, l'archivio storico di tutti i cambi di residenza anche prima dell'arruolamento, mentre i comuni di Statte e Massafra hanno fornito i movimenti residenziali solo per il periodo 1998-2010. E' da notare che Statte ha ricevuto una propria autonomia comunale il 1 maggio 1993.

Tutti gli indirizzi sono stati georeferenziati mediante il software ArcGIS, attribuendo ad ogni soggetto anche la sezione di censimento di residenza all'inizio del periodo in studio e per ogni cambio di residenza. Le sezioni di censimento sono state utilizzate anche per suddividere il comune di Taranto in nove "quartieri" ciascuno composto da uno o più rioni: Borgo, Tamburi-Isola-Porta Napoli- Lido Azzurro, Italia Montegranaro, San Vito-Lama-Carelli, Paolo VI, Salinella, Solito Corvisea, Talsano-Isole amministrative, Tre Carrare-Battisti (vedi Appendice C per dettagli).

In questo modo, ad ogni individuo della coorte è stato attribuito il quartiere di residenza all'inizio del follow-up e per ciascun cambio di residenza.

Aggiornamento dello stato in vita della coorte

La procedura di aggiornamento dello stato in vita della coorte al 2014 ha previsto dapprima il recupero delle anagrafi comunali dei tre comuni all'ultimo anno disponibile (il 2014 per Taranto e Statte ed il 2013 per Massafra), per un totale di 386,332 residenti. La coorte è stata poi unita agli archivi anagrafici più recenti mediante procedure di record linkage per codice fiscale e chiavi a cascata sugli altri campi. La procedura ha riconosciuto come ancora presenti nei registri anagrafici 282,833 (88%) dei soggetti della coorte; dei rimanenti 38,523, 2,828 non sono stati trovati perché deceduti, 33,478 perché emigrati al 2010. Sono risultati persi al follow-up 2,217 residenti della coorte iniziale.

Si è dunque proceduto con l'aggiornamento e verifica delle informazioni individuali di decesso e/o movimenti migratori entro comune, tra i comuni e fuori dai comuni. Non essendo stati considerati i nuovi ingressi nella coorte per nascita o immigrazione, la coorte è considerata chiusa al 31/12/2010. Al fine di assicurare l'attendibilità dell'aggiornamento dello stato in vita sono state messe a punto procedure di controllo, congruenza e non duplicità, delle informazioni in possesso. Dopo l'aggiornamento si contano 43,672 soggetti emigrati e non rientrati nell'area in studio, e 11,964 emigrati e rientrati nello stesso o in un altro dei 3 comuni, considerati quindi residenti alla fine del follow-up.

Avendo a disposizione anche il Registro Nominativo delle Cause di Morte (ReNCaM) della regione dal 2000 al 2010 e l'Anagrafe Assistiti della Provincia di Taranto con sua integrazione storica al 2015, è stato possibile il recupero delle informazioni di alcuni dei 43,672 soggetti emigrati dall'area in studio. Con questa procedura sono state recuperate le informazioni sul decesso entro il 2010 per 270 soggetti e invece sono stati ritrovati 27,319 individui nell'Anagrafe Assistiti della Provincia di Taranto, non più residenti nell'area in studio ma vivi e assistiti nella provincia.

Poiché la possibilità di essere trovato "deceduto" nel ReNCaM Puglia è limitata al periodo 2000-2010, la fine del follow-up per i 27,319 soggetti emigrati e trovati vivi nell'Anagrafe Assistiti è stato fissato al massimo al 31/12/2010.

I dati sanitari

Per tutti i soggetti deceduti sono state recuperate le informazioni relative a comune del decesso e causa di morte, con codifica ICD- 9 CM (1998-2010) e ICD-10 (2011-2013) mediante procedure di record linkage con il ReNCaM provinciale di Taranto disponibile per il periodo 1998-2013.

Il record-linkage tra il file della coorte e l'archivio dei ricoveri ospedalieri 1998-2014, integrati con la mobilità passiva 2001-2013, relativo ai residenti nella provincia di Taranto (ricoverati negli ospedali della regione) e gestito dalla ASL, ha permesso di individuare i soggetti che nel periodo in studio avessero avuto almeno un ricovero per una lista di patologie. Per la selezione dei ricoveri per causa è stata considerata la diagnosi principale e, laddove il soggetto avesse avuto nel periodo considerato più ricoveri per la stessa patologia, ai fini dell'analisi è stato considerato il primo ricovero nel periodo in studio.

Il *record linkage* con l'archivio del Registro Tumori (RT) 2006-2011 ha consentito di attribuire ai soggetti della coorte diagnosi tumorali incidenti verificatesi nel periodo. Sono state selezionate solo le diagnosi di tumore maligno (con ultima cifra del codice ICD-O3M uguale a 3) ed è stata predisposta una conversione dei codici ICD-O3T ed ICD_O3M in ICD-9 per attribuire una sede allo specifico tumore incidente. Sono state considerate, come per i ricoveri, solo le prime diagnosi nel periodo in studio.

Si consulti l'Appendice A per i codici relativi alle cause di morte e di ricovero ICD-9, ed i codici ICO3T e ICDO3M per la sede di tumore.

Stato socio-economico e altri confondenti

Ad ogni soggetto della coorte è stato attribuito un valore dell'indicatore di posizione socioeconomica (SES) sulla base della propria sezione di censimento all'ingresso nella coorte e per ogni cambio di residenza.

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, densità abitativa (numero di occupanti per 100 m²). L'indice è una variabile continua e rappresenta lo scarto rispetto alla media regionale di caratteristiche di deprivazione. L'indice è classificato in modo da diventare una variabile ordinale con 5 categorie: alto, medio-alto, medio, medio-basso, basso (Appendice B)

I dati sulla storia contributiva dei lavoratori delle imprese del settore privato sono reperibili in Italia in forma elettronica presso gli archivi informatizzati dell'INPS (attraverso un speciale convenzione INAIL-INPS), che riportano a partire dal 1974 e per ogni anno, i contributi versati dai lavoratori dipendenti, il periodo di lavoro, la qualifica del lavoratore e le aziende dove si è svolta l'attività. Queste ultime sono a loro volta classificate secondo il ramo di attività economica (vedi esperienze del progetto OCCAM, Occupational Cancer Monitoring, basato sull'uso di fonti informative correnti disponibili in forma elettronica per la raccolta e archiviazione "nominativa" dei casi di tumore di sospetta origine professionale). Sono stati inviati all'INPS i nominativi di tutti i soggetti della coorte dei tre comuni richiedendone le storie contributive. Il dataset restituito dall'INPS è stato trattato dal Dipartimento di Medicina del Lavoro dell'INAIL sulla base delle specifiche del progetto OCCAM che ha messo a punto la procedura di invio, ricezione ed elaborazione delle storie contributive presenti negli archivi INPS. A partire dal dataset delle storie contributive relative a 100,981 lavoratori, sono stati selezionati successivamente i soggetti che hanno lavorato nel settore siderurgico e quelli che hanno lavorato in settori economici non siderurgici, con la selezione del periodo 1974-1997. Per ogni soggetto è stata considerata la qualifica (operaio, impiegato e/o operaio) e la durata lavorativa. Così come nel precedente studio di Mataloni et al.²³, sono stati considerati i lavoratori del settore siderurgico nella loro totalità e divisi in operai e impiegati e/o operai, e i lavoratori delle costruzioni meccaniche e navali nella loro totalità.

Valutazione dell'esposizione

Per valutare l'esposizione individuale alle emissioni inquinanti prodotte dall'impianto ILVA dei soggetti residenti nell' area oggetto di interesse, sono state ricostruite con l'ausilio della modellistica diffusionale le mappe di distribuzione al suolo delle concentrazioni medie annuali degli inquinanti primari industriali, PM₁₀ e SO₂, relativamente a tutte le tipologie di emissioni prodotte dall'impianto stesso. Lo scenario emissivo dell'impianto ILVA è caratterizzato da un elevato numero di sorgenti, sia di tipo convogliato che di tipo areale così come è complessa la meteorologia dell'area, che determina l'innescarsi di condizioni meteo diffusive non omogenee e non stazionarie, a causa della presenza della discontinuità terra-mare. Tutto ciò rende necessario l'utilizzo di una modellistica tridimensionale di tipo avanzato, in grado, cioè, di riprodurre realisticamente le variazioni spaziali e temporali sia del campo di moto che dei diversi regimi di turbolenza atmosferica. E' stato quindi utilizzato un sistema modellistico (Figura 2), incentrato sul modello lagrangiano a particelle SPRAY, adatto a fornire una ricostruzione accurata della distribuzione spaziale locale degli inquinanti primari²⁶⁻²⁷.

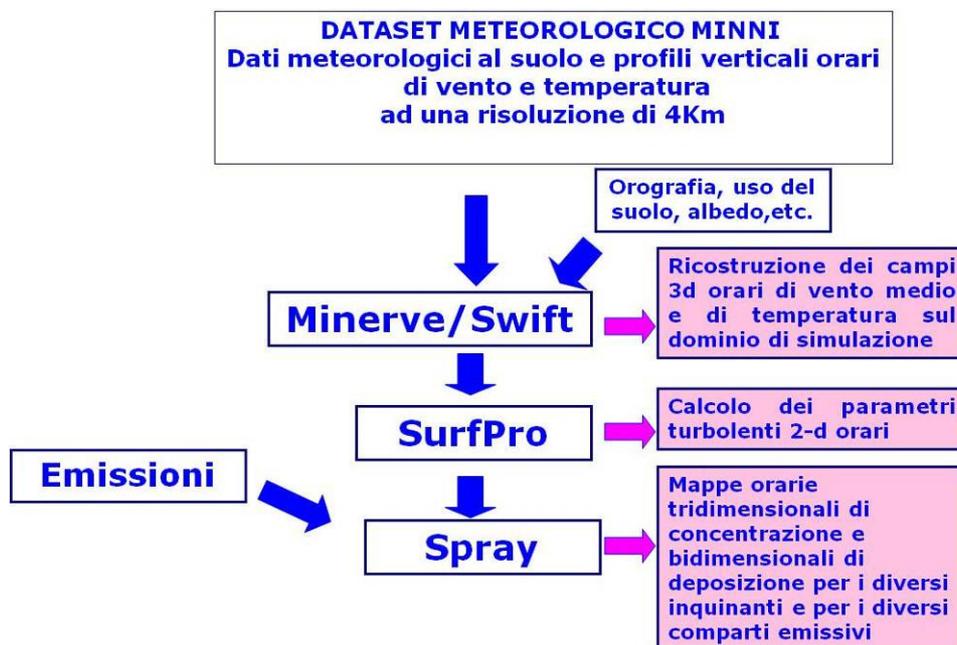


Figura 2: Schema della cascata modellistica utilizzata per la stima delle concentrazioni ambientali

Tale sistema è inoltre costituito dal modello meteorologico diagnostico Minerve/Swift (alimentato dal dataset meteorologico tridimensionale MINNI relativo all'anno 2007 prodotto da ENEA) per la ricostruzione dei campi meteorologici tridimensionali, dal modello SurfPro per

la ricostruzione dei parametri legati alla turbolenza e dal preprocessore alle emissioni Emission Manager per la disaggregazione spazio-temporale delle emissioni.

La simulazione¹ è stata condotta per l'intero anno 2007 (anno del database meteorologico MINNI)²⁸ su un dominio (Figura 3), centrato sull'area industriale, le cui caratteristiche sono riassunte in Tabella 2. I campi di concentrazione, simulati per SO₂ e PM₁₀, sono stati ricostruiti per l'intero anno su base oraria ad una risoluzione spaziale pari a 500m.

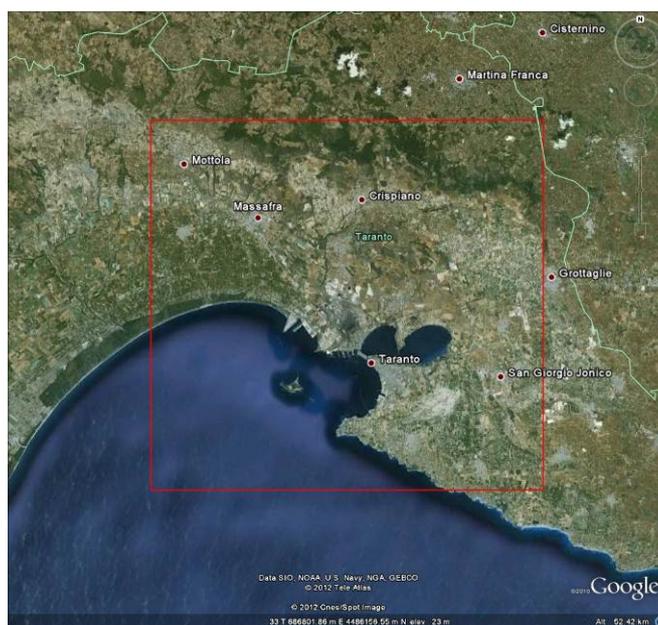


Figura 3: Dominio di simulazione (riquadro rosso)

Estensione	35km x 35km
Risoluzione	500m
Coordinate X, Y del punto SW	UTM33 WGS84 670000m, 4470000m
Numero punti nella direzione X e Y	71 x 71

Tabella 1: Caratteristiche del grigliato di simulazione

Lo scenario emissivo, considerato nella simulazione per lo stabilimento ILVA, si riferisce al 2010. I dati emissivi annuali sono stati stimati con un approccio bottom-up, sia per le sorgenti convogliate che diffuse, utilizzando, laddove disponibili, le misure analitiche (controlli/autocontrolli, SME, ecc.) o le migliori metodologie di stima disponibili (EMEP/CORINAIR Guidebook 2009, EPA AP42, EPA 303, il documento relativo alle BAT Conclusions (Decisione 2012/135/UE), il BREF del settore acciaio, ecc.)²⁹⁻³³. In particolare sono state trattate:

¹ Tale simulazione è stata condotta nell'ambito delle attività predisposte per la VDS relativa all'area di Taranto ai sensi della legge regionale L.R. 21/2012

-
- N.181² sorgenti convogliate;
 - N.5 sorgenti areali a caldo, riferite in particolare alla cokeria, all'agglomerato, alle acciaierie e all'altoforno;
 - N.9 sorgenti areali "a freddo", riferite ai parchi minerari, ai nastri (non posti nelle vicinanze del quartiere Tamburi) e alla movimentazione materiale in generale;
 - N.3 sorgenti lineari relative a quota parte dei nastri, nello specifico posti nelle vicinanze del quartiere Tamburi.

Nelle Figure 4, 5 e 6 si riporta la mappa con la localizzazione delle sorgenti puntuali simulate e le emissioni annuali di SO₂ e PM₁₀ sia totali che suddivise per altezza dei camini.



Figura 4: Localizzazione delle sorgenti puntuali simulate, presenti all'interno dello stabilimento ILVA di Taranto (punti gialli)

² Relativamente al numero di emissioni convogliate trattate si precisa che alcuni camini con caratteristiche omogenee e appartenenti alla stessa linea impiantistica possono aver subito un raggruppamento ad unico camino.

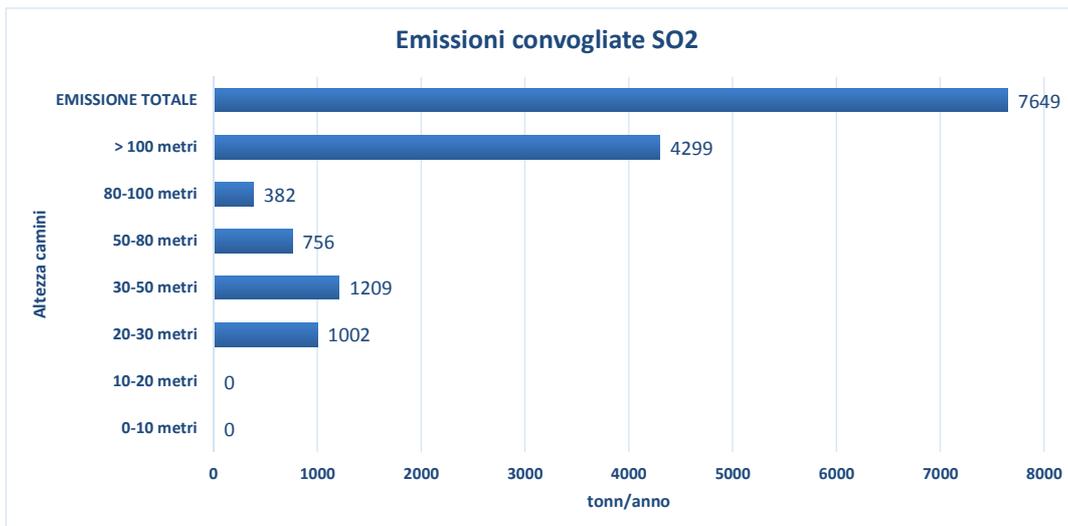


Figura 5: Ripartizione delle emissioni di SO₂ per altezza dei camini

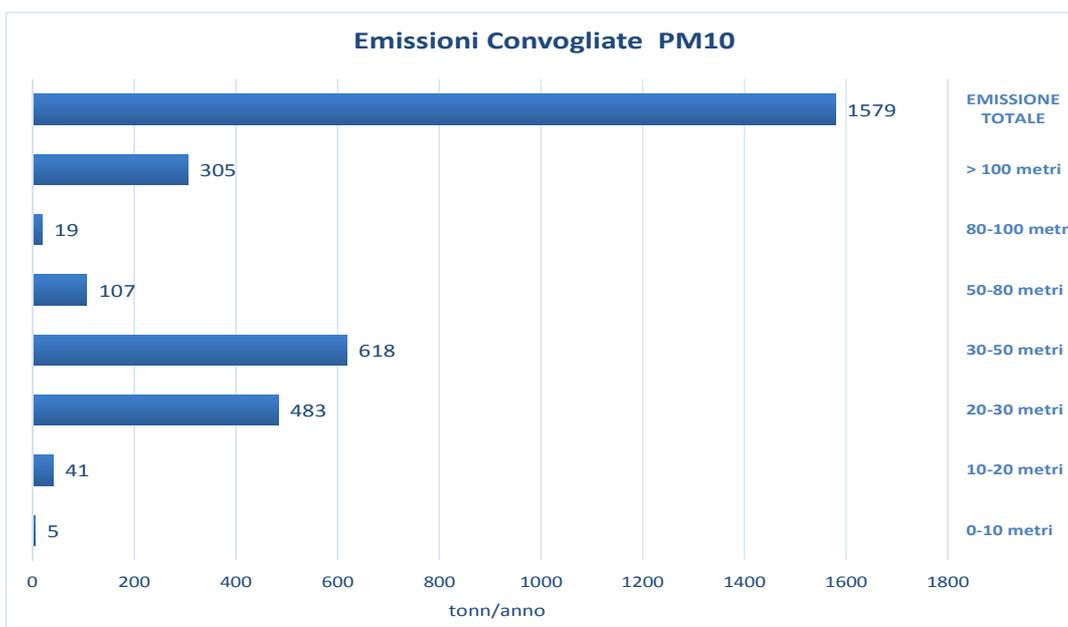


Figura 6: Ripartizione delle emissioni di PM₁₀ per altezza dei camini

Nelle mappe mostrate in Figura 7 e 8 si riportano rispettivamente la localizzazione delle sorgenti emissive diffuse dell'area a caldo e le emissioni fuggitive dai parchi, nastri, ecc. Nella Tabella 2 si riportano le emissioni totali annuali di PM₁₀ per sorgente areale.

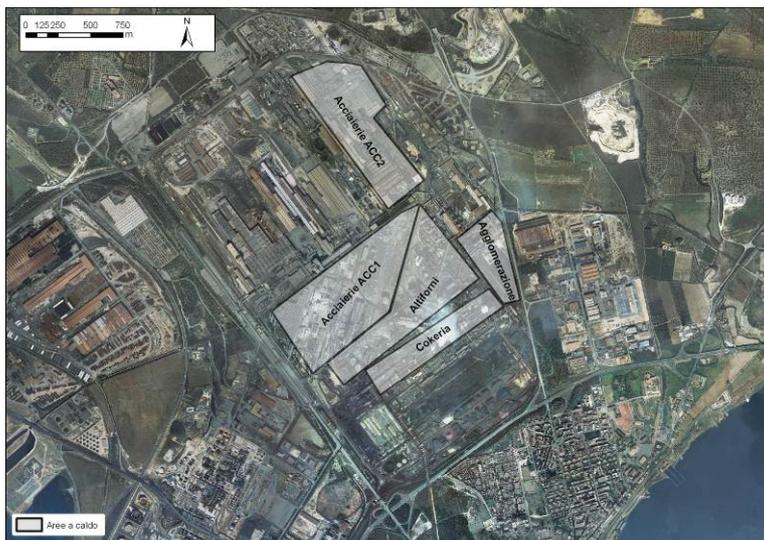


Figura 7: Localizzazione delle sorgenti areali (area a caldo) presenti all'interno dello stabilimento ILVA di Taranto



Figura 8: Localizzazione delle sorgenti areali (parchi e movimentazione) e lineari (nastri) presenti all'interno dello stabilimento ILVA di Taranto

Emissioni diffuse 2010	tonn/anno
Diffuse fredde + movimentazione e trasporto	432+126
Diffuse cokeria	157.4
Diffuse agglomerato	48.1
Diffuse altoforno	418.1
Diffuse acciaierie	172.9

Tabella 2: Emissioni annuali PM₁₀ per le sorgenti areali ILVA

Alle emissioni convogliate è stato attribuito nella simulazione un profilo di modulazione temporale compatibile con il numero ore di funzionamento annuo.

Per quanto riguarda le sorgenti diffuse calde (cokeria, altiforni, agglomerato ed acciaierie) nella simulazione si è tenuto conto del sovra innalzamento termico prodotto dal galleggiamento dei fumi. Inoltre le suddette emissioni sono state considerate costanti durante l'intero anno di simulazione.

Le emissioni di PM₁₀ provenienti dai parchi minerari sono state calcolate su base oraria utilizzando la metodologia EPA AP-42. La conseguente modulazione è stata conservata tale nella simulazione, consentendo una ricostruzione più realistica dell'impatto al suolo dei parchi.

Nelle Figure 9 e 10 si riportano le mappe al suolo delle concentrazioni medie annuali di SO₂ e PM₁₀ prodotte con Spray per lo stabilimento siderurgico ILVA.

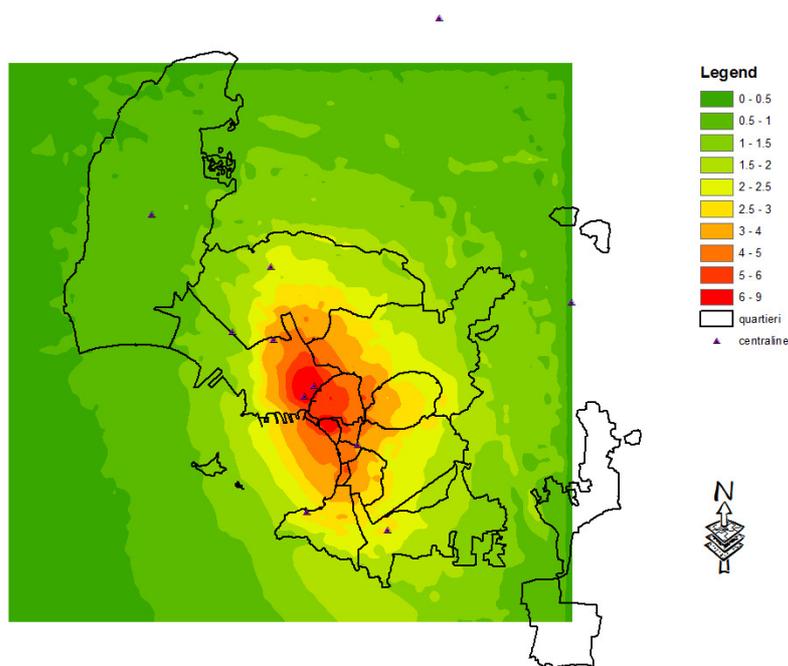


Figura 9: Concentrazioni medie annue al suolo di SO₂ (µg/m³) nell'area in studio, 2010

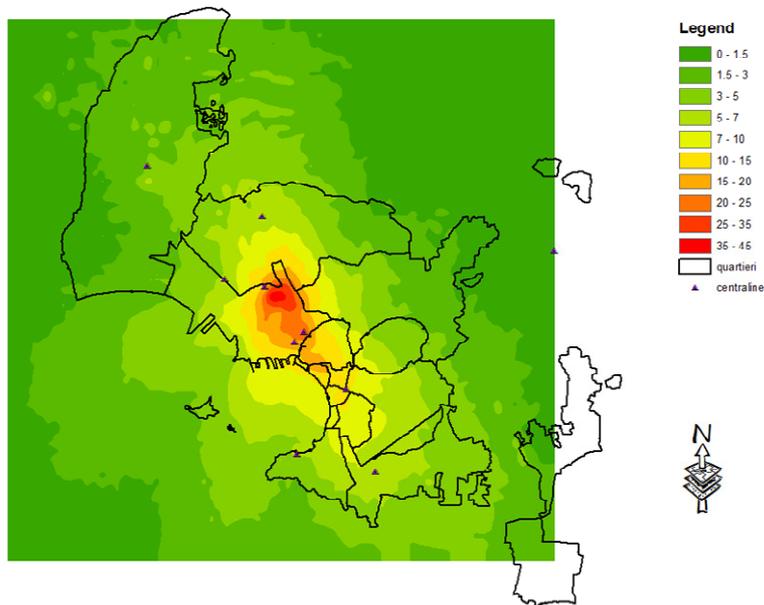


Figura 10: Concentrazioni medie annue al suolo di PM₁₀ (µg/m³) nell'area in studio, 2010

Ricostruzione retrospettiva dell'esposizione individuale

I dati sulla produttività (kilo tonnellate annue, kton/a) dell'impianto per acciaio, coke, agglomerato e ghisa dal 1965 al 2014 sono stati forniti da ILVA (Figura 11).

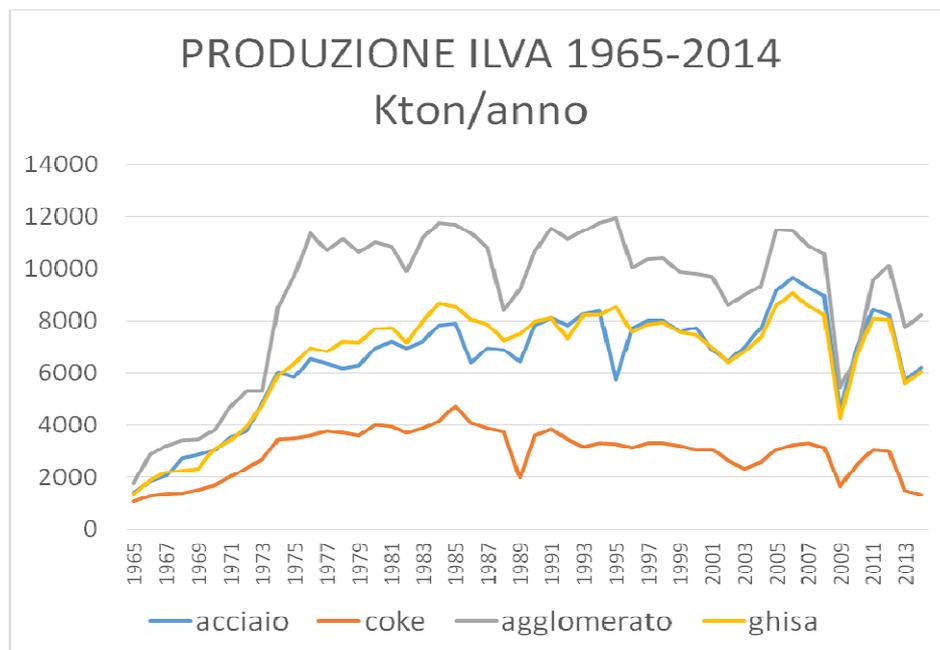


Figura 11: Produttività dell'impianto (kton/a) per settore di produzione. ILVA 1965-2014

Sono state fornite inoltre da ISPRA le emissioni di sostanze inquinanti e componenti per tipo di processo (altoforno, sinter, coke, laminatoi, acciaieria, calce, movimentazione materiali) e per gli anni 1990, 1995, 2000, 2005, 2010. La emissione totale di ogni inquinante è quindi risultata dalla somma delle emissioni per processo.

Dal momento che i dati sulle emissioni nel periodo 1965-2014 sono disponibili solo per alcuni anni (1990, 1995, 2000, 2005, 2010) e per gli altri anni sono disponibili i dati relativi alla produzione, le emissioni per gli anni mancanti sono state stimate implementando una procedura di interpolazione della serie delle emissioni nel seguente modo:

-dal 1965 al 1990: emissione nell'anno è ottenuta in modo retrospettivo a partire dal valore noto nel 1990, modulando per produttività relativa all'anno successivo:

$$E_S(x) = E_S(x + 1) * \frac{P(x)}{P(x + 1)}$$

dove x è l'anno, E_S è l'emissione stimata, E è l'emissione effettiva e P è la produttività.

-dal 1991 al 2010: interpolazione delle emissioni negli intervalli di tempo tra due misure osservate (estremo inferiore e superiore dell'intervallo, esempio emissioni al 2005 e al 2010), modulando (moltiplicando) poi per un fattore di produttività relativa all'anno precedente

$$E_S(x) = E_S(x + 1) + \frac{E(Sup) - E(Inf)}{nyears} * \frac{P(x)}{P(x-1)}$$

-dal 2010 al 2014: emissione all'anno x ottenuta a partire dall'emissione nota del 2010, modulando in modo prospettico per produttività relativa all'anno precedente.

$$E_S(x) = E_S(x - 1) * \frac{P(x)}{P(x - 1)}$$

Per il PM_{10} e l' SO_2 , inquinanti oggetto dello studio, si è considerata la produzione ILVA da acciaieria.

Ricostruita la serie completa delle emissioni si è calcolato un fattore di calibrazione annuale delle concentrazioni ad ogni residenza dei partecipanti alla coorte, utilizzando il modello ARPA

2010, ottenuto come rapporto delle emissioni stimate nell'anno x con quelle dell'anno 2010, come riferimento:

$$F(x) = \frac{E_S(x)}{E_S(x = 2010)}$$

Ad ogni indirizzo di residenza georeferenziato è stato dunque possibile assegnare la concentrazione dell'inquinante da modello ARPA 2010.

Il fattore ottenuto è stato quindi moltiplicato per la concentrazione individuale di inquinante (stimata per il 2010 con il modello SPRAY) per ogni anno di residenza, con lo scopo di avere una concentrazione degli inquinanti di natura industriale variabile ogni anno sulla base della produttività e delle emissioni dell'impianto.

L'approccio della ricostruzione delle concentrazioni di inquinanti utilizzata in questo studio ha consentito di ricostruire (per il periodo precedente alla data di arruolamento) l'esposizione di ciascun residente. Sono state costruite delle variabili di esposizione agli inquinanti industriali mediata per ritardi (lag) di 5, 10, 15, 20 e 35 anni e se ne è studiata la distribuzione nei due anni di inizio (1998) e fine follow-up (2013). Per lag 0 si intende invece l'esposizione tempo-dipendente dell'anno corrente.

Analisi statistica

L'approccio di coorte seguito in questa valutazione epidemiologica ha consentito di stimare per ciascun soggetto della coorte il tempo esatto in cui ciascuno è stato a rischio di sviluppare l'evento in studio (tempo-persona). Ciascun membro della coorte ha contribuito al computo degli anni persona a rischio a partire dal 1 gennaio 1998, se risultava già presente in uno dei comuni in studio a questa data, o a partire dalla data del suo ingresso nell'area studiata, se entrato nel comune dopo il 1 gennaio 1998, fino alla data di morte, emigrazione, o fine del follow-up.

E' stato usato un modello di regressione dei rischi proporzionali di Cox [Hazard Ratios (HRs, IC 95%)] per studiare la relazione tra le esposizioni di interesse (concentrazioni di PM₁₀ ed SO₂) e la mortalità/morbosità causa-specifica degli individui della coorte (si rimanda all'Appendice E per una spiegazione più dettagliata dell'interpretazione dell'HR).

Nel modello di analisi l'età è stata considerata come asse temporale, mentre il periodo di calendario ed il livello socio-economico sono stati usati come variabili di aggiustamento. L'esposizione a inquinamento atmosferico (PM₁₀ ed SO₂ di origine industriale) è stata analizzata come variabile continua tempo-dipendente, ovvero le concentrazioni annue di inquinante, anche durante il periodo di follow-up, sono state messe in relazione al rischio istantaneo di evento in quell'anno, e gli HRs sono espressi per incrementi di 10 µg/m³ dell'inquinante. La pregressa storia lavorativa è stata categorizzata come segue: siderurgia (operai e impiegati), costruzioni meccaniche, costruzioni navali, e il riferimento è costituito da tutti gli altri individui nella coorte con occupazione in altri settori o senza versamenti contributivi.

I modelli multivariati per l'analisi dell'effetto dell'esposizione su mortalità, ricoveri ospedalieri e l'analisi sull'incidenza dei tumori contenevano tutti le stesse variabili (esposizione, SES, periodo, occupazione) tranne quando sono stati analizzati i ricoveri nei bambini di 0-14 anni, per i quali la storia lavorativa non è stata considerata. L'analisi dell'incidenza tumorale che ha utilizzato i dati del Registro Tumori dell'ASL di Taranto, ha considerato un periodo più ridotto (2006-2013) a causa della disponibilità dei dati.

Per confronto con lo studio precedente²³, è stata effettuata un'analisi dell'effetto "quartiere", confrontando i quartieri Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro), Borgo, Paolo VI ed il comune di Statte con gli altri quartieri di Taranto nel loro insieme ed il comune di Massafra che costituiscono il riferimento, ed un'analisi per livello socio-economico (SES).

Oltre all'analisi per esposizione corrente tempo-dipendente (lag 0), è stata esplorata la latenza degli effetti sulla mortalità mediante modelli separati per finestre temporali di 5 anni, calcolando la media della concentrazione dell'inquinante nell'intervallo di anni considerato (1-5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 35+). La forma della relazione dose-risposta tra esposizione media a lag 0 e mortalità/morbilità è stata esplorata stimando spline penalizzate con 2 gradi di libertà nel modello a rischi proporzionali di Cox usato per l'analisi principale.

In un'analisi aggiuntiva, l'occupazione è stata considerata come nuova esposizione, quindi i rischi di mortalità e morbosità per i lavoratori dell'industria siderurgica, nelle costruzioni meccaniche e navali, sono stati confrontati con quelli tra la popolazione senza impiego o lavoratori in un altro settore di attività. L'età è stata sempre considerata come asse temporale, il periodo di calendario e il SES come confondenti. L'analisi sull'occupazione per mortalità/morbosità ha considerato solo la coorte degli uomini.

Aggiustamento indiretto per fattori di confondimento non osservati

Lo studio di coorte in epidemiologia ambientale valuta l'associazione tra esposizioni ambientali ed effetti sulla salute delle popolazioni coinvolte controllando per potenziali confondenti misurati nei i membri della coorte. L'approccio di coorte residenziale, che studia tutti i residenti di un'area e non un campione di popolazione, non dispone a livello individuale di tutte le informazioni sui possibili fattori di confondimento, la cui raccolta prevede un contatto diretto (intervista/questionario) con il partecipante allo studio. Quindi bisogna tener conto che la distribuzione di questi confondenti non misurati può non essere casuale rispetto all'esposizione in studio, introducendo un potenziale rischio di distorsione nelle stime di associazione tra esposizione ed esito. Tra questi fattori di confondimento, un esempio tipico è il fumo di sigaretta, un forte fattore di rischio per la maggior parte degli esiti di interesse, e potenzialmente distribuito in modo eterogeneo tra esposti e non esposti ad inquinamento atmosferico.

L'impossibilità di ricostruire le abitudini e gli stili di vita di coorti di popolazione molto grandi pone il problema dell'interpretazione delle stime di associazione tra esposizione ed esito sanitario in presenza di confondimento residuo. La Figura 12 illustra uno scenario in cui l'esposizione E è associata all'outcome D, Z sono i confondenti misurati di tale associazione (come età, sesso, etc), e si indicano con S i confondenti (come il fumo di sigaretta, alcol, etc) non misurati, indicati con un cerchietto. S è causa di E, ed anche causa di D.

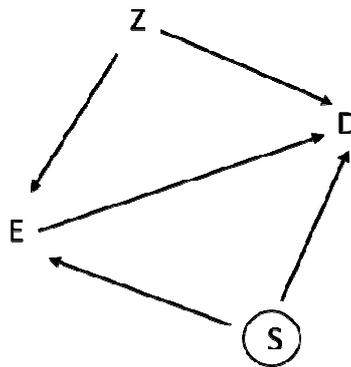


Figura 12: Diagramma (DAG) degli effetti dell'esposizione (E) su un outcome di interesse (D), con Z fattori (misurati) e S (fattori non misurati) che sono causa potenziale di E e D

In questo studio abbiamo impiegato un metodo di aggiustamento indiretto proposto da Schneeweiss³⁴ per quantificare l'impatto di fattori non misurati sulla distorsione delle stime ottenute dallo studio osservazionale. Il metodo prevede l'utilizzo di una coorte esterna ausiliaria rappresentativa della popolazione in studio, per la quale i suddetti fattori sono stati osservati e misurati. Il data-set ausiliario impiegato è quello proveniente dallo studio nazionale di sorveglianza PASSI (Progressi delle Aziende Sanitarie per la Salute in Italia)³⁵, avviato nel 2006 con l'obiettivo di effettuare un monitoraggio sullo stato di salute della popolazione adulta italiana. La sorveglianza Passi si caratterizza come una sorveglianza in sanità pubblica che raccoglie, in continuo e attraverso indagini campionarie, informazioni dalla popolazione italiana adulta (18-69 anni) sugli stili di vita e fattori di rischio comportamentali connessi all'insorgenza delle malattie croniche non trasmissibili e sul grado di conoscenza e adesione ai programmi di intervento che il Paese sta realizzando per la loro prevenzione. I temi indagati sono il fumo, l'inattività fisica, l'eccesso ponderale, il consumo di alcol, la dieta povera di frutta e verdura, ma anche il controllo del rischio cardiovascolare e molti aspetti legati alla prevenzione individuale.

Il data set dello studio PASSI è stato unito alla coorte in studio per recuperare le informazioni sul follow-up sanitario e lo stato in vita, e successivamente è stata attribuita l'esposizione a PM₁₀ ed SO₂ da modello SPRAY 2010. Sono stati selezionate dal questionario le informazioni relative all'abitudine al fumo, all'assunzione di alcool e al peso ed altezza, fattori di confondimento per i quali aggiustare indirettamente le stime ottenute nella coorte originale.

L'abitudine al fumo è stata categorizzata in due variabili dicotomiche 0/1 che identificano:

- 1: Fumatore vs non fumatore (mai fumatore)
- 2: Ex fumatore vs non fumatore (mai fumatore)

La definizione di fumatore nello studio PASSI deriva dalle domande del questionario riguardanti il numero di sigarette fumate nel corso della vita e se attualmente la persona sia fumatrice o no. L'assunzione di alcool invece è sintetizzata in una variabile dicotomica SI/NO a partire dalla domanda del questionario relativa al numero di unità alcoliche consumate negli ultimi 30 giorni. Chi dichiara di non aver assunto nessuna unità alcolica è considerato non bevitore, i restanti bevitori.

Le informazioni su peso ed altezza invece sono state utilizzate per calcolare il BMI (Body Mass Index) per ogni soggetto intervistato, secondo la formula $BMI = \text{peso (kg)} / \text{altezza (m)}^2$. L'indicatore scelto per l'analisi è quello di obesità SI/NO, con $BMI \geq 30$ vs $BMI < 30$.

Sulla base del metodo di *indirect adjustment* proposto da Schneeweiss, che utilizza variabili di esposizione/trattamento binarie e outcome binari³⁵, abbiamo suddiviso l'esposizione a PM_{10} ed SO_2 in quartili della loro distribuzione e costruito variabili dicotomiche esposto (1) vs non esposto (0) per ogni quartile verso il primo quartile di bassa esposizione.

Secondo il metodo di Schneeweiss, sono necessarie le seguenti quantità:

- P(E): prevalenza di esposti nella coorte ausiliaria
- P(C): prevalenza del fattore di confondimento (fumo, alcol, obesità)
- RR_{CE} : stima del rischio relativo della relazione tra esposizione categorica e confondente, per ognuno dei confondenti osservati
- RR_{CD} : stima del rischio relativo tra fattore confondente e outcome

Per la stima del RR_{CE} è stato impiegato un modello di regressione di Poisson, che approssima la distribuzione Binomiale, del fattore confondente binario come variabile dipendente e una alla volta le variabili binarie di esposizione come variabili indipendenti, correggendo per età, sesso e stato socio-economico. I modelli sono stati anche pesati per la distribuzione per età della coorte originale, con pesi uguali all'inverso della frequenza delle classi di età (18-34, 35-49, 50-69). Le stime dell'associazione tra confondenti e outcome (RR_{CD}) sono derivate dalla letteratura³⁶⁻⁴⁰ da studi metanalitici o da grandi studi longitudinali. Per la stima iniziale del bias si assume l'ipotesi nulla di assenza di associazione tra esposizione e outcome ($HR=1.00$).

Sulla base delle suddette quantità (stimate o derivate da letteratura), Schneeweiss ha derivato un'equazione per la stima del rischio "apparente", per infine ottenere la direzione e l'entità del bias da confondimento residuo come differenza percentuale tra il valore dell'HR sotto l'ipotesi nulla di assenza di associazione e quello "apparente" stimato.

Abbiamo mediato le stime del bias su tutti i confondenti, ponderate per la prevalenza di ogni confondente nel data-set PASSI. Le stime di bias così ottenute sono poi applicate agli effetti stimati nella coorte originale, dividendo l'HR non aggiustato per il confondimento dei fattori non misurati per il bias così ottenuto più 1. Significa che su un HR non aggiustato uguale ad 1.00, con un bias dell'1%, avrò un HR aggiustato pari a 0.99.

2. Risultati dello studio di coorte

Caratteristiche descrittive della coorte e degli eventi sanitari osservati

Nella Figura 13 sono riportati i confini amministrativi dei comuni che costituiscono l'area in studio e la localizzazione geografica della residenza dei soggetti della coorte alla data di arruolamento. La Figura 14 mostra i quartieri considerati e la Figura 15 illustra la distribuzione delle sezioni di censimento secondo l'indicatore di posizione socioeconomica (SES) da 1 (giallo, posizione socioeconomica alta) a 5 (marrone scuro, posizione socioeconomica bassa). Si noti che, per le sezioni di censimento non colorate, l'indicatore SES non è stato calcolato perché gli abitanti erano meno di 50.

Un totale di 321,356 individui è stato reclutato nella coorte dal 1998 al 2010 e seguito fino alla fine del 2014. La ripartizione per comune di residenza all'ingresso assegnava 265,994 soggetti a Taranto, 38,808 a Massafra, e 16,554 a Statte. Al 31/12/2014 (data fine follow-up per analisi della mortalità) risultano 258,698 soggetti vivi e residenti, 35,398 deceduti (11%) e 27,260 (8.5%) persi al follow-up.

Le caratteristiche principali della coorte (età, stato socioeconomico, durata della residenza all'arruolamento, occupazione e stato in vita) sono descritte nella Tabella 3. La distribuzione per età al reclutamento è abbastanza omogenea per classi decennali fino ai 60 anni; il livello socioeconomico dei residenti è prevalentemente basso (basso+medio basso= 53.1%), con un 21.4% di persone con SEP alto. È interessante notare che il 35.8% degli individui risiede nell'area in studio da più di 30 anni, ed una quota leggermente inferiore (32.1%) risiede invece da meno di 10 anni.

Avevano prestato servizio presso società del comparto siderurgico 9,633 soggetti con la qualifica di operaio e 3,923 soggetti con la qualifica di operaio/impiegato (più semplicemente indicato come impiegato nella Tabella 3); la gran parte dei lavoratori era di sesso maschile. Sono risultati addetti alle costruzioni meccaniche 17,035 persone e alle costruzioni navali 1,238, anche in questo caso in maggioranza uomini.

Dallo studio precedente²³ era emerso che i quartieri con età media più avanzata all'inizio del follow-up erano Borgo ed Italia Montegranaro e quelli con età media più bassa Paolo VI e San Vito, Lama, Carelli. La distribuzione sociale è molto diversa tra quartieri con percentuale elevata di livello "alto" (62.2%) a San Vito, Lama, Carelli e "basso" al rione Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro (69.4%) e nel quartiere Paolo IV (64.3%). La distribuzione degli addetti ad occupazioni a rischio è risultata abbastanza simile nei vari quartieri, tuttavia una frequenza relativa maggiore è stata riscontrata a Paolo VI e Statte.

Al 97% dei 35,398 deceduti entro il 2013 è stato possibile attribuire la causa di morte, da procedure di record-linkage con i registri ASL. Le principali cause di morte nella coorte sono le malattie cardiovascolari (37.9%) ed i tumori (30.9%). I ricoveri invece si riferiscono al periodo 1998-2014 ed ammontano a 193,277 ricoveri per cause naturali e 40,618 ricoveri per traumatismi ed avvelenamenti tra i soggetti della coorte. Sono maggiormente frequenti i ricoveri per malattie dell'apparato digerente (32.5%), malattie cardiovascolari (31.1%) e tumori (13.2%).

I dati del registro tumori mostrano 9,011 casi incidenti nella popolazione nel periodo 2006-2011, dei quali il 21.6% interessano la cute, 12.5% la mammella ed il 9.8% il colon-retto.

Esposizione della popolazione residente

La Figura 16 riporta le mappe di dispersione di PM₁₀ e SO₂ nei trimestri invernale ed estivo stimati dal modello di dispersione per il 2010. Si noti come i valori elevati siano stati stimati per l'area industriale e che gli stessi vadano diminuendo nelle aree limitrofe con una direzione Nord Ovest- Sud Est. Nella Figura 17 si confrontano la produttività, le emissioni stimate ed il fattore di calibrazione per gli inquinanti PM₁₀ ed SO₂. E' molto evidente il crollo della produttività nel 2009, in tutti i settori, che ha determinato la conseguente diminuzione delle emissioni e del fattore di calibrazione per costruzione degli stessi.

Ad ogni individuo della coorte sono stati attribuite le medie annuali tempo-dipendenti degli inquinanti ricalibrati per produttività ed emissioni dell'impianto. La media annuale dell'esposizione a lag 0 è di 9.03 µg/m³ (±SD=9.53) per il PM₁₀ e 9.09 µg/m³ (±SD=4.81) per SO₂. (Tabella 4a e Tabella 4b). Per entrambi gli inquinanti di origine industriale le esposizioni medie sono più elevate quando valutate nel 1998, cioè all'inizio del follow-up, poiché riflettono l'elevata produzione degli anni '80-'90. Alla fine del follow-up invece hanno valori medi più importanti le latenze più lunghe di esposizione, mentre negli ultimi anni si registrano valori

inferiori, anche in considerazione della diminuzione della produzione conseguente la crisi economica.

Mortalità per quartiere di residenza e per livello socio-economico

Nella tabella 5 sono riportati i risultati della mortalità per i quartieri della città di Taranto. Livelli più elevati si registrano, per tutte le cause, tra i residenti nei quartiere Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro), Borgo, Paolo VI e Statte. Tra i residenti a Paolo VI si osservano eccessi di mortalità per tumori maligni (+20%), soprattutto tumore del polmone (+57%), per malattie cardiovascolari e respiratorie, con un eccesso importante per BPCO (+85%). Nel quartiere Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro) si osserva un eccesso di mortalità per malattie cardiovascolari, eventi coronarici, BPCO e malattie renali. Statte si evidenziano eccessi per malattie cerebrovascolari e respiratorie, con un eccesso del 43% di mortalità per infezioni respiratorie. (Tabella 5)

Le Tabella 6 e 7 mostrano i risultati dell'analisi delle ospedalizzazioni per quartiere di residenza nella popolazione totale e nei bambini rispettivamente. Eccessi di ricorso alle cure ospedaliere si osservano per i quartieri di Tamburi (con Isola, Porta Napoli e Lido Azzurro) e Paolo VI, con eccessi compresi tra il 7% ed il 50%. Tra i bambini, si notano invece eccessi di ricoveri per malattie respiratorie a Tamburi (+24%), Borgo (+16%) e Paolo VI (26%), più elevati quando si considerano le sole infezioni delle vie respiratorie.

La mortalità per stato socio-economico è più elevata per i soggetti residenti in sezioni di censimento con livello di SES basso (HR=1.22, 95%IC: 1.19-1.26) e medio basso (HR=1.11, 95%IC: 1.07-1.15) rispetto al riferimento (SES alto). (risultati non mostrati)

Effetti dell'esposizione a PM₁₀ ed SO₂ di origine industriale

Le associazioni tra concentrazioni di PM₁₀ ed SO₂ e mortalità causa-specifica sono riportate nella Tabella 8 e tengono conto dell'età, periodo, genere, SES, ed occupazione. Si osserva un rischio di mortalità per cause naturali associato ad incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀ ed SO₂ a lag 0 rispettivamente di 1.04 (95%IC 1.02-1.06) e 1.09 (95%IC 1.05-1.12). In particolare rischi più elevati si trovano per le malattie cardiache (HR=1.05, 95%IC 1.02-1.09, per incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀ e HR=1.11, 95%IC 1.04-1.18, per incrementi di 10 µg/m³ di SO₂) e infarto miocardico acuto (HR=1.10, 95%IC 1.02-1.19, per incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀ e HR=1.29, 95%IC 1.10-1.52, per incrementi di 10 µg/m³ di SO₂). La mortalità per tumore maligno ed in particolare per tumore del polmone mostra associazioni positive con le concentrazioni medie di SO₂ (HR=1.08, 95%IC 1.02-1.15, per i tumori maligni, HR=1.17, 95%IC 1.03-1.34 per il tumore al polmone). Inoltre, si osserva un rischio elevato di mortalità per malattie renali tra la popolazione esposta a PM₁₀ (HR=1.13, 95%IC 1.02-1.25 per incrementi di 10 µg/m³).

La linearità dell'associazione tra PM₁₀ a lag 0 e mortalità è confermata dalla rappresentazione delle splines lineari in Figura 18 per tutte le cause studiate. La relazione tra concentrazioni medie di SO₂ e mortalità raffigurata dalle splines è lineare per la mortalità naturale e per le malattie cardiache, mentre ha un andamento quadratico convesso per i tumori e quadratico concavo per le malattie renali, nonostante gli intervalli di confidenza possano suggerire anche una diversa approssimazione (Figura 19). L'analisi separata per sesso (Appendice D- Tabella 1) ha evidenziato effetti del PM₁₀ sulla mortalità naturale più elevati per gli uomini (HR=1.04, 95%IC 1.02-1.07) rispetto alle donne (HR=1.03, 95%IC 1.01-1.06). Gli uomini inoltre presentano eccessi elevati per mortalità per tumore del polmone (+7%) e dei tessuti (+54%), mentre le donne per malattie cardiache (+7%), in particolar modo per eventi coronarici acuti (+12%), e per malattie renali (+15%). Gli uomini esposti ad incrementi di 10 µg/m³ di SO₂ mostrano un effetto (HR=1.13, 95%IC 1.08-1.19) più elevato sulla mortalità per cause naturali rispetto alle donne (HR=1.04, 95%IC 0.99-1.09), in particolar modo quando si considerano tutti i tumori maligni (HR=1.10 e HR=1.05, rispettivamente per gli uomini e le donne) e le malattie cardiovascolari (HR=1.04 e HR=0.98, rispettivamente per gli uomini e le donne). (Appendice D- Tabella 2)

La latenza degli effetti è stata analizzata per la mortalità naturale, stimando differenti modelli nei quali è stata considerata una finestra temporale di 5 anni alla volta per la media dell'esposizione. Gli effetti stimati per queste esposizioni multiple sono elevati nei primi anni di esposizione (fino a 5 anni), poi decrescono, diventando non significativi per l'SO₂, e aumentano nuovamente dopo 26 anni di esposizione (Figura 20). Nonostante l'elevata correlazione (r di

Pearson \approx 0.7) delle misure ai diversi lag, è evidente l'effetto di esposizioni recenti e del passato lontano per entrambi gli inquinanti.

La Tabella 9 mostra l'associazione tra esposizioni medie a PM₁₀ ed SO₂ e ricoveri ospedalieri per il periodo 1998-2014. Entrambi gli inquinanti sono positivamente associati a lag 0 con molte delle diagnosi analizzate. In particolare, eccessi elevati (in un range di 3-11% per incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀ e 6-35% per incrementi di 10 µg/m³ di SO₂, sono osservati per malattie neurologiche, cardiache, infezioni respiratorie, malattie dell'apparato digerente e malattie renali. Inoltre l'SO₂ risulta associato a ricoveri ospedalieri per infarto miocardico acuto (HR=1.14, 95%IC 1.06-1.23), per scompenso cardiaco (HR=1.13, 95%IC 1.06-1.21) e gravidanze con esito abortivo (HR=1.16, 95%IC 1.06-1.27). E' evidente una associazione più forte per i ricoveri pediatrici (0-14 anni) per malattie respiratorie (HR=1.11 e HR=1.33, per incrementi di 10 µg/m³ rispettivamente di PM₁₀ ed SO₂) e per le infezioni respiratorie (HR=1.15 per PM₁₀ e HR=1.49 per SO₂) con intervalli di confidenza più ampi.

L'analisi separata per sesso (Appendice D- Tabella 3 e 4) mostra effetti più elevati del PM₁₀ e dell'SO₂ per gli uomini per quasi tutte le malattie considerate, ad eccezione degli eventi coronarici acuti e delle malattie renali.

Si osserva un effetto importante dell'esposizione a SO₂ sul rischio di gravidanza con esito abortivo tra le donne residenti nell'area in studio (HR=1.16, 95%IC 1.06-1.27).

Anche per i ricoveri ospedalieri la forma della relazione dose-risposta con gli inquinanti è stata analizzata graficamente stimando le splines penalizzate nei modelli. La Figura 21 mostra un trend sempre lineare per gli effetti del PM₁₀ sui ricoveri per malattie neurologiche, del cuore, respiratorie, e renali. L'SO₂ invece tende ad avere un trend parabolico per le malattie neurologiche e le malattie respiratorie.

I risultati dell'associazione tra inquinanti di origine industriale e incidenza di tumori nella popolazione residente per il periodo 2006-2011 indicano un aumento dell'incidenza di tumore ai polmoni (HR=1.29, 95%IC 1.14-1.45, e HR=1.42, 95%IC 1.10-1.84, per incrementi di 10 µg/m³ delle concentrazioni di PM₁₀ ed SO₂ rispettivamente) e al rene (HR=1.32, 95%IC 1.01-1.73 per PM₁₀ e HR=2.44, 95%IC 1.38-4.34 per SO₂). L'esposizione a PM₁₀ è risultata associata a tumore della mammella tra le donne (HR=1.27). (Tabella 10)

Effetti delle esposizioni da settore di occupazione

La salute dei lavoratori è stata studiata solo per gli uomini della coorte, dei quali 9,633 con versamenti contributivi INPS nel periodo 1974-1997 in siderurgia come operaio, 3,923 soggetti in siderurgia con la qualifica di impiegato, 17,035 soggetti con contributi in costruzioni meccaniche e 1,238 soggetti con contributi nelle costruzioni navali. Il riferimento per questa analisi è costituito da tutti gli altri soggetti della coorte di sesso maschile tenendo conto dell'età, SES ed esposizione a PM₁₀.

La Tabella 11 mostra i risultati relativi alla mortalità per causa tra i lavoratori. Le persone che hanno lavorato in siderurgia hanno una mortalità per tutte le cause simile a quella della popolazione generale (meno i soggetti in altre occupazioni a rischio) (HR=1.00) ma presentano un importante eccesso di mortalità per tumore dello stomaco (+41%) e della pleura (+72%). I lavoratori con la qualifica di operaio presentano una mortalità inferiore all'atteso (HR=0.80), tuttavia evidenziano elevati eccessi di mortalità per tumore alla pleura (+107%) e al rene (+151%). I lavoratori delle costruzioni meccaniche e navali mostrano un quadro di mortalità naturale superiore rispetto alla popolazione generale (HR=1.06), in particolare si osserva un eccesso di mortalità per patologia tumorale (+12%), specialmente per tumore al polmone (+27%). Tra le patologie non tumorali è invece in eccesso la mortalità per BPCO (+36%). Nei lavoratori delle costruzioni navali è da segnalare un eccesso di malattie renali molto importante del 105%.

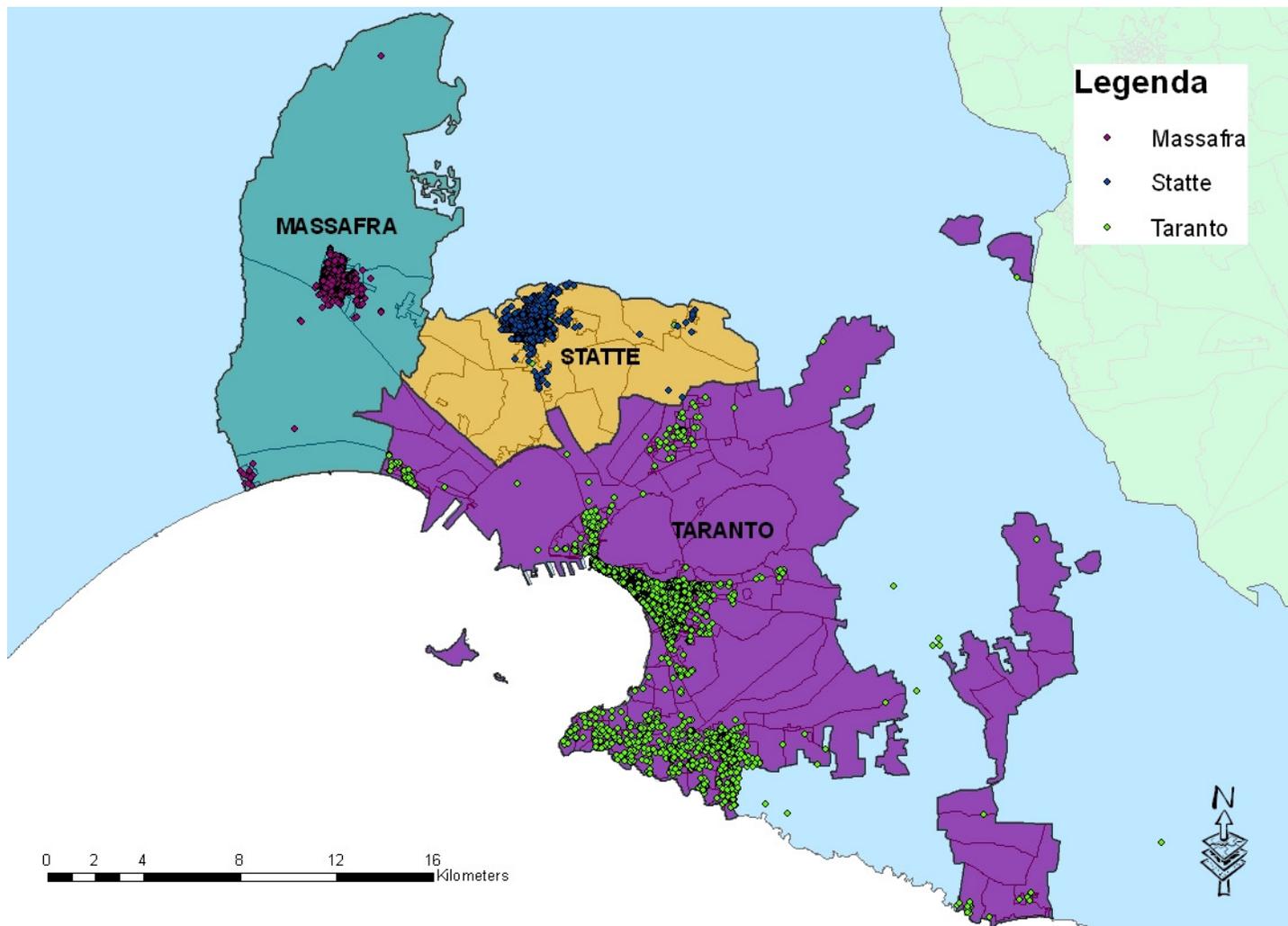


Figura 13: Comuni in studio e distribuzione geografica dei residenti

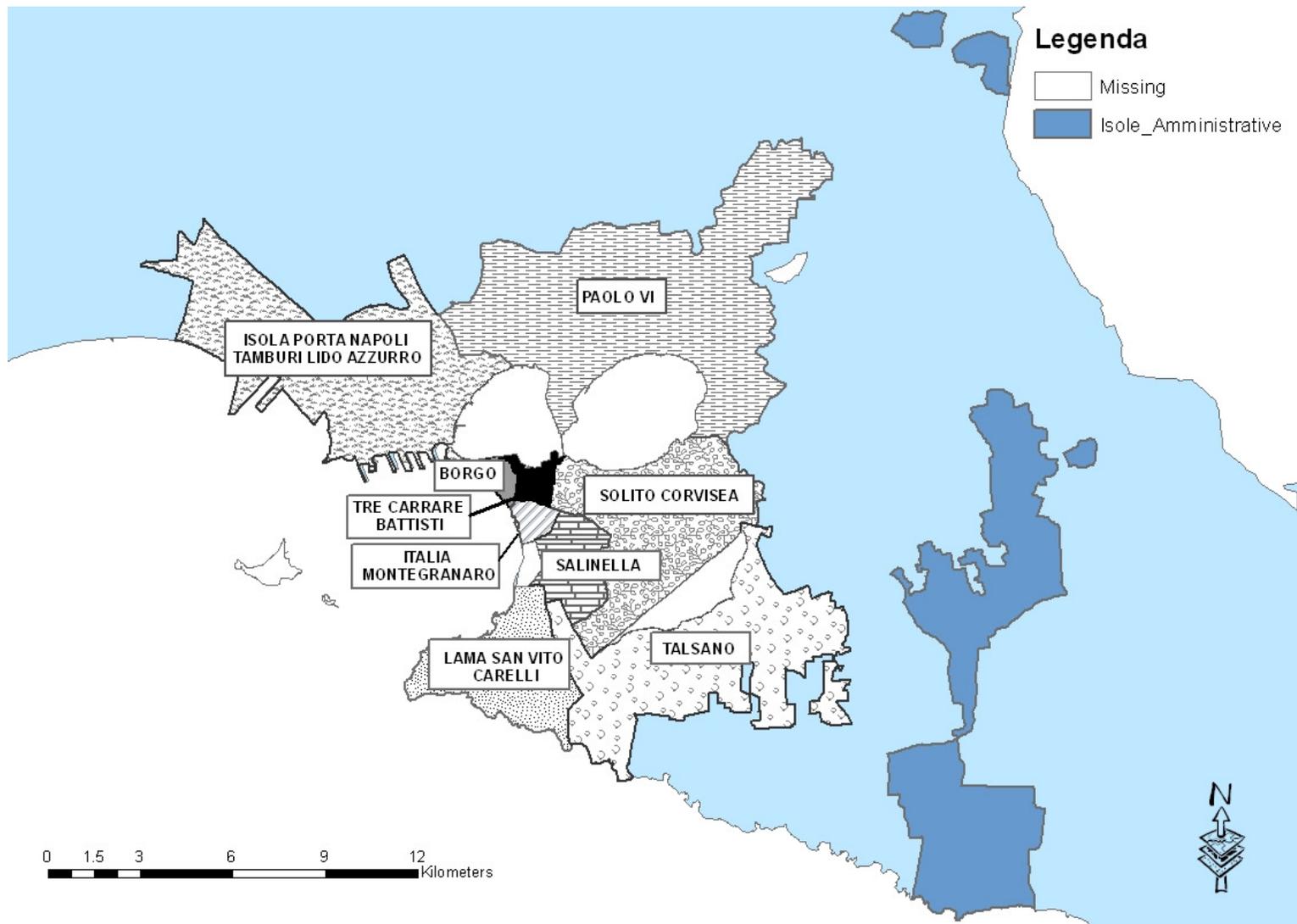


Figura 14: Quartieri del comune di Taranto

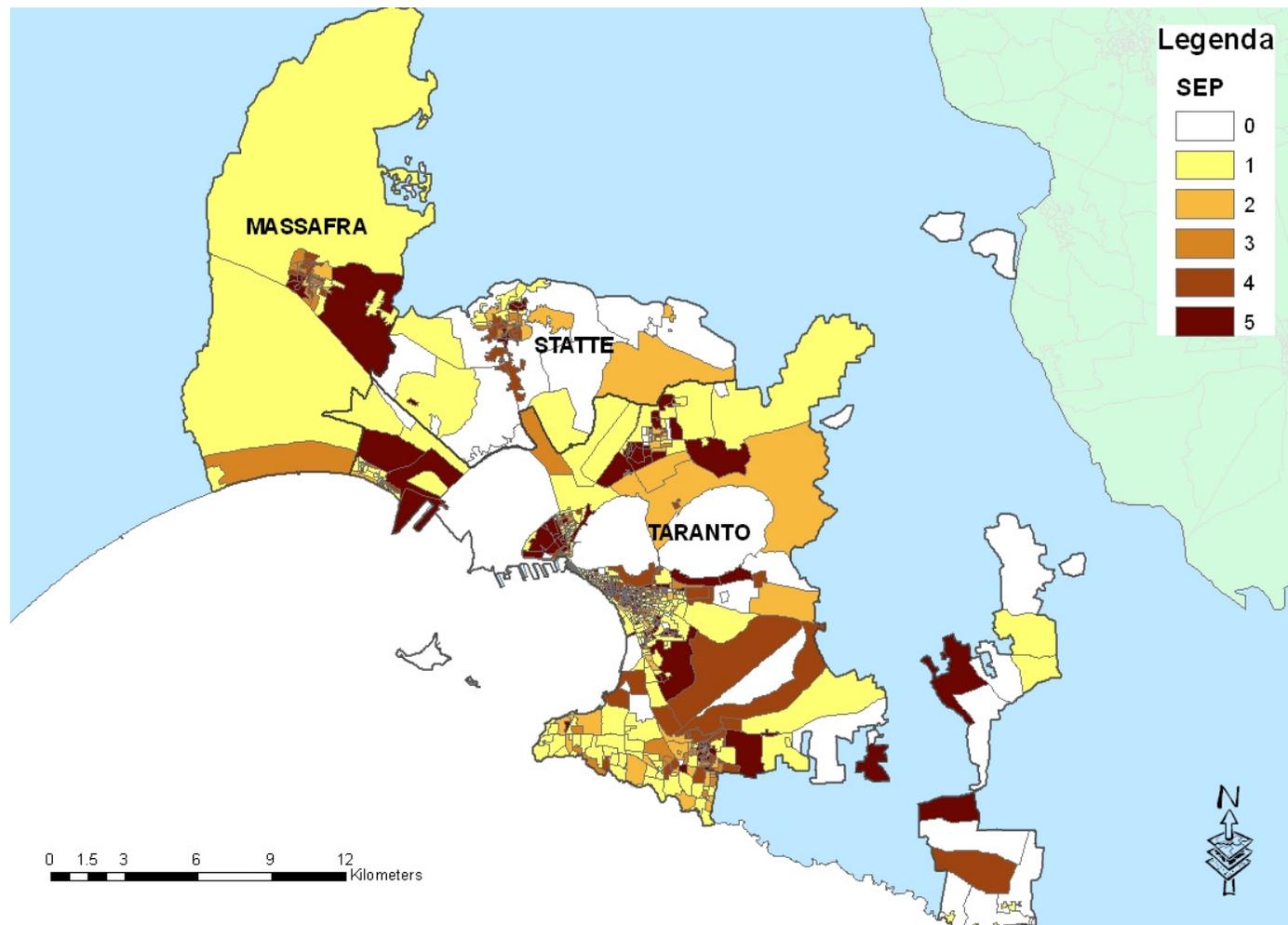
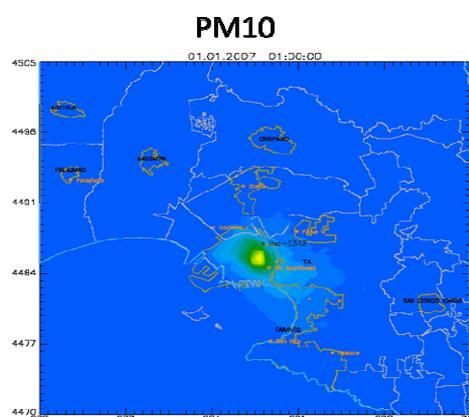


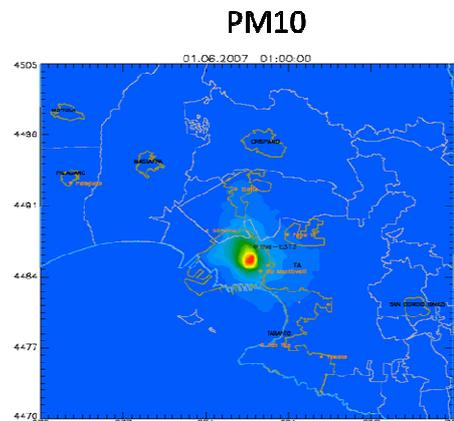
Figura 15: Indicatore di stato socioeconomico per sezione di censimento dei comuni di Taranto, Massafra e Statte

		N	%
Totale coorte		321,356	100
Genere	Maschi	157,031	48.9
	Femmine	164,325	51.1
Classi di età (anni) al reclutamento	0	34,597	10.8
	1-9	29,047	9.0
	10-19	36,224	11.3
	20-29	49,652	15.5
	30-39	45,674	14.2
	40-49	37,811	11.8
	50-59	34,213	10.7
	60-69	26,946	8.4
	70-79	18,502	5.8
	>=80	8,690	2.7
Posizione socio-economica	Alto	68,693	21.4
	Medio-Alto	39,095	12.2
	Medio	32,736	10.2
	Medio-Basso	58,034	18.1
	Basso	112,481	35.0
	Missing	10,317	3.2
Durata residenza al reclutamento	0-10	103,158	32.1
	11-19	46,552	14.5
	21-30	49,832	15.5
	31-40	114,941	35.8
	>40	75	0.0
Impiego in Siderurgia (1974-1997)	No	307,800	95.8
	Si, operaio	9,633	3.0
	Si, impiegato	3,923	1.2
Impiego in Costruzioni Meccaniche (1974-1997)	No	304,321	94.7
	Si	17,035	5.3
Impiego in Costruzioni Navali(1974-1997)	No	320,118	99.6
	Si	1,238	0.4
Stato in vita al 31/12/2013	Vivi	258,698	80.5
	Morti	35,398	11.0
	Persi al follow-up	27,260	8.5

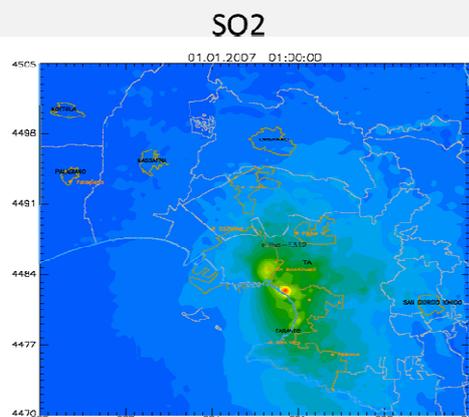
Tabella 3: Caratteristiche della coorte dei residenti a Taranto, Massafra e Statte (1998-2013)



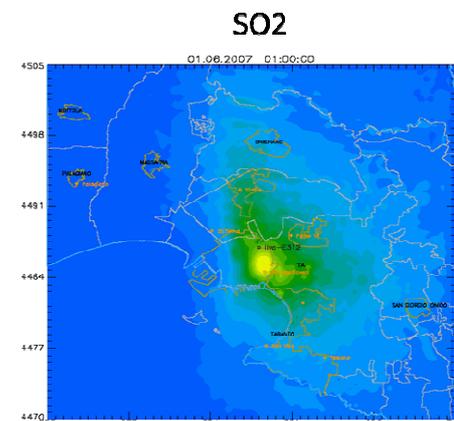
TRIMESTRE INVERNALE



TRIMESTRE ESTIVO



TRIMESTRE INVERNALE



TRIMESTRE ESTIVO

Figura 16: Mappe della concentrazione al suolo di PM₁₀ ed SO₂ nell'area in studio nei trimestri invernale ed estivo. Modello di dispersione relativo all'anno 2010

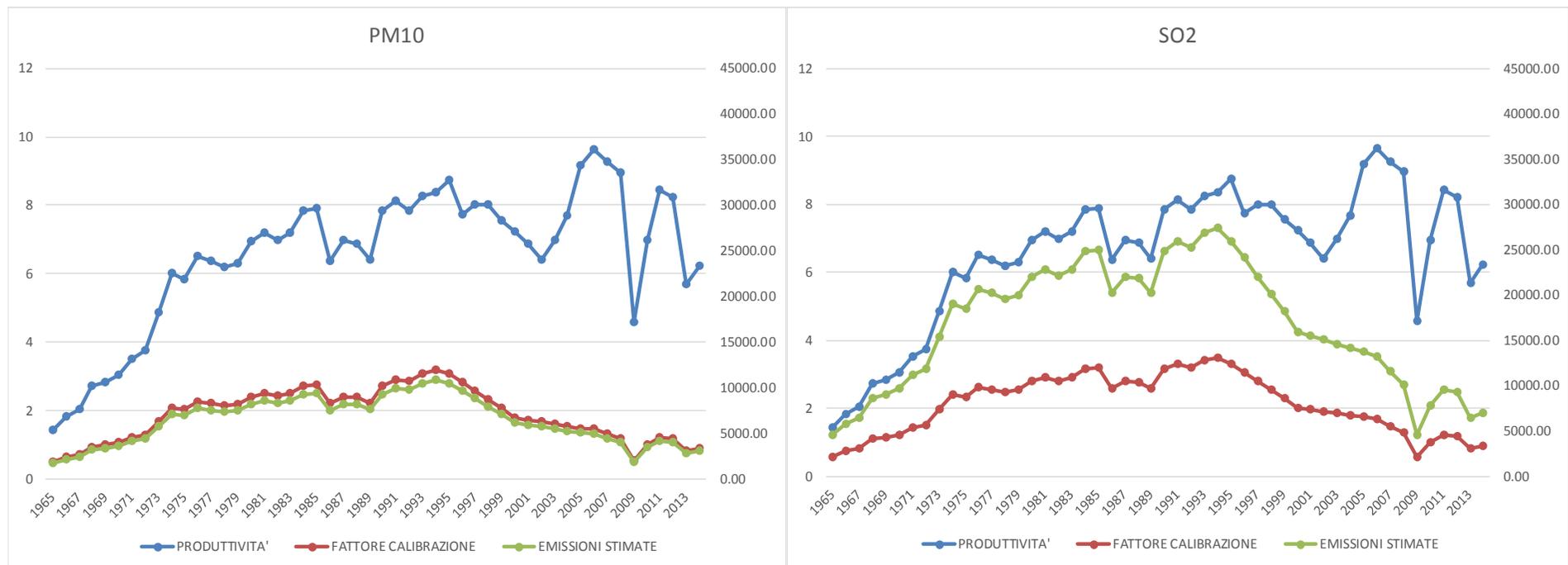


Figura 17: Produttività, emissioni stimate ILVA e fattore di calibrazione per anno per PM₁₀ ed SO₂

PM10 1998 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N	Media	Deviazione standard	Percentili					IQR
				Minimo	Massimo	25°	50°	75°	
LAG0	270833	9.03	9.53	0	85.24	3.52	7.79	9.35	5.83
LAG0-1	270833	9.50	9.98	0	89.83	3.71	8.21	10.41	6.70
LAG0-2	270833	10.00	10.46	0	94.67	3.91	8.59	10.96	7.05
LAG0-5	270833	11.00	11.39	0	104.34	4.31	9.47	12.16	7.84
LAG0-10	270833	10.54	11.04	0	104.62	4.00	9.12	11.68	7.68
LAG0-20	270833	9.83	10.59	0	104.62	3.68	8.47	10.88	7.21
LAG0-35	270833	8.59	9.50	0	104.62	3.12	7.05	9.76	6.64
PM10 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N	Media	Deviazione standard	Percentili					IQR
				Minimo	Massimo	25°	50°	75°	
LAG0	246794	3.03	3.28	0	37.35	1.22	2.48	3.29	2.07
LAG0-1	246794	3.70	4.00	0	45.55	1.49	3.02	4.01	2.53
LAG0-2	246794	3.96	4.27	0	39.31	1.59	3.24	4.29	2.70
LAG0-5	246794	3.66	3.91	0	38.67	1.50	2.99	3.97	2.47
LAG0-10	246794	4.43	4.67	0	54.84	1.80	3.48	4.86	3.06
LAG0-20	246794	6.27	6.58	0	71.61	2.52	5.05	7.17	4.65
LAG0-35	246794	6.92	7.54	0	76.47	2.45	5.41	7.99	5.53

Tabella 4a: Caratteristiche del PM₁₀ di origine industriale a

SO2 1998 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N	Media	Deviazione standard	Percentili					IQR
				Minimo	Massimo	25°	50°	75°	
LAG0	270833	9.09	4.81	0	22.08	5.53	9.27	11.82	6.29
LAG0-1	270833	9.52	5.01	0	23.17	5.80	9.72	12.40	6.60
LAG0-2	270833	9.95	5.23	0	24.28	6.08	10.19	13.00	6.91
LAG0-5	270833	10.93	5.73	0	26.83	6.71	11.23	14.36	7.66
LAG0-10	270833	10.65	5.75	0	27.19	6.40	11.07	14.14	7.74
LAG0-20	270833	10.04	5.70	0	27.19	6.00	10.22	13.43	7.43
LAG0-35	270833	8.77	5.19	0	27.19	4.97	8.82	12.07	7.10
SO2 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N	Media	Deviazione standard	Percentili					IQR
				Minimo	Massimo	25°	50°	75°	
LAG0	246794	2.82	1.53	0	7.10	1.72	2.74	3.72	2.01
LAG0-1	246794	3.44	1.86	0	8.66	2.09	3.35	4.54	2.45
LAG0-2	246794	3.68	1.99	0	9.27	2.24	3.58	4.86	2.62
LAG0-5	246794	3.47	1.85	0	11.86	2.14	3.38	4.52	2.38
LAG0-10	246794	4.48	2.38	0	15.37	2.75	4.38	5.80	3.05
LAG0-20	246794	6.31	3.50	0	19.30	3.86	6.27	8.40	4.54
LAG0-35	246794	7.04	4.22	0	20.35	3.46	6.81	9.74	6.28

Tabella 4b: Descrittive ambientali per latenze temporali: SO₂

Causa	Quartieri di riferimento	Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro				Borgo				Paolo VI				Statte			
	Coorte=221,459	Coorte=28,692				Coorte=34,840				Coorte=19,811				Coorte=16,554			
	N	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	
Cause naturali	21,816	3,435	1.11	1.07	1.15	5,157	1.04	1.01	1.07	1,392	1.27	1.20	1.34	1,330	1.00	0.94	1.05
Tumori maligni	6,961	937	1.02	0.95	1.10	1,366	1.02	0.96	1.08	513	1.20	1.10	1.32	446	0.98	0.89	1.08
Laringe	67	14	1.31	0.72	2.38	14	1.08	0.60	1.95	10	1.87	0.94	3.71	8	1.63	0.78	3.41
Trachea, bronchi e polmoni	1,421	209	1.12	0.96	1.30	279	1.11	0.98	1.27	151	1.57	1.32	1.87	106	1.08	0.88	1.32
Connettivo e tessuti molli	35	5	1.11	0.42	2.95	10	1.39	0.68	2.86	2	0.94	0.22	3.98	3	1.35	0.41	4.43
Vescica	324	49	1.07	0.79	1.47	60	0.90	0.68	1.19	22	1.30	0.84	2.02	21	1.03	0.66	1.61
Rene	71	14	1.74	0.95	3.20	16	1.24	0.72	2.16	7	1.91	0.86	4.24	8	1.72	0.82	3.59
Encefalo ed altri tumori del SNC	234	26	0.82	0.54	1.25	51	1.16	0.85	1.58	18	1.02	0.63	1.67	18	1.14	0.71	1.85
Tessuto linfatico	634	71	0.87	0.68	1.13	108	0.88	0.72	1.09	34	0.86	0.60	1.21	32	0.79	0.55	1.12
Malattie neurologiche	698	99	1.01	0.81	1.26	138	0.89	0.74	1.07	38	1.17	0.84	1.63	43	1.02	0.75	1.39
Malattie cardiovascolari	8,179	1,351	1.13	1.06	1.20	2,102	1.03	0.98	1.08	432	1.23	1.11	1.36	479	1.00	0.91	1.09
Malattie cardiache	5,707	989	1.18	1.10	1.27	1,550	1.10	1.04	1.17	311	1.26	1.12	1.41	312	0.93	0.83	1.04
Eventi coronarici acuti)	852	138	1.24	1.03	1.50	186	1.04	0.89	1.23	61	1.29	0.99	1.69	43	0.80	0.59	1.09
Malattie cerebro-vascolari	1,965	278	0.96	0.84	1.09	430	0.85	0.77	0.95	96	1.18	0.96	1.45	136	1.21	1.02	1.44
Malattie apparato respiratorio	1,743	302	1.12	0.99	1.28	472	1.09	0.98	1.21	107	1.47	1.21	1.80	124	1.21	1.01	1.46
Infezioni delle vie respiratorie	489	54	0.71	0.53	0.95	152	1.15	0.95	1.38	18	0.95	0.59	1.53	40	1.43	1.03	1.97
BPCO	1,010	204	1.26	1.07	1.47	257	1.03	0.90	1.19	77	1.85	1.46	2.35	75	1.27	1.00	1.60
Malattie renali	458	92	1.41	1.11	1.78	106	0.97	0.78	1.20	24	1.30	0.86	1.98	27	0.99	0.67	1.46

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e sesso, aggiustato per età (asse temporale) e stato socioeconomico. Riferimento tutti gli altri quartieri.

Tabella 5: Mortalità causa-specifica per quartiere. Popolazione Totale (Maschi e Femmine), 1998-2013.

Diagnosi	Quartieri di riferimento	Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro			Borgo			Paolo VI			Statte						
	Coorte=221,459	Coorte=28,692			Coorte=34,840			Coorte=19,811			Coorte=16,554						
	N	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC				
Cause naturali																	
Malattie infettive e parassitarie	300	75	1.51	1.16	1.98	80	1.53	1.18	1.97	37	1.13	0.79	1.61	32	1.41	0.98	2.04
Malattie neurologiche	5,912	950	1.07	1.00	1.15	1,006	0.99	0.92	1.06	583	1.11	1.01	1.21	439	0.99	0.90	1.10
Morbo di Parkinson	223	28	0.98	0.65	1.48	35	0.89	0.62	1.28	11	0.73	0.40	1.36	11	0.74	0.40	1.36
Sclerosi multipla	241	28	0.85	0.56	1.30	40	1.29	0.92	1.82	18	0.73	0.45	1.19	18	0.97	0.60	1.58
Malattie cardiovascolari	33,610	4,906	1.11	1.07	1.14	6,051	0.99	0.97	1.02	2,886	1.19	1.14	1.23	2,406	1.03	0.99	1.07
Malattie cardiache	23,004	3,416	1.14	1.10	1.18	4,291	1.01	0.98	1.05	1,981	1.25	1.19	1.31	1,624	1.03	0.98	1.09
Eventi coronarici acuti	4,872	684	1.09	1.00	1.18	894	1.09	1.01	1.17	454	1.23	1.11	1.35	349	1.01	0.91	1.13
Scompenso cardiaco	5,903	918	1.06	0.98	1.14	1,360	1.08	1.02	1.15	448	1.31	1.19	1.44	323	0.89	0.79	0.99
Malattie cerebro-vascolari	8,854	1,451	1.20	1.13	1.27	1,665	0.95	0.90	1.00	649	1.13	1.04	1.23	617	1.08	0.99	1.17
Malattie apparato respiratorio	19,872	3,757	1.18	1.14	1.23	3,462	1.01	0.97	1.05	2,396	1.24	1.19	1.30	1,604	1.04	0.99	1.09
Infezioni delle vie respiratorie	8,226	1,919	1.34	1.27	1.41	1,606	1.14	1.08	1.20	1,214	1.35	1.26	1.43	689	1.02	0.94	1.11
BPCO	4,647	843	1.22	1.13	1.31	840	0.90	0.84	0.97	470	1.49	1.35	1.65	374	1.22	1.10	1.36
Asma	613	100	1.04	0.83	1.30	70	0.76	0.59	0.97	59	0.89	0.67	1.17	43	0.84	0.62	1.16
Malattie dell'apparato digerente	34,684	5,629	1.13	1.09	1.16	5,318	0.95	0.92	0.98	3,641	1.12	1.08	1.16	2,790	1.04	1.00	1.09
Malattie renali	8,626	1,554	1.28	1.21	1.36	1,469	0.99	0.94	1.05	827	1.16	1.07	1.24	708	1.13	1.04	1.22
Endometriosi	564	64	0.88	0.67	1.16	67	0.94	0.73	1.22	63	1.14	0.87	1.50	63	0.72	0.50	1.02
Gravidanza con esito abortivo	2,681	438	1.09	0.98	1.21	382	1.00	0.90	1.12	329	1.09	0.97	1.23	218	1.02	0.89	1.17

*Hazard Ratio (HR) da modello di COX stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e sesso, aggiustato per età (asse temporale) e stato socioeconomico. Riferimento tutti gli altri quartieri.

Tabella 6: Ricoveri causa-specifici per quartiere. Popolazione Totale (Maschi e Femmine), 1998-2014.

Diagnosi	Quartieri di riferimento	Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro			Borgo			Paolo VI			Statte		
	Coorte=35,967	Coorte=6,487			Coorte=5,086			Coorte=4,701			Coorte=3,246		
	N	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC	N	HR*	95%IC
<i>Popolazione 0-14 anni</i>													
Malattie respiratorie	6,527	1541	1.24	1.17 1.31	1,123	1.16	1.08 1.23	1,097	1.26	1.18 1.35	629	1.05	0.96 1.14
Infezioni delle vie respiratorie	4,182	1156	1.42	1.33 1.52	825	1.29	1.19 1.39	789	1.37	1.26 1.48	385	0.98	0.88 1.09
Asma	230	33	0.69	0.47 1.02	22	0.63	0.40 0.98	8	0.25	0.12 0.51	21	0.94	0.59 1.49

*Hazard Ratio (HR) da modello di COX stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e sesso, aggiustato per età (asse temporale) e stato socioeconomico. Riferimento tutti gli altri quartieri.

Tabella 7: Ricoveri causa-specifica per quartiere. Popolazione 0-14 anni (Maschi e Femmine), 1998-2014.

Causa di decesso	PM ₁₀			SO ₂			
	N	HR*	95%IC	HR*	95%IC		
Mortalità naturale	33042	1.04	1.02	1.06	1.09	1.05	1.12
Tumori maligni	10210	1.03	1.00	1.06	1.08	1.02	1.15
Laringe	113	0.99	0.74	1.31	1.00	0.57	1.75
Trachea, bronchi e polmoni	2164	1.05	0.99	1.12	1.17	1.03	1.34
Connettivo e tessuti molli	55	1.17	0.83	1.64	1.14	0.53	2.46
Vescica	476	1.03	0.90	1.18	0.98	0.74	1.29
Rene	116	0.95	0.70	1.30	0.81	0.46	1.45
Encefalo ed altri tumori del SNC	344	1.02	0.86	1.21	1.24	0.90	1.71
Tessuto linfatico ed ematopoietico	879	0.98	0.87	1.09	1.04	0.85	1.28
Malattie neurologiche	1014	1.05	0.95	1.16	1.05	0.86	1.29
Malattie cardiovascolari	12527	1.02	1.00	1.05	1.04	0.99	1.10
Malattie cardiache	8857	1.05	1.02	1.09	1.11	1.04	1.18
Eventi coronarici acuti	1275	1.10	1.02	1.19	1.29	1.10	1.52
Malattie cerebro-vascolari	2903	0.90	0.85	0.96	0.80	0.72	0.89
Malattie apparato respiratorio	2741	1.02	0.97	1.08	1.02	0.91	1.14
Infezioni delle vie respiratorie	751	0.90	0.80	1.02	0.85	0.69	1.04
BPCO	1618	1.03	0.95	1.10	1.04	0.90	1.21
Malattie renali	707	1.13	1.02	1.25	1.16	0.93	1.45

**Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e sesso, età (asse temporale), stato socioeconomico, impiego in siderurgia, costruzioni meccaniche e navali

Tabella 8: Associazione tra esposizione a PM₁₀ ed SO₂ industriali e mortalità causa. Rischio relativo (HR) per incrementi di 10µg/m³. Popolazione totale (Maschi + Femmine), 1998-2013.

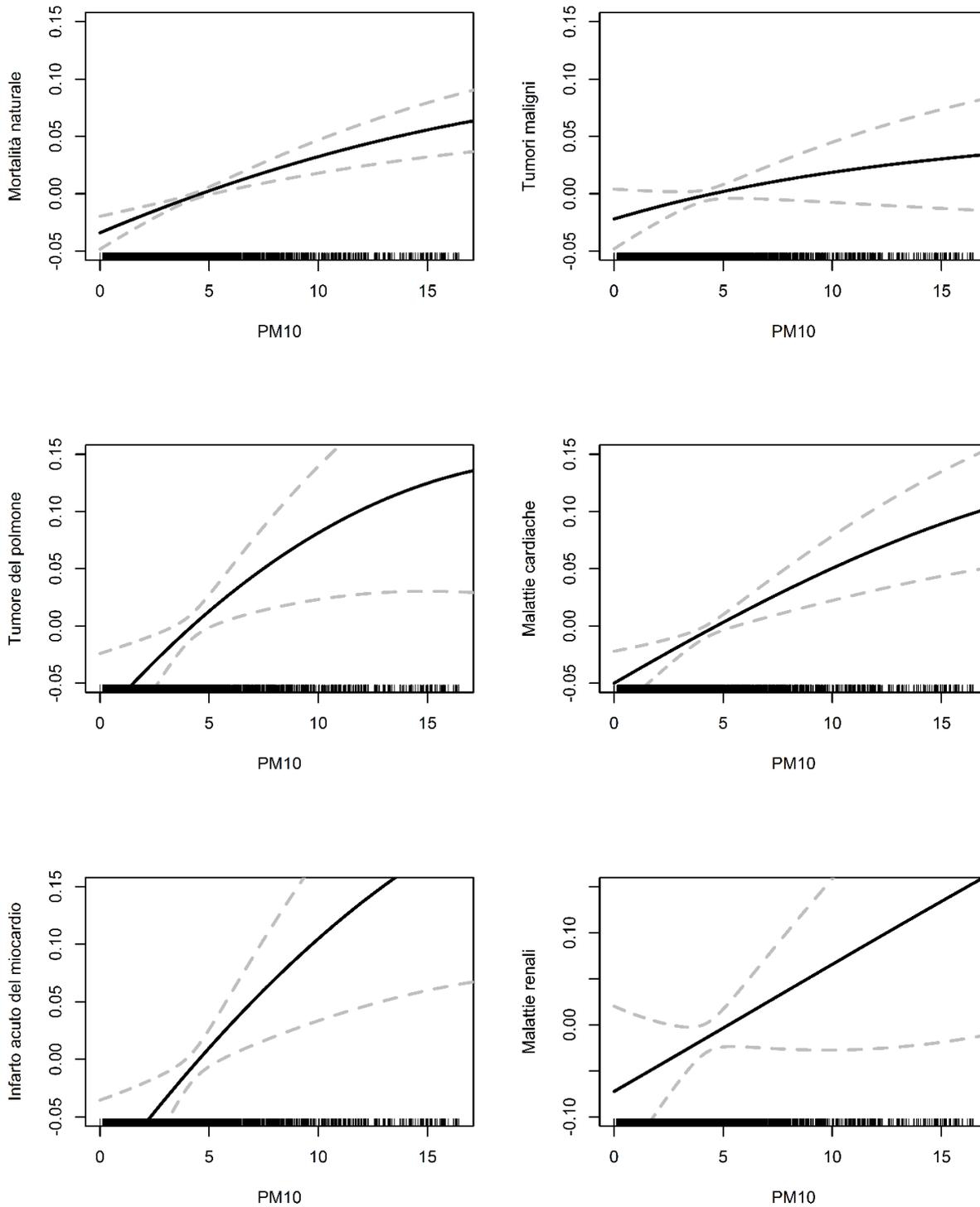


Figura 18: Relazione concentrazione-risposta (spline) dell'associazione tra mortalità causativa e media annuale tempo-dipendente di PM_{10} , 1998-2013

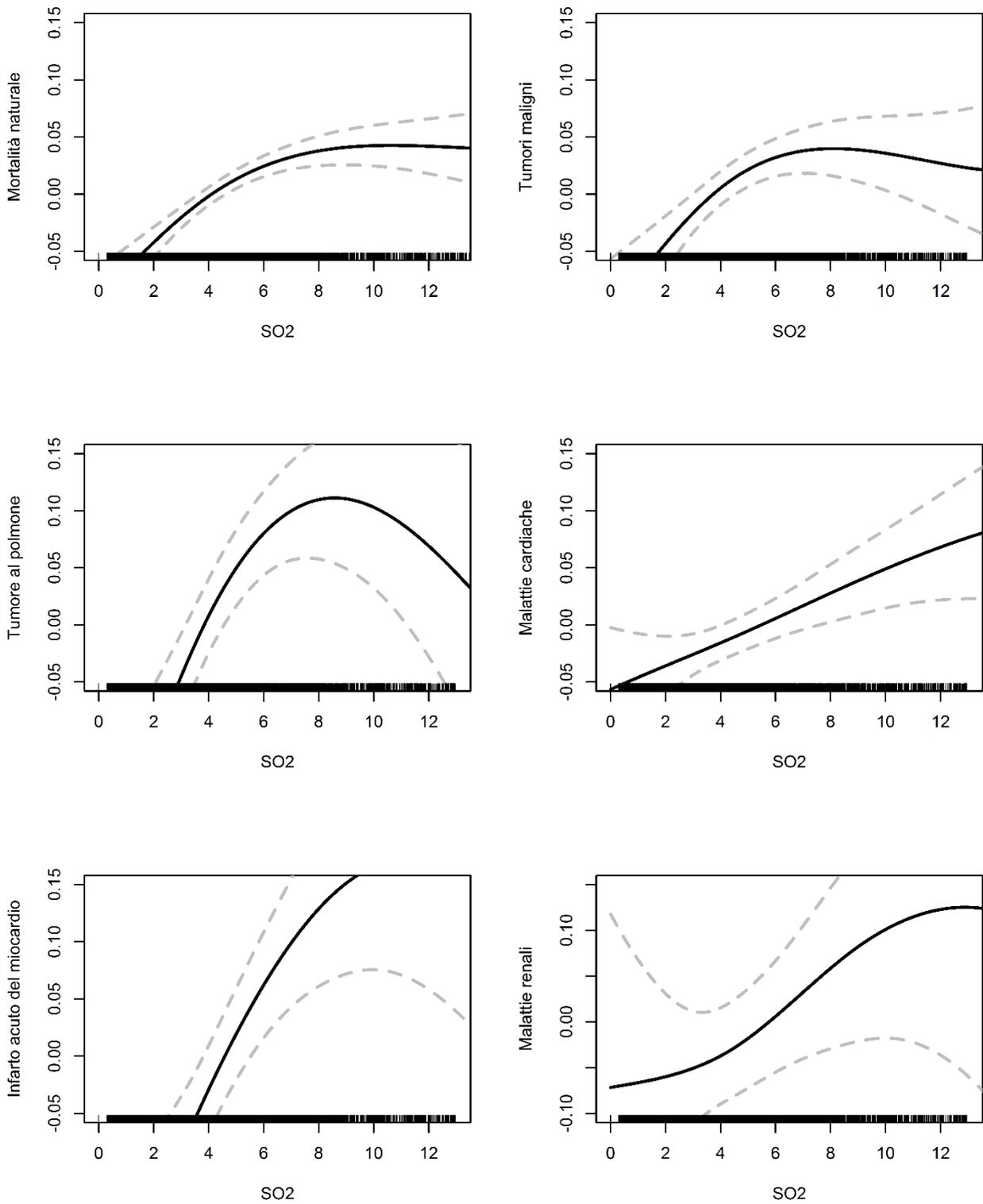


Figura 19: Relazione concentrazione-risposta (spline) dell'associazione tra mortalità causativa e media annuale tempo-dipendente di SO₂, 1998-2013.

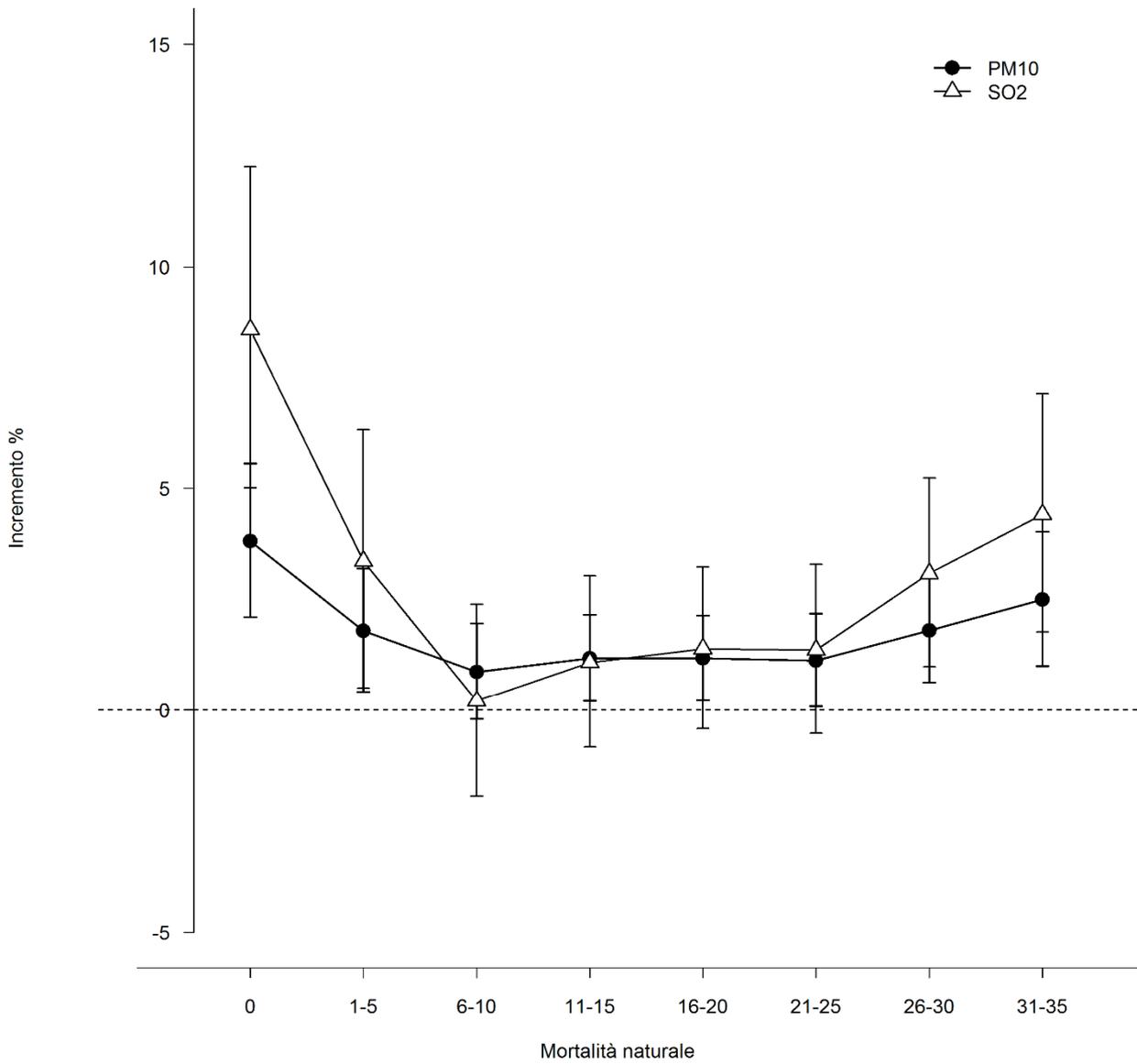


Figura 20: Incrementi percentuali del rischio di mortalità naturale per esposizione media a PM₁₀ ed SO₂ in finestre temporali di 5 anni, 1998-2013.

Diagnosi	PM ₁₀			SO ₂		
	N	HR*	95% IC	HR*	95% IC	
Malattie infettive e parassitarie	524	1.09	0.98 1.22	1.27	0.99	1.62
Malattie neurologiche	8890	1.05	1.01 1.08	1.21	1.13	1.30
Morbo di Parkinson	308	0.94	0.77 1.13	0.91	0.64	1.28
Sclerosi multipla	345	1.01	0.84 1.21	1.22	0.87	1.71
Malattie cardiovascolari	49859	1.04	1.02 1.05	1.06	1.03	1.09
Malattie cardiache	34316	1.05	1.04 1.07	1.10	1.07	1.14
Eventi coronarici acuti	7253	1.02	0.99 1.06	1.14	1.06	1.23
Scopenso cardiaco	8952	1.02	0.99 1.06	1.13	1.06	1.21
Malattie cerebro-vascolari	13236	1.01	0.98 1.04	0.92	0.87	0.97
Malattie apparato respiratorio	31091	1.07	1.05 1.08	1.15	1.12	1.19
Infezioni delle vie respiratorie	13654	1.11	1.08 1.13	1.35	1.28	1.42
BPCO	7474	1.03	1.00 1.06	0.95	0.88	1.01
Asma	885	0.99	0.90 1.09	0.95	0.78	1.16
Malattie dell'apparato digerente	52059	1.04	1.03 1.05	1.08	1.05	1.11
Malattie renali	13184	1.08	1.05 1.11	1.09	1.04	1.15
Endometriosi	791	0.99	0.88 1.12	1.10	0.87	1.38
Gravidanza con esito abortivo	4048	1.02	0.98 1.07	1.16	1.06	1.27
<i><u>Bambini 0-14 anni**</u></i>						
Malattie respiratorie	9505	1.11	1.09 1.14	1.33	1.26	1.41
Infezioni delle vie respiratorie	6746	1.15	1.11 1.18	1.49	1.39	1.59
Asma	272	0.77	0.60 0.98	0.55	0.37	0.81

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e sesso, aggiustato per età (asse temporale), stato socioeconomico, impiego in siderurgia, costruzioni meccaniche e navali

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

Tabella 9: Associazione tra esposizione a PM₁₀ ed SO₂ di origine industriale e ricoveri ospedalieri per causa. Rischio relativo (HR) per incrementi di 10µg/m³. Popolazione totale (Maschi + Femmine), 1998-2014.

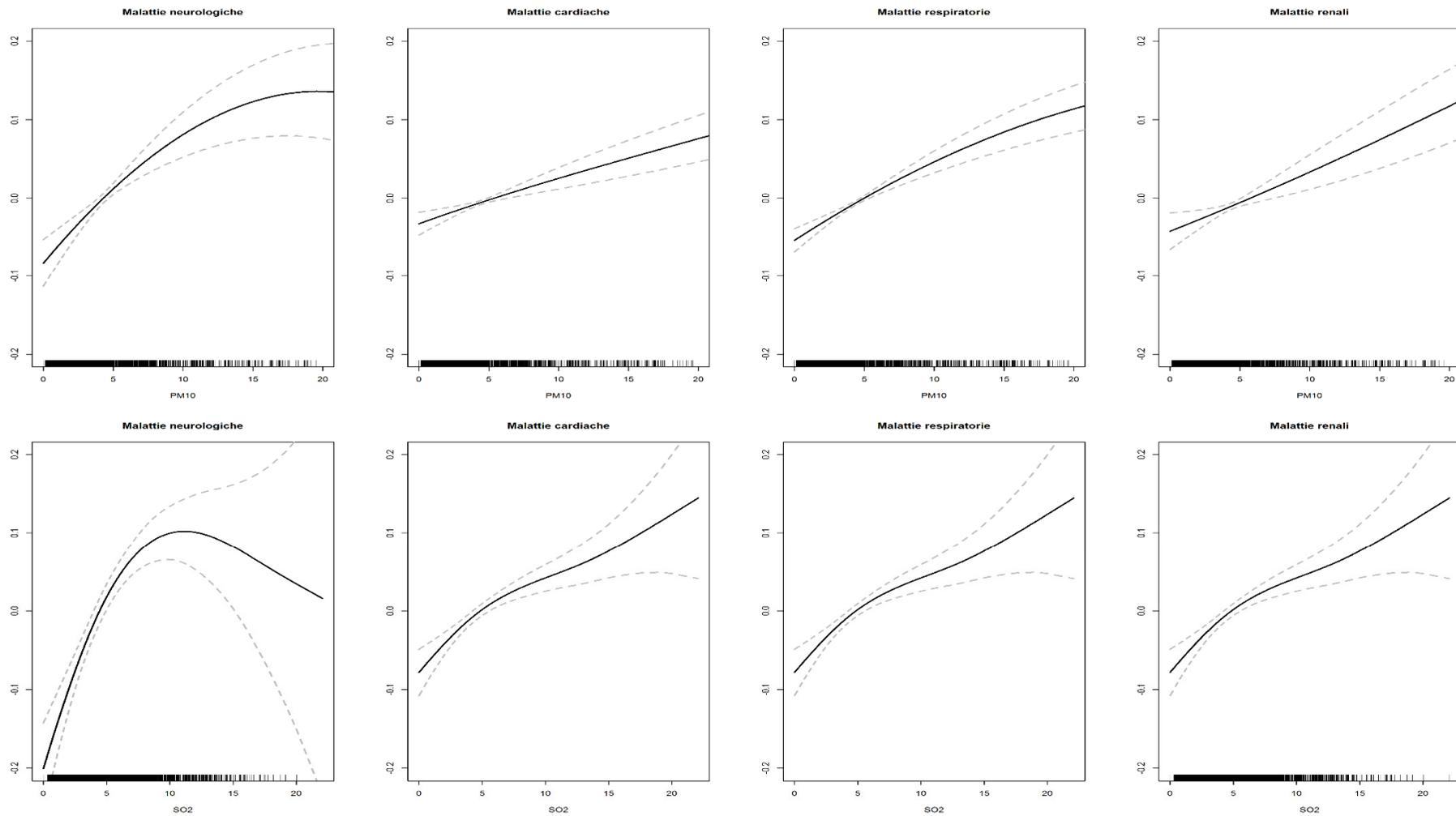


Figura 21: Relazione concentrazione-risposta (spline) dell'associazione tra ricoveri causa-specifici e media annuale tempo-dipendente di PM_{10} ed SO_2 , 1998-2014.

Sede del tumore	N	PM ₁₀			SO ₂		
		HR*	95% IC		HR*	95% IC	
Tutti i tumori	8999	1.14	1.09	1.19	1.05	0.97	1.14
VADS	144	0.80	0.52	1.23	0.67	0.34	1.31
Esofago	27	0.30	0.06	1.48	0.20	0.04	1.08
Stomaco	284	0.99	0.77	1.28	0.69	0.43	1.11
Colon-retto	887	1.11	0.96	1.28	1.00	0.77	1.31
Fegato	340	1.10	0.89	1.37	0.75	0.48	1.15
Colecisti e vie biliari	117	1.14	0.80	1.64	0.88	0.41	1.85
Pancreas	208	1.19	0.90	1.58	1.19	0.68	2.08
Laringe	91	1.39	0.99	1.96	1.39	0.62	3.13
Polmoni	943	1.29	1.14	1.45	1.42	1.10	1.84
Pleura	89	0.96	0.61	1.52	1.15	0.50	2.64
Osso	22	0.59	0.16	2.22	0.53	0.09	2.96
Cute	1944	1.15	1.04	1.26	1.08	0.90	1.30
Tessuti	40	1.22	0.66	2.27	0.62	0.17	2.26
Mammella	1137	1.27	1.13	1.41	1.19	0.94	1.51
Prostata	653	1.09	0.92	1.29	1.06	0.77	1.45
Testicolo	42	1.08	0.58	2.01	0.96	0.30	3.11
Rene	173	1.32	1.01	1.73	2.44	1.38	4.34
Pelvi e vie urinarie	34	0.87	0.34	2.23	0.56	0.13	2.46
Vescica	415	1.07	0.88	1.32	0.91	0.61	1.35
Sistema nervoso centrale	117	1.23	0.87	1.72	0.87	0.42	1.82
Tiroide	365	0.97	0.75	1.25	0.76	0.49	1.17
Mesotelioma	72	0.96	0.57	1.60	0.93	0.36	2.37
Sarcoma di Kaposi	38	1.35	0.77	2.37	1.39	0.41	4.64
Linfoma di Hodgkin	52	0.98	0.54	1.78	1.56	0.54	4.50
Linfoma non-Hodgkin	31	0.93	0.41	2.11	0.74	0.18	3.06
Mieloma	98	0.91	0.56	1.46	0.76	0.34	1.69
Leucemie	184	1.11	0.82	1.51	1.21	0.68	2.15

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

Tabella 10: Associazione tra esposizione a PM₁₀ ed SO₂ industriali ed incidenza di tumore. Rischio relativo (HR) per incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀ - Popolazione totale (Maschi + Femmine), 2006-2011.

Causa di decesso	N	Impiegato in Siderurgia			Operaio in Siderurgia			Costruzioni meccaniche			Costruzioni navali		
		HR*	95% IC	1.06	HR*	95% IC	0.87	HR*	95% IC	1.12	HR*	95% IC	1.10
Mortalità naturale	16,425	1.00	0.95	1.06	0.80	0.73	0.87	1.06	1.00	1.12	0.97	0.85	1.10
Tumori maligni	5,996	1.06	0.98	1.15	0.90	0.80	1.02	1.12	1.03	1.21	1.05	0.85	1.29
Esofago	54	0.52	0.18	1.49	0.60	0.14	2.55	0.96	0.43	2.18	0.00	0.00	0.00
Stomaco	289	1.41	1.00	1.98	1.08	0.63	1.85	1.02	0.70	1.49	0.97	0.36	2.62
Colon	493	0.82	0.59	1.13	1.13	0.76	1.68	0.88	0.63	1.23			
Fegato e dotti biliari	472	1.04	0.79	1.38	0.67	0.41	1.09	1.13	0.84	1.52	0.58	0.22	1.55
Pancreas	258	0.89	0.60	1.31	0.82	0.46	1.46	1.41	0.98	2.02	0.51	0.13	2.05
Laringe	105	0.98	0.56	1.74	0.34	0.08	1.39	1.21	0.69	2.13	1.79	0.56	5.70
Trachea, bronchi e polmoni	1,814	1.12	0.98	1.29	0.91	0.74	1.13	1.27	1.11	1.47	1.19	0.84	1.68
Pleura	163	1.72	1.11	2.66	2.07	1.18	3.62	1.35	0.82	2.20	1.75	0.64	4.75
Connettivo e tessuti molli	29	2.43	0.76	7.73				0.24	0.03	1.82			
Prostata	529	1.12	0.80	1.58	0.81	0.47	1.39	1.11	0.80	1.55	1.29	0.69	2.42
Vescica	399	1.21	0.86	1.71	0.92	0.53	1.59	0.98	0.67	1.42	1.33	0.66	2.70
Rene	74	0.50	0.18	1.41	2.51	1.19	5.29	1.23	0.58	2.62	1.88	0.46	7.78
Encefalo ed altri tumori del SNC	177	1.46	0.94	2.25	1.29	0.69	2.45	0.65	0.37	1.14	1.97	0.72	5.37
Tessuto linfatico ed ematopoietico	461	0.71	0.51	1.01	0.50	0.29	0.88	1.06	0.78	1.44	1.11	0.52	2.34
Linfoma non-Hodgkin	158	0.83	0.48	1.44	0.64	0.26	1.58	1.08	0.66	1.77	0.44	0.06	3.13
Leucemia	176	0.48	0.25	0.92	0.27	0.08	0.84	0.85	0.49	1.46	2.30	0.94	5.67

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (3 classi, aggiustato per età (asse temporale), posizione socioeconomica e PM₁₀. Il resto della popolazione è il riferimento

Tabella 11: Associazione tra settore di occupazione e mortalità naturale. Maschi, 1998-2013.

	Impiegato in Siderurgia			Operaio in Siderurgia			Costruzioni meccaniche			Costruzioni navali			
	N	HR*	95% IC	HR	95% IC	HR	95% IC	HR	95% IC	HR	95% IC		
Malattie neurologiche	453	1.19	0.86	1.65	0.68	0.38	1.22	1.00	0.71	1.41	0.76	0.31	1.83
Malattie cardiovascolari	5,489	0.92	0.83	1.02	0.70	0.59	0.83	1.01	0.91	1.11	0.81	0.63	1.04
Malattie cardiache	3,944	0.98	0.87	1.10	0.65	0.53	0.80	0.99	0.88	1.12	0.87	0.66	1.15
Malattie ischemiche del cuore	1,704	1.09	0.93	1.28	0.74	0.57	0.97	1.01	0.85	1.20	0.80	0.52	1.25
Eventi coronarici acuti	774	0.92	0.72	1.17	0.71	0.49	1.04	1.07	0.85	1.35	0.87	0.47	1.63
Malattie cerebro-vascolari	1,151	0.73	0.56	0.94	0.62	0.41	0.92	1.04	0.83	1.29	0.64	0.35	1.16
Malattie apparato respiratorio	1,587	0.83	0.66	1.04	0.60	0.41	0.88	1.17	0.97	1.42	1.07	0.72	1.60
Infezioni delle vie respiratorie	342	0.62	0.35	1.11	0.46	0.17	1.25	1.06	0.69	1.64	0.81	0.30	2.17
BPCO	1,052	0.96	0.74	1.25	0.66	0.41	1.06	1.36	1.09	1.70	1.14	0.71	1.82
Malattie apparato digerente	1,068	0.97	0.79	1.20	0.80	0.58	1.10	0.93	0.75	1.15	0.78	0.44	1.38
Malattie renali	317	1.04	0.67	1.61	0.41	0.15	1.12	1.34	0.91	1.97	2.05	1.05	4.00

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (3 classi, aggiustato per età (asse temporale), posizione socioeconomica e PM₁₀. Il resto della popolazione è il riferimento

Tabella 11 continua: Associazione tra settore di occupazione e mortalità naturale. Maschi, 1998-2013.

Aggiustamento indiretto per fattori confondenti non misurati

Sono stati raccolti dall'ASL di Taranto i dati dello studio nazionale PASSI (Progressi delle Aziende Sanitarie per la Salute in Italia) per gli anni 2008-2013 relativi alla provincia di Taranto. Essi riguardano 1755 individui, di età compresa tra 18 e 69 anni, per i quali sono state raccolte tramite questionari informazioni sugli stili di vita. Dei 1755 soggetti, solo 711 risiedono nei comuni di Taranto, Massafra e Statte, di cui 639 individui singoli residenti hanno informazioni necessarie per le procedure di R-L con la coorte originale e per la georeferenziazione. Una volta terminata la procedura di linkage con la coorte originaria, sono stati stimati il rischio relativo della relazione tra esposizione e confondente (RR_{EC}) per i 3 quartili di inquinante e ottenuto dalla letteratura il rischio relativo dell'associazione tra confondente e outcome (RR_{CD})³⁶⁻⁴⁰.

Nella Tabella 12 e 13 sono riportate le distribuzioni di frequenza delle categorie di esposizione e dei confondenti, in totale e per categoria di esposizione a PM_{10} ed SO_2 . In totale c'è una maggiore percentuale di non fumatori (47.52%) rispetto ai fumatori (31.46%) ed ex fumatori (21.03%). In presenza di un livello di esposizione più elevato (ultimo quartile) si evidenzia una frequenza più elevata di fumatori (37.23%) ed ex-fumatori (21.9%). La relazione tra categorie di PM_{10} ed abitudine al fumo non è lineare, poiché non si evidenzia un trend crescente all'aumentare del PM_{10} , ma si trovano andamenti prima crescenti e poi decrescenti o viceversa.

Il 58.3% degli intervistati ha bevuto almeno una bevanda alcolica negli ultimi 30 giorni, la percentuale aumenta tra le persone esposte a livelli medi (2° quartile) ed elevati (4° quartile) di PM_{10} . Il 13.74% del campione intervistato ha un BMI superiore a $30\text{kg}/\text{m}^2$, rientrando quindi nella definizione di obeso. La prevalenza di obesi è elevata per livelli di PM_{10} bassi (16.88%) e molto elevati (16.06%).

I RR_{CE} della relazione tra fattori di rischio ed esposizione a PM_{10} , mostrano un'associazione positiva ma non statisticamente significativa tra l'essere fumatore e l'ultimo quartile di esposizione a PM_{10} ($RR=1.24$) e tra consumo di alcol e tutte le categorie di esposizione rispetto alla più bassa (la significatività statistica è raggiunta per il 2° ed il 4° quartile). Occorre sottolineare che tali associazioni sono aggiustate per sesso ed età e stato socioeconomico.

La percentuale di bias associata alle stime di effetto del PM_{10} su mortalità naturale, quando esse non sono aggiustate per i confondenti non osservati, varia da -1.22% a 0.35% nel quartile dei più esposti rispetto ai meno esposti. Per la mortalità cardiovascolare il bias invece risulta negativo, molto ridotto per l'ultimo quartile di esposizione a PM_{10} (-0.10%). Le stime di

effetto del PM₁₀ sulla mortalità per tumore al polmone non aggiustate per confondimento non misurato sono affette da bias negativo per il 2° e 3° quartile di esposizione a PM₁₀ (rispettivamente -2.50% e -1.48%) e positivo per l'ultimo quartile (3.87%).

L'associazione tra fattori di confondimento ed SO₂ (Tabella 13), evidenzia delle relazioni non lineari. In particolare la prevalenza di fumatori è debolmente più elevata nell'ultimo quartile di esposizione (36.55%) rispetto alla categoria di riferimento (32.24%). E' più bassa invece negli altri quartili (27.15% e 30.13%). Anche gli ex fumatori sono in percentuale maggiore quando si considera la categoria di esposizione più elevata (22.76%). La prevalenza di coloro che hanno bevuto almeno una bevanda alcolica negli ultimi 30 giorni è maggiore per le categorie di esposizione corrispondenti al 2° e 4° quartile di SO₂ (62.91% e 60%) rispetto alla categoria di riferimento (54.61%). La prevalenza di soggetti considerati obesi (BMI>=30kg/m²) è maggiore tra gli esposti a bassi livelli di SO₂, nel 1° quartile (15.79%), mentre i normopeso sono più rappresentati nelle aree con medio o medio alto livello di esposizione.

I RR_{CE} della relazione tra fattori di rischio ed esposizione a SO₂ evidenziano un'associazione positiva tra l'essere fumatore e l'ultimo quartile di esposizione a PM₁₀ (RR=1.24) e tra consumo di alcol e tutte le categorie di esposizione rispetto alla più bassa, nonostante la significatività statistica non sia raggiunta in nessuna delle analisi per scarsa potenza statistica.

La percentuale di bias associata alle stime di effetto del SO₂ su mortalità naturale è contenuta e varia da -0.99% a 0.48% nel quartile dei più esposti. Per la mortalità cardiovascolare il bias è trascurabile (da -1.54% a 0.16%), mentre per la mortalità per tumore del polmone esso è negativo per il 2° ed il 3° quartile della distribuzione di SO₂ (-2.86% e -2.96% rispettivamente), e positivo per l'ultimo quartile (3.69%), ma sempre contenuto.

	Misura	TOT	Q1	Q2	Q3	Q4
PM₁₀	Media (SD)	3.73 (3.97)	0.86 (0.47)	2.20 (0.50)	3.62 (0.23)	8.72 (5.69)
Fumatore (PASSI)	P(C) %	31.46	31.82	27.03	30.3	37.23
Ex fumatore (PASSI)	P(C) %	21.03	21.43	21.62	19.39	21.9
Non fumatore (PASSI)	P(C) %	47.52	46.75	51.35	50.3	40.88
Alcol SI (PASSI)	P(C) %	58.28	52.6	66.9	52.12	62.77
Alcol NO (PASSI)	P(C) %	41.72	47.4	33.11	47.88	37.23
Obesità SI (BMI ≥ 30 kg/m ²) (PASSI)	P(C) %	13.74	16.88	12.16	10.3	16.06
Obesità NO (BMI < 30 kg/m ²) (PASSI)	P(C) %	86.26	83.12	87.84	89.7	83.94
Fumatore vs Non fumatore (PASSI)	RR _{CE} (95%IC)		1.00	0.87 (0.62-1.22)	0.97 (0.72-1.32)	1.24 (0.92-1.68)
Ex fumatore vs Non fumatore (PASSI)	RR _{CE} (95%IC)		1.00	0.97 (0.64-1.46)	0.85 (0.57-1.27)	0.98 (0.65-1.47)
Alcol SI/NO (PASSI)	RR _{CE} (95%IC)		1.00	1.32 (1.09-1.59)	1.02 (0.82-1.26)	1.25 (1.02-1.52)
Obesità (BMI ≥ 30 vs < 30 kg/m ²) (PASSI)	RR _{CE} (95%IC)		1.00	0.66 (0.37-1.17)	0.59 (0.33-1.04)	0.87 (0.51-1.50)
Bias						
Mortalità naturale	%			-1.22	-0.41	0.35
Mortalità cardiovascolare	%			-2.00	-0.68	-0.10
Mortalità per tumore del polmone	%			-2.50	-1.48	3.87

Tabella 12: Associazione tra fattori di confondimento non misurati ed esposizione categorica in quartili di PM₁₀ nella popolazione PASSI, RR_{CE} e stima del bias da aggiustamento indiretto.

	Misura	TOT	Q1	Q2	Q3	Q4
SO₂	Media (SD)	3.46 (1.83)	1.28 (0.67)	2.73 (0.41)	3.99 (0.23)	5.92 (1.16)
Fumatore (PASSI)	P(C) %	31.46	32.24	27.15	30.13	36.55
Ex fumatore (PASSI)	P(C) %	21.03	21.71	21.85	17.95	22.76
Non fumatore (PASSI)	P(C) %	47.52	46.05	50.99	51.92	40.69
Alcol SI (PASSI)	P(C) %	58.28	54.61	62.91	55.77	60
Alcol NO (PASSI)	P(C) %	41.72	45.39	37.09	44.23	40
Obesità SI (BMI≥30kg/m ²) (PASSI)	P(C) %	13.74	15.79	13.25	11.54	14.48
Obesità NO (BMI <30kg/m ²) (PASSI)	P(C) %	86.26	84.21	86.75	88.46	85.52
Fumatore vs Non fumatore (PASSI)	RR _{CE} (95%CI)		1.00	0.88 (0.63-1.24)	0.94 (0.69-1.27)	1.24 (0.92-1.66)
Ex fumatore vs Non fumatore (PASSI)	RR _{CE} (95%CI)		1.00	0.90 (0.60-1.37)	0.74 (0.49-1.12)	0.95 (0.64-1.41)
Alcol SI/NO (PASSI)	RR _{CE} (95%CI)		1.00	1.20 (0.99-1.46)	1.06 (0.86-1.30)	1.15 (0.95-1.40)
Obesità (BMI≥30 vs <30kg/m ²)(PASSI)	RR _{CE} (95%CI)		1.00	0.76 (0.43-1.34)	0.69 (0.39-1.23)	0.82 (0.47-1.45)
Bias						
Mortalità naturale	%			-0.99	-0.64	0.48
Mortalità cardiovascolare	%			-1.54	-0.97	0.16
Mortalità per tumore del polmone	%			-2.86	-2.96	3.69

Tabella 13: Associazione tra fattori di confondimento non misurati ed esposizione categorica in quartili di SO₂ nella popolazione PASSI, RR_{CE} e stima del bias da aggiustamento indiretto.

3. Stima di effetti causali dell'inquinamento da fonte industriale sulla mortalità nell'area di Taranto mediante approccio "Differences-in-Differences"

Introduzione

Negli studi epidemiologici osservazionali un argomento di primaria importanza è il confondimento che, se non identificato e controllato in maniera adeguata, può portare a distorsioni dell'associazione oggetto di studio. Svariate sono le tecniche abitualmente utilizzate per l'aggiustamento del confondimento: restrizione, matching, standardizzazione, modelli di regressione. Tuttavia nessuna di esse può escludere la presenza di confondimento residuo, ovvero "confondimento dovuto a fattori che non sono controllati o che sono controllati ma misurati in modo non accurato"⁴¹. I ricercatori dunque si basano sulla propria conoscenza del fenomeno e sull'utilizzo di analisi di sensibilità volte a testare la robustezza dei propri risultati a formulazioni modellistiche alternative. Un approccio differente al problema del confondimento consiste nell'utilizzo di metodi che lo rimuovano da disegno. Di questi ultimi fa parte il metodo "Difference-in-Differences" (DID), ampiamente diffuso nel campo dell'economia, ma anche largamente applicato in altre discipline. Sono disponibili alcune applicazioni nel campo epidemiologico negli ultimi anni⁴²⁻⁴⁴.

Il metodo è stato frequentemente utilizzato per stimare l'effetto di un trattamento o intervento di *policy*. A tal proposito si può ricordare lo studio di D. Carl e A. Kruger del 1994 che mirava a comprendere quali potessero essere gli effetti sull'occupazione degli aumenti del salario minimo⁴⁵; oppure lo studio di Galiani et al. del 2005 che si prefiggeva di studiare l'impatto della privatizzazione dei servizi idrici sulla mortalità infantile in Argentina⁴³. Un recente studio⁴⁴ di Wang e colleghi ha utilizzato tale metodo per stimare gli effetti causali a lungo termine dell'esposizione a PM_{2,5} sulla mortalità nel New Jersey.

Si tratta di un metodo semplice il cui nome descrive direttamente la metodologia. Esso, infatti, nella sua formulazione generale, confronta i cambiamenti nel tempo degli esiti tra i trattati e i non trattati. Il vantaggio principale è che ogni popolazione funge da controllo di se stessa (assenza di confondimento dovuto a caratteristiche fisse nel tempo), e la finestra temporale è sufficientemente breve da rendere implausibile il confondimento dovuto a fattori tempo-dipendenti.

Tale parte dello studio si prefigge di applicare il metodo dell'inferenza causale, difference-in-differences (DID), alla coorte dell'area di Taranto per esaminare l'effetto causale dell'esposizione a PM₁₀ di origine industriale sulla mortalità naturale e causa-specifica.

Area in studio e arruolamento della coorte

L'area oggetto di studio è costituita dai comuni di Taranto, Massafra e Statte. Il comune di Taranto è stato suddiviso in 9 quartieri sulla base delle sezioni di censimento (vedi Appendice C per dettagli). L'area in studio risulta dunque complessivamente suddivisa in 11 sotto-aree, i 9 quartieri del comune di Taranto e i comuni di Massafra e Statte

La popolazione in studio è costituita da tutti i residenti al 01/01/1998 o successivamente entrati per nascita o immigrazione sino al 31/12/2010 nei comuni in esame. Essa è stata costruita impiegando gli archivi anagrafici forniti dai tre comuni dell'area in studio, i quali furono sottoposti a scrupolose procedure di controllo di qualità. Grazie all'aggiornamento di questi ultimi, si è potuto accertare lo stato in vita e i movimenti migratori degli individui della coorte sino al 31/12/2014 (con la stessa procedura descritta nella sezione 2). Ogni indirizzo è stato georeferenziato utilizzando il software ARCGIS. Grazie alla geocodifica è stato possibile attribuire a ciascun soggetto i vari quartieri in cui egli ha risieduto nel periodo oggetto di studio, le informazioni circa i movimenti residenziali sono registrate sino all'anno 2010.

Di tale coorte sono stati considerati solo i residenti nel periodo 2008-2014, in modo tale da valutare un intervallo di tempo relativamente breve; esso costituisce il periodo oggetto del presente studio.

Valutazione dell'esposizione

Nell'area in studio sono presenti nove stazioni di monitoraggio ARPA, tutte registrano i livelli giornalieri di biossido di azoto (NO₂) e otto di esse anche il particolato aerodisperso, PM₁₀⁸. Sono state considerate quattro stazioni per le quali fossero disponibili le medie annuali di PM₁₀ e NO₂ dall'anno 2008 al 2014. Esse sono una di tipo traffico collocata in una zona di tipo urbano (centralina di Via Alto Adige), due in prossimità dell'area industriale (Via Machiavelli e Via Archimede al quartiere Tamburi) e una distante dall'area industriale in una zona suburbana (Via Ugo Foscolo nel quartiere Talsano).

ARPA Puglia ha inoltre elaborato per l'anno 2010 un modello di dispersione degli inquinanti (in questo caso il PM₁₀) dell'impianto ILVA utilizzando un modello Lagrangiano a particelle (SPRAY) sulla base delle informazioni disponibili sulle caratteristiche emissive, l'orografia e la meteorologia⁹.

Per disporre di stime dei valori dell'inquinamento di origine industriale per ogni area e per ogni anno, dal 2008 al 2014 si è attuata la seguente metodologia.

1. Stima del PM₁₀ industriale a Tamburi.

Supponendo che la concentrazione media annuale di PM₁₀ misurata alla centralina possa essere suddivisa in tre componenti: background (*B*), industria (*I*) e traffico (*T*); è stato possibile scrivere il seguente sistema lineare di 3 equazioni in 3 incognite.

$$\begin{cases} T_{Mx} + B_x + I_{Mx} = C_{Mx} \\ \Delta_{Tx} \cdot T_{Mx} + B_x + \gamma_1 \cdot I_{Mx} = C_{Tx} \\ \Delta_{Ax} \cdot T_{Mx} + B_x + \gamma_2 \cdot I_{Mx} = C_{Ax} \end{cases} \quad (1)$$

dove C_{Mx} è la media tra le concentrazioni annuali di PM₁₀ rilevate nell'anno x alla centralina di Via Machiavelli e di Via Archimede. Essa è stata scomposta in tre fattori: B_x background nell'anno x , T_{Mx} componente di traffico nell'anno x , I_{Mx} componente industriale nell'anno x . C_{Tx} è la concentrazione media annuale di PM₁₀ rilevata nell'anno x nella centralina di Via Ugo Foscolo (Talsano). Anche quest'ultima è stata suddivisa in tre fattori: B_x background nell'anno x , $T_{Tx} = \Delta_{Tx} \cdot T_{Mx}$ componente di traffico nell'anno x , $I_{Tx} = \gamma_1 \cdot I_{Mx}$ componente industriale nell'anno x . La componente di traffico è stata stimata come prodotto della componente di traffico a Tamburi nell'anno x e Δ_{Tx} , rapporto tra la concentrazione media annuale di NO₂ rilevata nell'anno x nella centralina di Talsano e la media tra le concentrazioni di NO₂ rilevate nelle due centraline dei Tamburi. La componente industriale è stata stimata come prodotto della componente industriale rilevata a Tamburi nell'anno x e γ_1 , rapporto tra il valore predetto dal modello ARPA del PM₁₀ alla centralina di Talsano e la corrispondente media dei valori predetti alle centraline dei Tamburi. Quanto detto vale anche per la terza equazione del sistema (1), la quale si riferisce, invece, alla centralina di Via Alto Adige.

Si osservi che nel sistema (1) si è supposto che la componente di background B_x fosse la medesima in tutte le stazioni di monitoraggio considerate, in quanto riflette livelli di inquinamento "di base", attribuibili a fonti uniformi sul territorio ovvero a sorgenti transfrontaliere. Si è assunto, inoltre, che fosse possibile stimare il contributo relativo del traffico nei diversi punti come rapporto tra le concentrazioni di NO₂, parametro, questo, considerato proxy del traffico.

2. Stima individuale del PM₁₀ industriale

Sulla base della geocodifica dell'indirizzo di residenza è stato possibile attribuire ad ogni individuo della coorte il valore del PM₁₀ predetto dal modello emissivo dell'anno 2010,

sviluppato da ARPA Puglia, che simula il trasporto e la dispersione degli inquinanti atmosferici emessi dagli impianti dello stabilimento ILVA⁹.

Si è calcolato, per ogni individuo, la quantità P_i , data dal rapporto tra il valore predetto da modello ARPA di PM_{10} individuo specifico e la media dei valori predetti del PM_{10} nelle stazioni di monitoraggio di Via Machiavelli e Via Archimede.

Per ogni soggetto i della coorte è stato stimato in seguito il contributo di PM_{10} di tipo industriale:

$$I_{i,x} = P_i \cdot I_{Mx}$$

Si è assunto che i rapporti relativi di PM_{10} tra due punti da modello di dispersione vengano mantenuti nei vari anni.

3. Stima del PM_{10} industriale specifica per area, anno e classe d'età

E' stato ottenuto il contributo di PM_{10} dovuto all'industria specifici per area, anno e classe d'età mediando i contributi $I_{i,x}$ individuali del PM_{10} industriale corrispondenti.

Esiti in studio

Utilizzando il Registro nominativo delle cause di morte della ASL Taranto è stato possibile attribuire, mediante una procedura di *record linkage*, la causa di morte ai soggetti deceduti nel periodo in studio. In tale archivio le cause sono codificate secondo la 9° revisione ICD per gli anni 2008-2010 e secondo la 10° revisione ICD per gli anni 2011-2014. Sono state utilizzate tavole di corrispondenza tra ICD 9 e 10.

Gli esiti in studio considerati sono stati i decessi per: tutte le cause naturali (ICD-9 001-799), malattie del sistema circolatorio (ICD-9 390-459), malattie cardiache (ICD-9 390-429), e malattie del sistema respiratorio (ICD-9 460-519).

Analisi statistica

Sulla base delle informazioni presenti nella coorte e della storia residenziale individuale sono stati stimati per ogni anno (2008-2014), area geografica (i nove quartieri di Taranto e i due comuni di Statte e Massafra) e per ogni classe di età (0-34, 35-64, 65-74, >74)) gli anni-

persona rischio di morte della coorte in studio. Tali stime rappresentano il denominatore (o "offset" nelle analisi di Poisson) per la stima dei tassi annuali di morte per area e per età.

Il modello implementato è il seguente:

$$\log[E(Y_{q,t,e})] = \beta_0 + \beta_1 I_q + \beta_2 T + \beta_3 I_e + \beta_4 I_q * T + \beta_5 I_e * T + \beta_6 PM_{10\ q,t,e} + \log(P_{q,t,e}) \quad (2)$$

dove $Y_{q,t,e}$ è il numero di decessi nell'area q , anno t e classe d'età e ; $PM_{10q,t,e}$ è la concentrazione di PM_{10} industriale nello stesso strato; $P_{q,t,e}$ è il numero di anni persona a rischio nel medesimo strato; I_q , I_e sono variabili dummy rispettivamente per le aree e le classi d'età; T è una variabile continua per il tempo.

Nel modello (2): β_0 è l'intercetta; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ sono coefficienti che aggiustano per il confondimento indotto da fattori che variano tra le aree (β_1), classi d'età (β_3) e nel tempo (β_2); β_4 rimuove il potenziale confondimento introdotto da fattori, conosciuti e sconosciuti, che hanno trend temporali differenti (considerati lineari) tra le aree; β_5 , come β_4 , aggiusta per potenziali confondenti che mostrano trend temporali diversi (considerati lineari) nelle classi d'età; β_6 rappresenta l'effetto causale del PM_{10} .

Tutti i risultati sono stati espressi come incremento percentuale del rischio di morte, con i relativi intervalli di confidenza al 95%, per incrementi di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione di PM_{10} di origine industriale.

Per la creazione della coorte e le analisi statistiche sono stati utilizzati i programmi SAS e Stata, e per l'elaborazione dei dati geografici Arcgis e Qgis.

Risultati

La Figura 22 illustra le aree oggetto di studio e le centraline presenti nel territorio gestite da Arpa Puglia, sono cerchiato le stazioni di monitoraggio di Via Machiavelli, Via Archimede, Via Alto Adige e Via Ugo Foscolo (Talsano), utilizzate per stimare il contributo di PM_{10} attribuibile alle sorgenti industriali.

La Figura 23 mostra in alto la produttività Ilva nel periodo oggetto di studio suddivisa per settori produttivi e in basso riporta le concentrazioni medie annuali del PM_{10} misurate dalle quattro centraline prese in considerazione. Dal grafico si può notare un andamento della

produttività simile per tutti i processi dell'ILVA, con un decremento importante nel 2009 a causa della crisi economica, un incremento fino al 2012 in cui si registra un picco e una riduzione nel 2013, dovuta alla chiusura di alcuni degli impianti a seguito del provvedimento della Procura di Taranto. C'è poi una ripresa nel 2014. Le concentrazioni medie di PM₁₀ sono più elevate per le centraline di Machiavelli e Archimede, con un picco massimo nel 2011 e successiva diminuzione.

La Figura 24 riporta la variazione assoluta del PM₁₀ industriale e la variazione percentuale dei tassi di mortalità (per 1,000 anni persona) nell'intero periodo. Da quest'ultima si nota che tali variazioni seguono trend simili nei primi anni del periodo in studio nelle differenti aree. E' evidente per tamburi che i tassi di mortalità subiscono un incremento fino al 2011 a seguito di incrementi di PM10 industriale e dopo presentano una riduzione. Lo stesso si verifica per Isola, Borgo, con un picco però nel 2012.

La coorte totale è composta da 321,356 persone ed al 31/12/2014 risultano vivi e residenti 267,537 soggetti (83.2%), sono decedute 37,736 persone (11.74%) e migrate fuori dall'area e quindi "perse" 16,083 (5%), il follow-up per questi soggetti è stato troncato alla data di emigrazione.

Successivamente, di tale coorte sono stati considerati solo i residenti negli ultimi sette anni, vale a dire nel periodo 2008-2014.

La Tabella 14 mostra le caratteristiche dei deceduti e dei residenti nella coorte nel periodo oggetto dello studio. Si rileva che sono stati analizzati 15,303 decessi per cause naturali, di cui il 71.8% di persone di età superiore a 74 anni e solo lo 0.8% di giovani con età inferiore o uguale a 34 anni. Sono stati stimati 1,726,353 anni persona, di cui l'11.7% relativi al comune di Massafra e il 5.6% al comune di Statte.

In Tabella 15 sono riportati gli incrementi percentuali di rischio di morte per tutte le cause naturali e specifici per causa. La mortalità naturale mostra un incremento del 1.86% (I.C. 95% -0.06-3.83%) per esposizione a 1 µg/m³ di PM₁₀ di tipo industriale. Si evidenzia un effetto del PM₁₀ industriale sulla mortalità per cause respiratorie (8.74%, I.C. 95% 1.50, 16.51%).

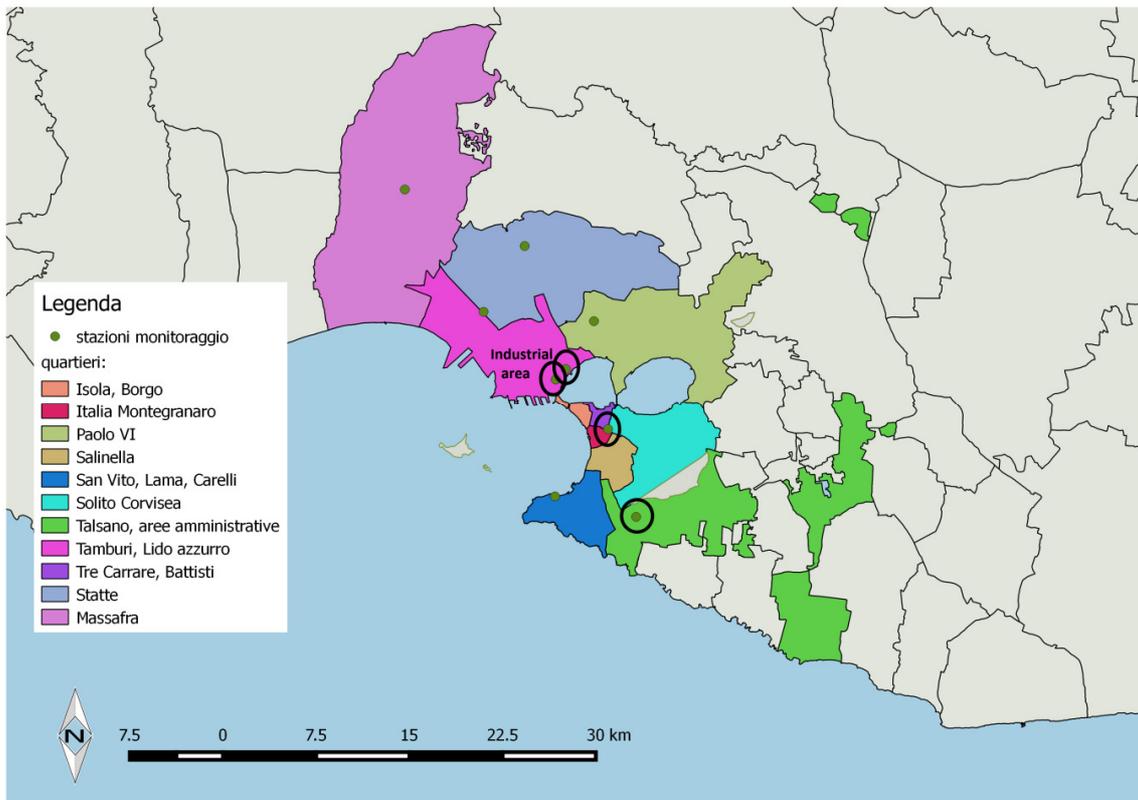


Figura 22: Area in studio, quartieri e stazioni di monitoraggio

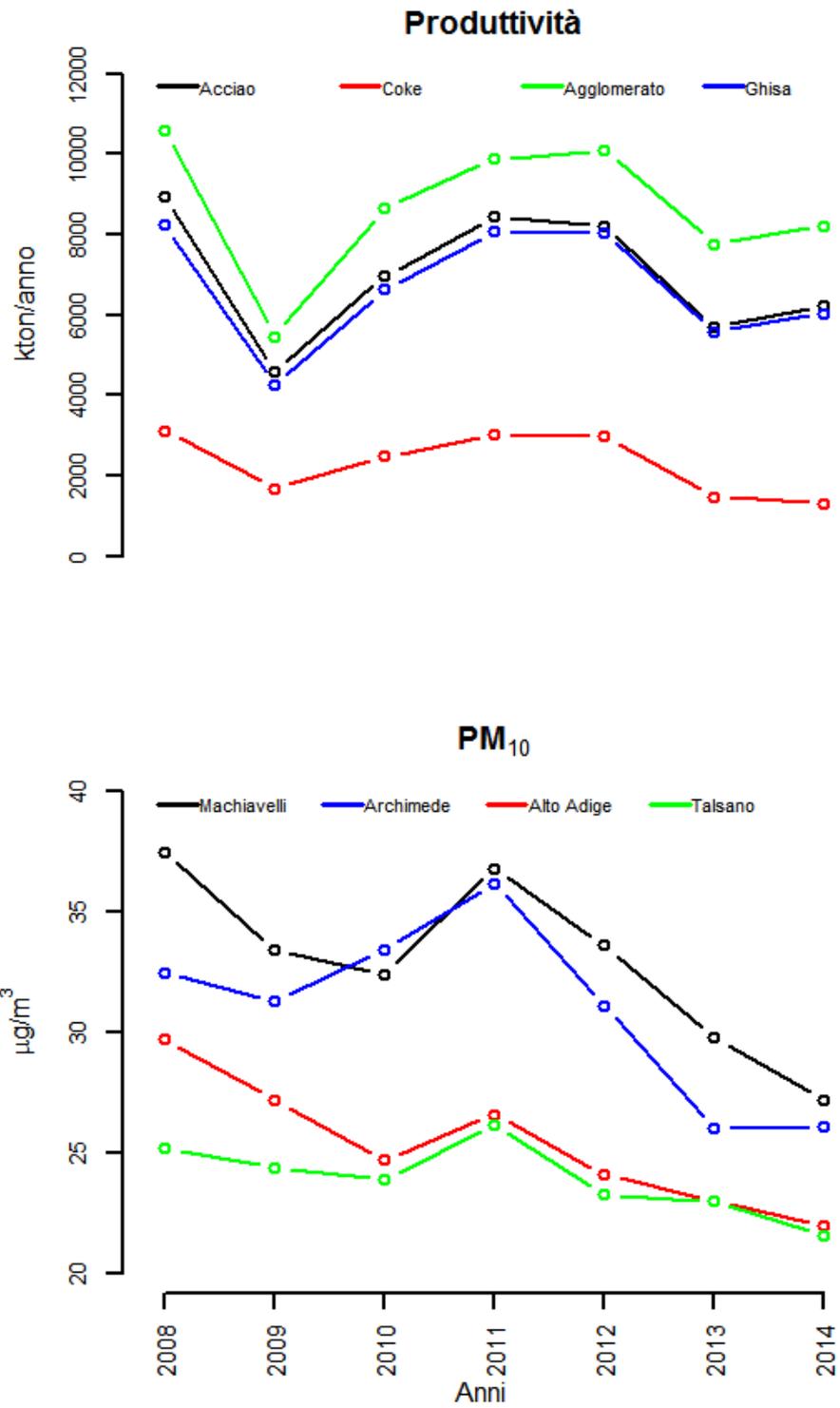


Figura 23: Produttività Ilva e concentrazioni PM₁₀ per anno.

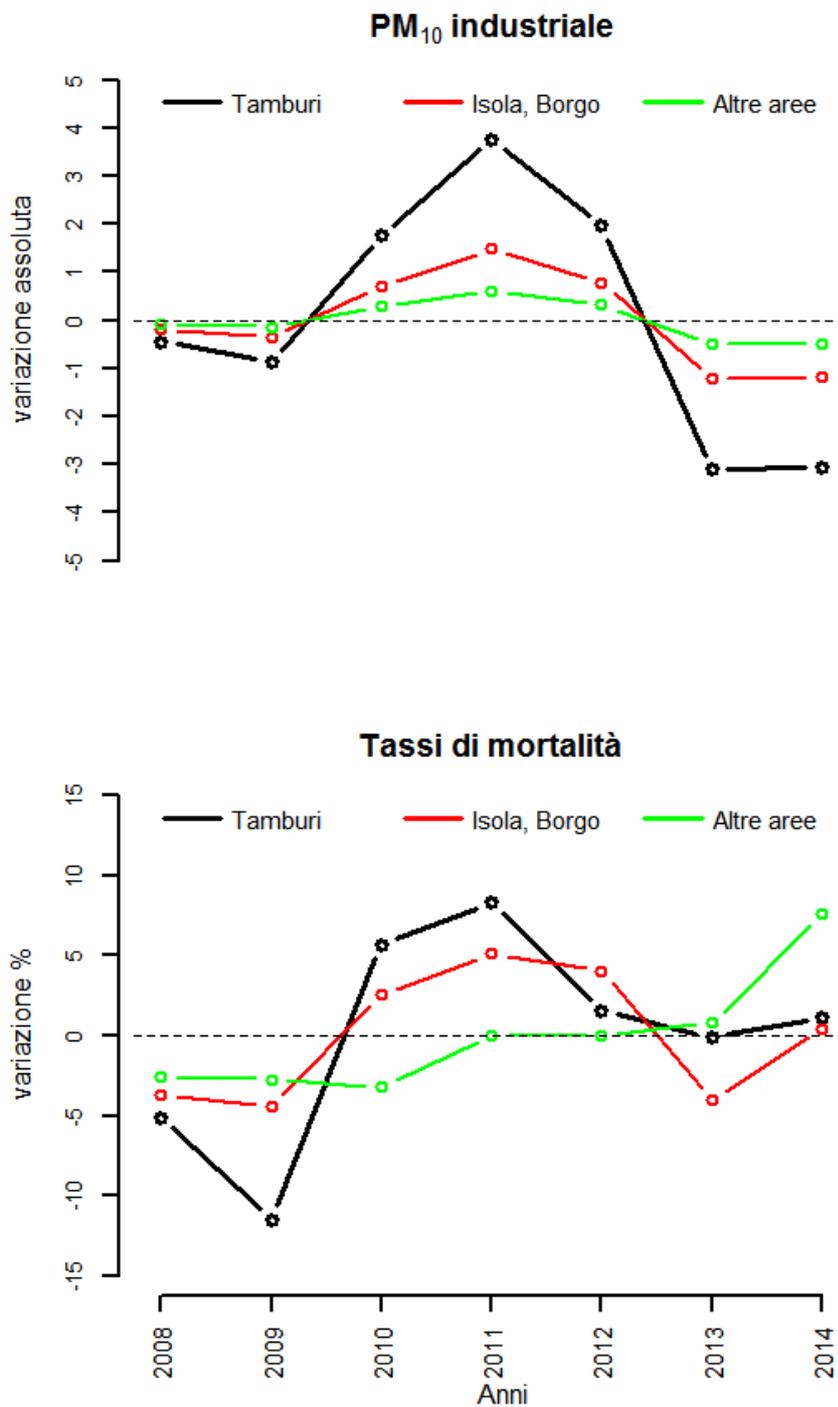


Figura 24: Variazione assoluta del PM₁₀ industriale e variazione percentuale dei tassi di mortalità (per 1,000 anni persona).

	Numero di deceduti		Anni persona	
	n.	%	n.	%
Totale	15303	100.0	1726353	100.0
Classi d'età				
0-34	116	0.8	621334	36.0
35-64	1771	11.6	737862	42.7
65-74	2427	15.9	191020	11.1
>74	10989	71.8	176138	10.2
Aree				
Isola, Borgo	2363	15.4	197931	11.5
Italia Montegranaro	2296	15.0	190803	11.1
Lama, San Vito, Carelli	675	4.4	127533	7.4
Massafra	1569	10.3	201381	11.7
Paolo VI	710	4.6	122082	7.1
Salinella	1192	7.8	160348	9.3
Solito corvisea	1391	9.1	157536	9.1
Statte	664	4.3	96152	5.6
Talsano, Aree amministrative	1129	7.4	176840	10.2
Tamburi, Lido azzurro	1152	7.5	117166	6.8
Tre carrare, Battisti	2162	14.1	178580	10.3

Tabella 14: Popolazione in studio: numero di anni persona e deceduti per cause naturali nel periodo in studio suddivisi per classe d'età e area geografica, 2008-2014.

Cause di morte (ICD- 9CM)	n.	I.R.%	I.C. 95%	
Cause naturali (001-799)	15303	1.86	-0.06	3.83
Malattie del sistema circolatorio (390-459)	5721	0.70	-2.35	3.84
Malattie cardiache (390-429)	4346	1.91	-1.55	5.50
Malattie del sistema respiratorio (460-519)	1150	8.74	1.50	16.51

Tabella 15: Numero di decessi, incremento percentuale del rischio e intervallo di confidenza al 95%, relativo a 1 µg/m³ di variazione di PM₁₀ industriale, 2008-2014.

4. Discussione e conclusione

Questo studio ha valutato gli effetti delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla mortalità/morbosità della popolazione residente nell'area di Taranto e fornisce un quadro epidemiologico aggiornato agli anni più recenti.

Lo studio fornisce i seguenti risultati:

1. La città di Taranto (e i due comuni limitrofi Statte e Massafra) presentano un quadro sociale variegato con presenza contemporanea di aree ad elevata emarginazione e povertà ed aree abbienti. A questa stratificazione sociale si associano differenze importanti di salute (e di probabilità di morte). Le classi sociali più basse hanno tassi di mortalità e di ricorso al ricovero ospedaliero più alte di circa il 20% rispetto alle classi sociali più abbienti.
2. Anche tenendo conto degli effetti della stratificazione sociale, la situazione sanitaria in termini di mortalità e ricoveri ospedalieri non è uniforme nella città. In particolare, tassi più elevati si osservano nei quartieri Paolo VI e Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro). Per questi quartieri, anche tenendo conto dei differenziali sociali, delle esposizioni ambientali e delle categorie occupazionali indagate con questo studio, i livelli complessivi di mortalità e di ricorso al ricovero sono più elevati. Gli eccessi sono sostenuti dai tumori, dalle malattie cardiovascolari e dalle malattie respiratorie.
3. Considerando l'esposizione individuale a PM_{10} ed SO_2 di origine industriale, si è osservato un aumento del rischio della mortalità per cause naturali, per cause tumorali, per malattie cardiache, per infarto acuto del miocardio e per malattie renali. Gli effetti del PM_{10} e del SO_2 sul rischio di mortalità naturale e causa-specifica aumentano all'aumentare dell'esposizione.
4. Anche i ricoveri ospedalieri sono positivamente associati con incrementi di concentrazione di PM_{10} ed SO_2 . In particolare eccessi si sono osservati per ricoveri per cause naturali, cause neurologiche, cardiache, infezioni respiratorie, malattie dell'apparato digerente e malattie renali. Gli effetti sulle patologie respiratorie sono più importanti quando si considera la popolazione dei bambini di 0-14 anni. Anche se il risultato dovrà essere verificato in indagini successive, appare rilevante la relazione tra esposizione ambientale ed esito abortivo della gravidanza.
5. L'analisi della incidenza tumorale ha messo in evidenza una relazione della esposizione ambientale con il tumore del polmone, della mammella per le donne e del rene per entrambi i sessi.

-
6. L'analisi della latenza degli effetti dell'esposizione sul rischio di mortalità per cause naturali ha dimostrato un danno sulla salute per esposizioni avvenute in un lontano passato (più di 25 anni prima dell'anno di inizio dello studio) ma anche, e soprattutto, per esposizioni molto recenti avvenute negli ultimi anni.
 7. Sono emerse delle associazioni chiare tra attività lavorativa ed eccessi di mortalità per tumore, in particolar modo tumore dello stomaco, del polmone, della pleura e del rene. Eccessi importanti del rischio di mortalità per malattie respiratorie come la BPCO si sono osservati tra i lavoratori nelle costruzioni meccaniche, mentre eccessi del rischio di mortalità per malattie renali si sono evidenziati tra gli addetti alle costruzioni navali.
 8. L'aggiustamento indiretto per i fattori di confondimento non osservati e non misurati nella coorte di Taranto (fumo di sigaretta, alcol e obesità), attraverso l'impiego di una data-set ausiliario (dati PASSI), ha permesso di apprezzare una relazione solo marginale tra questi fattori di rischio e l'esposizione ad inquinamento ambientale. Questo ha permesso di valutare la percentuale di distorsione delle stime di effetto ottenute nello studio osservazionale condotto attribuibile alla mancanza di aggiustamento nei modelli di Cox utilizzati. I risultati hanno mostrato che il mancato aggiustamento per fumo di sigaretta, assunzione di alcol e obesità congiuntamente hanno determinato una distorsione trascurabile (max 4%) delle stime di effetto per le cause di mortalità analizzate.
 9. I risultati ottenuti con l'approccio *Differences in Differences* (DID) hanno confermato una relazione causale tra le variazioni dei livelli di PM₁₀ industriale e i tassi di mortalità nel periodo 2008-2014 nei quartieri a rischio. Ad incrementi positivi di PM₁₀ industriale medio si associano infatti incrementi dei tassi di mortalità, specialmente per cause respiratorie.

Le associazioni indagate avevano ipotesi a priori molto forti dal punto di vista scientifico perché le esposizioni ambientali presenti a Taranto sono già state studiate in diversi contesti in ambito nazionale ed internazionale. Esiste un corpo di evidenze scientifiche in grado di suffragare i risultati per quanto riguarda gli effetti cardiovascolari e respiratori del PM₁₀ (e dei suoi componenti) e del SO₂ sulla popolazione generale (WHO, REVIHAPP). Questo studio testimonia anche un effetto per quanto riguarda le malattie neurologiche e renali. Queste malattie sono state messe in relazione in diversi studi con la esposizione a metalli pesanti, componenti del particolato sospeso. Mentre esiste una plausibilità degli effetti degli inquinanti per quanto riguarda il tumore polmonare (il particolato atmosferico è stato giudicato cancerogeno - Gruppo 1- dalla Agenzia Internazionale di Ricerche sul Cancro, IARC), i risultati per le altre forme tumorali devono essere confermati. Rimangono del resto da approfondire tutti gli aspetti

relativi agli effetti dell'inquinamento ambientale sulla salute riproduttiva alla luce dei risultati relativi agli esiti abortivi.

Anche gli eccessi riscontrati nel comparto siderurgico, in particolare per tumore della pleura, della vescica e dello stomaco, hanno una forte giustificazione eziologica data dalla esposizione ad amianto, a idrocarburi aromatici policiclici e alla possibile ingestione di polveri minerali. Per queste associazioni tra lavoro in siderurgia e comparsa di tumori esiste una vasta evidenza scientifica.

Un aspetto rilevante dei risultati di questo studio è relativo alla latenza dell'effetto, ovvero la distanza temporale tra esposizioni ed esiti sanitari. E' chiaro che per quanto riguarda i tumori tra gli adulti (specie i tumori solidi), l'esposizione etiologicamente rilevante è quella avvenuta 15-30 anni prima della comparsa della malattia. Nel caso dei lavoratori e della popolazione generale, dunque, le esposizioni avvenute durante gli anni 60-80 possono ritenersi responsabili dei casi di tumore del polmone, della vescica, e dello stomaco. Per le malattie cardiovascolari o respiratorie, ovvero per le malattie respiratorie nei bambini, il ragionamento è diverso e la latenza tra esposizione ed effetto è di pochi anni. L'evidenza su questo aspetto è disponibile dai dati della letteratura ed è confermata dalla analisi effettuata in questo studio che suggerisce un chiaro effetto della esposizione nell'ultimo anno o negli anni immediatamente precedenti. Del resto, l'analisi "difference in differences" mostra chiaramente una relazione temporale tra andamento dell'inquinamento negli ultimi anni e mortalità per tutte le cause naturali. Almeno una parte della mortalità associata alla esposizione ad inquinanti ambientali dunque può essere prontamente reversibile al diminuire della esposizione.

Lo studio epidemiologico ha numerosi punti di forza, che possono essere così riassunti:

1. È basato su un gran numero di individui residenti nell'area in studio;
2. Vi è stato un rigore elevato nell'arruolamento della coorte e nella caratterizzazione anagrafica;
3. Sono stati reperiti dati di buona qualità sulla storia residenziale ed è stato possibile georeferenziare con metodi automatici un grande numero di soggetti;
4. E' stata effettuata una modellizzazione delle concentrazioni ambientali utilizzando strumenti consolidati e moderni con una estrema solidità del modello meteorologico ed emissivo;

-
5. E' stato possibile, per la prima volta nell'area in studio, ricostruire storicamente l'esposizione individuale e valutarne gli effetti nel presente e nel passato;
 6. L'esposizione tempo-dipendente ha permesso di tenere conto delle variazioni della produttività ed emissioni dell'impianto ILVA per un periodo molto lungo di tempo, nelle stime degli effetti;
 7. Sono stati applicati modelli statistici avanzati e consolidati nell'analisi della sopravvivenza, che hanno permesso flessibilità nel controllo del confondimento;
 8. È stato possibile nell'analisi dei dati controllare per il fattore di confondimento relativo allo stato socio-economico e alla esposizione professionale;
 9. La disponibilità di dati della coorte PASSI ha consentito di stimare la percentuale di distorsione delle stime ed operare un aggiustamento indiretto delle stesse.
 10. E' stato possibile valutare l'andamento degli inquinanti e della mortalità nella stessa popolazione al netto dei fattori di confondimento individuali.

I punti critici dello studio possono essere considerati invece i seguenti, così riassunti:

1. Il PM_{10} e l' SO_2 di origine industriale, come stimati dai modelli di dispersione, rappresentano solo degli indicatori di esposizione e possibili traccianti delle sostanze emesse. Questi indicatori sono stati usati nell'analisi ed hanno indicato un'associazione chiara con gli eventi sanitari a priori considerati. Si conviene però che tali indicatori siano pur sempre delle stime affette da errore. La possibile misclassificazione di questo indicatore rispetto alla vera esposizione della popolazione può essere considerata non differenziale, ossia si presuppone che non ci sia differenza tra casi rispetto a non casi. In tal caso, i rischi relativi ottenuti dallo studio possono essere considerati conservativi;
2. La ricostruzione storica dell'esposizione è soggetta a scelte e metodi di interpolazione, che presuppongono delle assunzioni a priori. L'esposizione retrospettiva potrebbe dunque risultare affetta da errore nella stima, che comporterebbe comunque, per le ipotesi conservative considerate, una sottostima della stessa e quindi anche una sottostima dei rischi relativi.
3. L'approccio DID si basa su alcune assunzioni. Si è assunto che i cambiamenti nel tempo della temperatura fossero gli stessi nelle varie aree oggetto di studio, le variazioni nel tempo tra le aree del SEP sono state supposte stabili, inoltre, le concentrazioni di NO_2 sono state considerate proxy del traffico.

In conclusione, l'esposizione continuata agli inquinanti dell'atmosfera emessi dall'impianto siderurgico ha causato e causa nella popolazione fenomeni degenerativi di apparati diversi dell'organismo umano che si traducono in eventi di malattia e morte. Le metodologie adottate hanno permesso di quantificare i rischi di malattia e morbosità derivanti dalle esposizioni recenti e passate e hanno permesso di escludere il ruolo di confondimento di possibili fattori esterni. Lo stato dell'ambiente e della salute della popolazione deve essere continuamente monitorato per meglio valutare i cambiamenti temporali e garantire interventi di prevenzione e una adeguata assistenza sanitaria.

Bibliografia

1. Viviano G, Ziemacki G, Settimo G et al. Air quality assessment in an urban-industrial area: the Taranto case study. *Epidemiol Prev* 2005; 29; (5-6 Suppl); 45-9.
2. Giua R, Spartera M, Viviano G, Ziemacki G, Carbotti G. Cancer risk for coke-oven workers in the Taranto steel plant. *Epidemiol Prev* 2005; 29; (5-6 Suppl); 42-4.
3. Liberti L, Notarnicola M, Primerano R, Vitucci G. Air pollution from a large steel factory: toxic contaminants from coke-oven plants. In *Air Pollution XII*. Brebbia CA (ed) Southampton (GB), WIT Press, 2004.
4. Liberti L, Notarnicola M, Primerano R, Zannetti P. Air pollution from a large steel factory: polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from coke-oven batteries. *J Air Waste Manag Assoc* 2006; 56; 255-60.
5. Di Filippo P, Riccardi C, Incoronato F, Pomata D, Spicaglia S, Cecinato A. Inquinamento atmosferico nella città di Taranto: una realtà ad alto impatto industriale. In *Tematiche ambientali 2005 - Congresso seriale -Inquinamento atmosferico e salute*. Atti, n. 20. Udine, 5-6 Dicembre 2005.
6. Ferri GM, Gallo A, Sumerano M et al. Exposure to PAHs, urinary 1-pyrenol and DNA adducts in samples from a population living at different distances from a steel plant. *G Ital Med Lav Ergon* 2003; 25; (Suppl3); 32-4.
7. Gigante MR, Antelmi A, Iavicoli S et al. Evaluation of the role of occupational and environmental exposure to inorganic arsenic in the urinary excretion of the metal: preliminary data. *G Ital Med Lav Ergon* 2006; 28; 199-201.
8. ARPA Puglia. Relazione sui dati qualità dell'aria(2014). Technical report, ARPA Puglia, http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rete_aria_ILVA, 2014.
9. ARPA Puglia. Rapporto sulla valutazione del danno sanitario stabilimento Ilva di Taranto. Technical report, ARPA Puglia, <http://www.arpa.puglia.it/web/guest/vds>, 2013.

-
10. Iavarone I, Castellano G, Martinelli W, Lerna A, Suma G, Conversano M. Ecological and human biomonitoring in Taranto, an Italian contaminated site. ISEE 21st Annual Conference. Poster presentation. ISEE-0518. Dublin, Ireland, August 25-29, 2009.
 11. Vigotti MA, Cavone D, Bruni A, Minerba S, Conversano M. Analisi di mortalità in un sito con sorgenti localizzate: il caso di Taranto. In Comba P, Bianchi F, Iavarone I, Pirastu R (eds). Impatto sulla salute dei siti inquinati: metodi e strumenti per la ricerca e le valutazioni. Rapporti ISTISAN (07/50). Roma, Istituto Superiore di Sanità, 2007.
 12. Marinaccio A, Belli S, Binazzi A et al. Residential proximity to industrial sites in the area of Taranto (Southern Italy). A case-control cancer incidence study. *Ann Ist Super Sanita* 2011; 47; 192-199.
 13. Biggeri A, Bellini P, Terracini B. Meta-analysis of the Italian studies on short-term effects of air pollution--MISA 1996-2002. *Epidemiol Prev* 2004; 28; (4-5 Suppl); 4-100.
 14. Martuzzi M., Mitis F., Iavarone I. Serinelli M. Health impact of PM₁₀ and ozone in 13 Italian cities. World Health Organization - Regional Office for Europe. Copenhagen 2006 (E88700). (www.euro.who.int/document/e88700.pdf, ultima consultazione 1 agosto 2011).
 15. Berti G, Galassi C, Faustini A, Forastiere F. EPIAIR Project. Air pollution and health: epidemiological surveillance and prevention. *Epidemiol Prev* 2009; 33; (Suppl 1); 1-143.
 16. Graziano G, Bilancia M, Bisceglia L, de Nichilo G, Pollice A, Assennato G. Statistical analysis of the incidence of some cancers in the province of Taranto 1999-2001. *Epidemiol Prev* 2009; 33; 37-44.
 17. Martinelli D, Mincuzzi A, Minerba S et al. Malignant cancer mortality in Province of Taranto (Italy). Geographic analysis in an area of high environmental risk. *J Prev Med Hyg.* 2009; 50; 181-90.
 18. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P, SENTIERI Working Group. SENTIERI Project. Mortality study of residents in Italian polluted sites: evaluation of the epidemiological evidence. *Epidemiol Prev* 2010;34; (5-6 Suppl 3); 1-96.
 19. Perizia chimica della Procura di Taranto (2012) available on Environment Ministry site <http://aia.minambiente.it/DomandeAIADocumenti.aspx?id=333>.

-
20. Perizia Epidemiologica (2012) available on Environment Ministry site <http://aia.minambiente.it/DomandeAIADocumenti.aspx?id=333>.
21. Gariazzo C. Analisi modellistica dell'inquinamento atmosferico di origine industriale e antropica nell'area di Taranto. Texmat Editore, Roma, 2006.
22. Gariazzo C, Papaleo V, Pelliccioni A, Calori G, Radice P and Tinarelli G. Application of a Lagrangian particle model to assess the impact of harbour, industrial and urban activities on air quality in the Taranto area, Italy. *Atmospheric Environment*, 41:6432–44, 2007.
23. Mataloni F, Stafoggia M, Alessandrini E, Triassi M, Biggeri A, Forastiere F. Studio di coorte sulla mortalita` e morbosita` nell'area di Taranto (in Italian). *Epidemiol Prev* 2012; 36(5):237–252
24. Mangia C, Gianicolo EA, Bruni A, Vigotti MA, Cervino M. Spatial variability of air pollutants in the city of Taranto, Italy and its potential impact on exposure assessment. *Environ Monit Assess*; 2013;185(2):1719–1735
25. Vigotti MA, Mataloni F, Bruni A, Minniti C, Gianicolo EA. Mortality analysis by neighbourhood in a city with high levels of industrial air pollution. *Int J Public Health*; 2014 Aug;59(4):645-53.
26. Tinarelli G., Anfossi D., Bider M., Ferrero E., Trini Castelli S., 1999, A new high performance version of the Lagrangian particle dispersion model SPRAY, some case studies, *Air Pollution Modelling and its Applications XIII*, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, New York, 499-507.
27. Giua R, Morabito A, Tanzarella A, Spagnolo S, Pastore T, Bevere M, Valentini E, La Ghezza V. Application of a Lagrangian particle model to the source apportionment for primary macropollutants in Taranto area (South Italy). *Int J.Environment and Pollution* 2014; 55 (Nos 1/2/3/4): 31-40.
28. Zanini G. Il Sistema MINNI, modello integrato nazionale per la valutazione degli effetti dell'inquinamento atmosferico e dell'efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici. *Epidemiologia e prevenzione* 2009 Nov-Dic Suppl 1; anno 33(6), PMID 20418584.

-
29. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009. Technical report No 9/2009.
 30. E.P.A., 2006, AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.5, Industrial wind erosion.
 31. E.P.A. Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors.
 32. E.P.A. Method 303: Determination of visible emissions from by-product coke oven batteries.
 33. Decisione 2012/135/UE del 28 febbraio 2012 "Conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per la produzione di ferro e acciaio ai sensi della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle emissioni industriali.
 34. Schneeweiss S. Sensitivity analysis and external adjustment for unmeasured confounders in epidemiologic database studies of therapeutics. *Pharmacoepidemiology and drug safety* 2006; 15: 291–303.
 35. Il portale dell'epidemiologia per la sanità pubblica a cura del Centro nazionale di epidemiologia, sorveglianza e promozione della salute dell'Istituto superiore di sanità- La sorveglianza PASSI. <http://www.epicentro.iss.it/passi/>
 36. Taghizadeh N, Vonk JM, Boezen HM. Lifetime Smoking History and Cause-Specific Mortality in a Cohort Study with 43 Years of Follow-Up. *PLoS One*. 2016 Apr 7;11(4):e0153310. doi: 10.1371/journal.pone.0153310. eCollection 2016.
 37. Bagnardi V, Rota M, Botteri E et al. Alcohol consumption and site-specific cancer risk: a comprehensive dose-response meta-analysis. *Br J Cancer*. 2015 Feb 3;112(3):580-93.
 38. Ronksley PE, Brien SE, Turner BJ, Mukamal KJ, Ghali WA. Association of alcohol consumption with selected cardiovascular disease outcomes: a systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2011 Feb 22;342:d671
 39. McGee DL, Diverse Populations Collaboration. Body mass index and mortality: a meta-analysis based on person-level data from twenty-six observational studies. *Ann Epidemiol*. 2005 Feb;15(2):87-97.

-
40. Taghizadeh N, Boezen HM, Schouten JP et al. BMI and lifetime changes in BMI and cancer mortality risk. *PLoS One*. 2015 Apr 16;10(4)
41. Kenneth J. Rothman. *Epidemiology: An Introduction*. OUP USA, 2012.
42. Charles C. Branas, Rose A. Cheney, John M. MacDonald, Vicky W. Tam, Tara D. Jackson, and Thomas R. Ten Have. A difference-in-differences analysis of health, safety, and greening vacant urban space. *American Journal of Epidemiology*, 2011.
43. Sebastian Galiani, Paul Gertler, and Ernesto Schargrotsky. Water for life: The impact of the privatization of water services on child mortality. *Journal of Political Economy*, 2005.
44. Wang Y, Kloog I, Coull BA, Kosheleva A, Zanobetti A, Schwartz JD. Estimating Causal Effects of Long-Term PM_{2.5} Exposure on Mortality in New Jersey. *Environ Health Perspect*; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1409671>
45. David Card and Alan B. Krueger. Minimum wages and employment: A case study of the fast-food industry in New Jersey and Pennsylvania. *The American Economic Review*, 84(4):772–793, 1994.

APPENDICE A- Codici cause di decesso, ricovero e codici per sede del tumore

Causa di decesso (ICD-9CM)	Diagnosi di ricovero (ICD-9 CM)
Mortalità naturale (001-799)	Malattie infettive e parassitarie (001-1399)
Tumori maligni (140-208)	Malattie neurologiche (330-349)
Laringe (161)	Morbo di Parkinson (332)
Trachea, bronchi e polmoni (162)	Sclerosi multipla (340)
Connettivo e tessuti molli (171)	Malattie cardiovascolari (390-459)
Vescica (188)	Malattie cardiache (390-429)
Rene (189)	Eventi coronarici acuti (410-411)
Encefalo ed altri tumori del SNC (191-192, 225)	Scompenso cardiaco (428)
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	Malattie cerebro-vascolari (430-438)
Malattie neurologiche (330-349)	Malattie apparato respiratorio (460-519)
Malattie cardiovascolari (390-459)	Infezioni delle vie respiratorie (460-466, 480-487)
Malattie cardiache (390-429)	BPCO (490-492, 494, 496)
Eventi coronarici acuti (410-411)	Asma (493)
Malattie cerebro-vascolari (430-438)	Malattie dell'apparato digerente (520-579)
Malattie apparato respiratorio (460-519)	Malattie renali (580-599)
Infezioni delle vie respiratorie (460-466, 480-487)	Endometriosi (617)
BPCO (490-492, 494, 496)	Gravidanza con esito abortivo (630-634)
Malattie renali (580-599)	

Sede del tumore (ICDO3T-ICDO3M)

Tutti i tumori (ICDO3T C00-C809)	Mammella (ICDO3T C50)
VADS (ICDO3T C00-C14)	Prostata (ICDO3T C61)
Esofago (ICDO3T C15)	Testicolo (ICDO3T C62)
Stomaco (ICDO3T C16)	Rene (ICDO3T C64)
Colon-retto (ICDO3T C18-C21)	Pelvi e vie urinarie (ICDO3T C65-C66, C68)
Fegato (ICDO3T C22)	Vescica (ICDO3T C67)
Colecisti e vie biliari (ICDO3T C23-C24)	Sistema nervoso centrale (ICDO3T C69-C72)
Pancreas (ICDO3T C25)	Tiroide (ICDO3T C73-C75)
Laringe (ICDO3T C32)	Mesotelioma (ICDO3M 9050-9055)
Polmoni (ICDO3T C33-C34)	Sarcoma di Kaposi (ICDO3M 9140)
Pleura (ICDO3T C384)	Linfoma di Hodgkin (ICDO3M 9650-9667)
Osso (ICDO3T C40-C41)	Linfoma non-Hodgkin (ICDO3M 9590-9596)
Cute (ICDO3T C44)	Mieloma (ICDO3M 9732)
Tessuti (ICDO3T C49)	Leucemie (ICDO3T 9421, ICDO3M 9800-9948)

APPENDICE B- Metodi di calcolo dell'Indice di Deprivazione - SINTESI (da Nicola Caranci)

Il patrimonio informativo messo a disposizione dall'Istat¹ è costituito dai dati derivanti dal questionario del *Censimento della popolazione e delle abitazioni (ISTAT 2001)*, composti da frequenze assolute per *sezione*, su:

- popolazione (struttura demografica, condizione professionale, spostamenti quotidiani)
- abitazioni ed edifici
- famiglie (tipologia, ampiezza, condizione professionale del capo-famiglia)
- stranieri (provenienza).

Il file contiene 280 variabili che sintetizzano le caratteristiche contenute nelle 4 ambiti elencati. I dati sono relativi all'intera popolazione italiana residente e censita, composta di 56.995.744 suddivisa in 352.205 sezioni di censimento, di cui si possono ricavare molteplici *indicatori*.

Gli *indicatori* selezionati per comporre l'*indice* sintetico sono:

x1: % di popolazione con istruzione pari o inferiore alla licenza elementare (mancato raggiungimento obbligo scolastico)

x2: % di popolazione attiva disoccupata o in cerca di prima occupazione

x3: % di abitazioni occupate in affitto

x4: % di famiglie monogenitoriali con figli dipendenti conviventi

x5: densità abitativa (numero di occupanti per 100m²).

L'*indice* è una variabile continua e rappresenta lo scarto rispetto alla media nazionale di caratteristiche di deprivazione:

$$ID = \sum_{i=1}^5 z_i \qquad z_{i=} = \frac{x_i - \mu_{x_i}}{s_{x_i}}$$

L'*indice*² è classificato in modo da diventare una variabile ordinale con 5 categorie. La scomposizione in classi si basa sui quintili di popolazione per tutta l'Italia (l'etichetta "molto ricco" identifica così il 20% di popolazione con i valori dell'indice più bassi). Il criterio adottato consente di ricavare una variabile poco influenzata nella sua definizione dalle unità statistiche che contengono pochi residenti. Si ottiene una ponderazione che traduce l'importanza di una *sezione* in base agli abitanti che la compongono.

Per applicazioni su contesti locali, quindi, si possono costruire le appropriate categorie di deprivazione in base allo stesso criterio applicato all'area considerata. In tal caso, si rende

opportuno l'uso di una standardizzazione differente: con media e deviazione standard specifiche del contesto in esame, e non dell'intero paese.

L'indice è ricalcolato a livello provinciale, con una ricalibrazione nelle 2 fasi citate in precedenza:

1. standardizzazione con media e deviazione standard provinciali
2. suddivisione in quintili relativi alla popolazione della provincia.

Riferimenti bibliografici

1. Dati acquisiti all'interno del progetto ex art. 12: "valorizzazione dei dati del censimento 2001 per il monitoraggio e l'analisi delle diseguaglianze sociali nella salute in Italia".

2. Caranci N., Biggeri A., Grisotto L., Pacelli B., Spadea T., Costa G. L'indice di deprivazione italiano a livello di sezione di censimento: definizione, descrizione e associazione con la mortalità. *Epidemiologia e prevenzione*, 34, 4, 167-176.

APPENDICE C- Aggregazione dei quartieri

Le sezioni di censimento sono state utilizzate anche per suddividere il comune di Taranto in 9 "quartieri". Ogni quartiere è composto da uno o più rioni di seguito indicato:

- Borgo (sezioni di censimento 279-400);
- Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro (sezioni di censimento 1-221, 983,1483, 1511, 1546, 1547, 1548);
- Italia Montegranaro (sezioni di censimento 401-492);
- San Vito, Lama, Carelli (sezioni di censimento 886-921, 922, 923, 954, 957, 1553);
- Paolo VI (sezioni di censimento 222-278, 1522, 1527, 1528, 1529, 1533);
- Salinella (sezioni di censimento 705-801, 955, 956);
- Solito Corvisea (sezioni di censimento 617-704, 952, 1512, 1514, 1523, 1524, 1526);
- Talsano e Isole amministrative (sezioni di censimento 802-885, 925, 936, 953, 1108, 1516, 1518, 1519, 1532, 1535, 1539, 924, 926-932, 934, 935, 937, 940-950);
- Tre Carrare, Battisti (sezioni di censimento 493-616).

APPENDICE D- Risultati aggiuntivi

Causa di decesso	Maschi*			Femmine**		
	HR*	95% IC		HR*	95% IC	
Cause naturali	1.04	1.02	1.07	1.03	1.01	1.06
Tumori maligni	1.05	1.00	1.09	1.00	0.95	1.05
Laringe	0.98	0.73	1.32	1.05	0.37	2.92
Trachea, bronchi e polmoni	1.07	1.00	1.14	0.97	0.81	1.17
Connettivo e tessuti molli	1.54	1.12	2.12	0.46	0.17	1.26
Vescica	1.04	0.89	1.20	1.01	0.73	1.40
Rene	0.99	0.68	1.43	0.88	0.50	1.56
Encefalo ed altri tumori del SNC	1.13	0.91	1.40	0.88	0.67	1.17
Tessuto linfatico ed ematopoietico	1.06	0.91	1.22	0.89	0.75	1.06
Malattie neurologiche	0.96	0.81	1.13	1.11	0.98	1.26
Malattie cardiovascolari	1.03	0.98	1.07	1.02	0.98	1.06
Malattie cardiache	1.03	0.98	1.08	1.07	1.03	1.11
Eventi coronarici acuti	1.08	0.97	1.20	1.12	1.00	1.25
Malattie cerebro-vascolari	0.97	0.88	1.06	0.86	0.79	0.94
Malattie apparato respiratorio	1.01	0.93	1.08	1.05	0.96	1.14
Infezioni delle vie respiratorie	0.89	0.75	1.07	0.91	0.77	1.06
BPCO	1.00	0.92	1.09	1.08	0.95	1.22
Malattie renali	1.11	0.95	1.29	1.15	1.01	1.31

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi), età (asse temporale), stato socioeconomico, impiego in siderurgia, costruzioni meccaniche e navali

**Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi), età (asse temporale), stato socioeconomico

Tabella 1: Associazione tra esposizione a PM₁₀ industriale e mortalità causa-specifica per sesso. Rischio relativo (HR) per incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀. Popolazione Maschi e femmine, 1998-2013.

Causa di decesso	Maschi*			Femmine**		
	HR*	95% IC		HR*	95% IC	
Cause naturali	1.13	1.08	1.19	1.04	0.99	1.09
Tumori maligni	1.10	1.02	1.19	1.05	0.95	1.15
Laringe	1.05	0.59	1.88	0.52	0.06	4.64
Trachea, bronchi e polmoni	1.18	1.02	1.36	1.15	0.83	1.60
Connettivo e tessuti molli	3.51	1.23	10.02	0.34	0.11	1.07
Vescica	1.00	0.74	1.36	0.86	0.44	1.67
Rene	0.89	0.44	1.83	0.69	0.26	1.79
Encefalo ed altri tumori del SNC	1.44	0.92	2.26	1.05	0.66	1.67
Tessuto linfatico ed ematopoietico	1.17	0.88	1.56	0.91	0.68	1.23
Malattie neurologiche	1.00	0.74	1.35	1.10	0.84	1.44
Malattie cardiovascolari	1.13	1.04	1.23	0.98	0.91	1.05
Malattie cardiache	1.12	1.01	1.23	1.10	1.01	1.20
Eventi coronarici acuti	1.31	1.06	1.62	1.27	0.99	1.63
Malattie cerebro-vascolari	1.03	0.86	1.23	0.68	0.59	0.79
Malattie apparato respiratorio	0.98	0.84	1.13	1.08	0.91	1.29
Infezioni delle vie respiratorie	0.83	0.61	1.14	0.85	0.65	1.12
BPCO	0.98	0.82	1.18	1.17	0.91	1.50
Malattie renali	1.19	0.85	1.66	1.14	0.85	1.54

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) , età (asse temporale), stato socioeconomico, impiego in siderurgia, costruzioni meccaniche e navali

**Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) , età (asse temporale), stato socioeconomico

Tabella 2: Associazione tra esposizione a SO₂ industriale e mortalità causa-specifica per sesso. Rischio relativo (HR) per incrementi di 10 µg/m³ di SO₂. Popolazione Maschi e femmine, 1998-2013.

Diagnosi	Maschi*			Femmine**		
	HR*	95% IC		HR*	95% IC	
Malattie infettive e parassitarie	1.18	1.02	1.36	1.00	0.84	1.19
Malattie neurologiche	1.08	1.03	1.13	1.01	0.97	1.06
Morbo di Parkinson	0.96	0.74	1.24	0.91	0.68	1.20
Sclerosi multipla	0.85	0.60	1.21	1.10	0.89	1.36
Malattie cardiovascolari	1.04	1.02	1.06	1.03	1.01	1.05
Malattie cardiache	1.05	1.03	1.08	1.06	1.03	1.08
Eventi coronarici acuti	1.00	0.95	1.05	1.07	1.01	1.14
Scompenso cardiaco	1.03	0.98	1.08	1.02	0.97	1.07
Malattie cerebro-vascolari	1.02	0.98	1.07	0.99	0.96	1.03
Malattie apparato respiratorio	1.07	1.05	1.09	1.06	1.03	1.08
Infezioni delle vie respiratorie	1.12	1.09	1.16	1.09	1.05	1.12
BPCO	1.02	0.98	1.07	1.04	0.98	1.10
Asma	0.93	0.80	1.08	1.04	0.92	1.19
Malattie dell'apparato digerente	1.04	1.03	1.06	1.04	1.02	1.06
Malattie renali	1.06	1.02	1.10	1.10	1.06	1.14
Endometriosi				0.99	0.88	1.12
Gravidanza con esito abortivo				1.02	0.98	1.07
<i>Popolazione 0-14 anni**</i>						
Malattie respiratorie	1.12	1.08	1.16	1.10	1.06	1.15
Infezioni delle vie respiratorie	1.16	1.11	1.20	1.14	1.09	1.19
Asma	0.83	0.62	1.10	0.65	0.41	1.04

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e sesso, aggiustato per età (asse temporale), stato socioeconomico, impiego in siderurgia, costruzioni meccaniche e navali

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

Tabella 3: Associazione tra esposizione a PM₁₀ industriale e ricoveri causa-specifici per sesso. Rischio relativo (HR) per incrementi di 10 µg/m³ di PM₁₀. Popolazione Maschi e Femmine, 1998-2014.

Diagnosi	Maschi*			Femmine**		
	HR*	95% IC		HR*	95% IC	
Malattie infettive e parassitarie	1.61	1.15	2.26	0.98	0.69	1.40
Malattie neurologiche	1.32	1.20	1.45	1.12	1.02	1.23
Morbo di Parkinson	0.92	0.58	1.45	0.89	0.53	1.50
Sclerosi multipla	0.98	0.56	1.71	1.38	0.91	2.10
Malattie cardiovascolari	1.12	1.08	1.16	1.01	0.97	1.05
Malattie cardiache	1.14	1.09	1.19	1.07	1.02	1.12
Eventi coronarici acuti	1.13	1.03	1.24	1.16	1.02	1.33
Scompenso cardiaco	1.14	1.03	1.27	1.12	1.02	1.23
Malattie cerebro-vascolari	1.00	0.92	1.08	0.86	0.80	0.93
Malattie apparato respiratorio	1.16	1.11	1.21	1.15	1.09	1.21
Infezioni delle vie respiratorie	1.40	1.32	1.50	1.28	1.19	1.38
BPCO	0.91	0.83	0.99	1.02	0.91	1.14
Asma	0.79	0.59	1.05	1.13	0.86	1.47
Malattie dell'apparato digerente	1.09	1.06	1.13	1.07	1.03	1.11
Malattie renali	1.09	1.01	1.18	1.10	1.02	1.18
Endometriosi				1.10	0.87	1.38
Gravidanza con esito abortivo				1.16	1.06	1.27
<i>Popolazione 0-14 anni**</i>						
Malattie respiratorie	1.36	1.26	1.47	1.30	1.19	1.41
Infezioni delle vie respiratorie	1.51	1.38	1.65	1.47	1.33	1.62
Asma	0.59	0.36	0.95	0.50	0.26	0.97

*Hazard Ratio (HR) da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e sesso, aggiustato per età (asse temporale), stato socioeconomico, impiego in siderurgia, costruzioni meccaniche e navali

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

Tabella 4: Associazione tra esposizione a SO₂ industriale e ricoveri causa-specifici per sesso. Rischio relativo (HR) per incrementi di 10 µg/m³ di SO₂. Popolazione Maschi e Femmine, 1998-2014.

APPENDICE E - Guida alla lettura delle tabelle

Calcolo dell'Hazard Ratio (HR) e sua interpretazione

L'associazione tra gli indicatori di esposizione e la mortalità causa specifica della coorte è stata valutata mediante il modello di sopravvivenza di Cox. Questo modello semiparametrico è basato sull'assunto che il rapporto tra i rischi sia costante nel tempo, senza specificare il rischio al baseline. Il Rischio Relativo (RR), stimato dal modello di Cox che nello specifico prende il nome di Hazard Ratio (HR), è calcolato come rapporto tra due rischi di morire (o contrarre la malattia) ed esprime l'eccesso (o il difetto) di rischio del gruppo posto al numeratore rispetto al gruppo posto al denominatore. Per esempio, se l'HR di mortalità del gruppo A rispetto al gruppo B (riferimento) risulta pari a 1.58, si può concludere che i soggetti del gruppo A hanno un rischio di morte del 58% superiore a quello del gruppo B. Viceversa, se per il gruppo C l'HR di mortalità è pari a 0.25, i soggetti di questo gruppo hanno un rischio di morte quattro volte più piccolo di quello osservato tra i soggetti di riferimento.

A questi rischi sono associati gli intervalli di confidenza (IC), che rappresentano gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo di valori all'interno del quale è probabile che ricada il vero valore del HR (la probabilità è stabilita a priori, in questo caso è il 95%). L'ampiezza dell'intervallo dà una misura della precisione statistica della stima (tanto più è ampio l'intervallo, tanto più la stima è imprecisa) ed è influenzato dalle dimensioni della popolazione in studio e dalla frequenza della malattia (tanto più piccolo è il numero di eventi, tanto più imprecisa è la stima del HR e dunque tanto più ampio è l'intervallo di confidenza).

L'intervallo di confidenza fornisce l'informazione sulla variabilità casuale dell'associazione osservata: per intervalli stimati a 95%, la probabilità che l'associazione osservata sia nella popolazione diversa per effetto del caso è minore o uguale a 5%. La stima puntuale del HR rappresenta la miglior approssimazione dell'associazione nella popolazione studiata, tuttavia tutti i valori di HR compresi negli intervalli di confidenza stimati con questa metodologia sono ugualmente probabili.

Limiti di Confidenza

I limiti di confidenza indicano gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo di valori all'interno del quale è probabile che ricada il valore vero del rischio relativo (la probabilità è stabilita a priori, in questo caso è il 95%). L'ampiezza dell'intervallo dà una misura della precisione statistica della stima (tanto più è ampio l'intervallo, tanto più la stima è imprecisa) ed è influenzato dalle dimensioni della popolazione in studio e dalla rarità della malattia (tanto

più piccolo è il numero di eventi, tanto più imprecisa è la stima del RR e dunque tanto più ampio è l'intervallo di confidenza). L'intervallo di confidenza fornisce l'informazione sulla probabilità che l'associazione osservata sia statisticamente significativa (vedi dopo p-value): se entrambi gli estremi dell'intervallo sono al di sopra (o al di sotto) del valore nullo (in questo caso $RR=1.0$), significa che con una probabilità del 95% l'RR stimato indica un eccesso (o un difetto) di mortalità.

La significatività statistica

Il valore di p rappresenta la probabilità che il rischio relativo osservato differisca da 1 (ipotesi nulla) solo per effetto del caso. Un valore di p prossimo all'unità indica, ad esempio, che un RR di mortalità non è diverso da 1; in altri termini le mortalità nei due gruppi posti a confronto non sono, dal punto di vista statistico, significativamente diverse. Un valore di p basso, al contrario, indica che la differenza osservata tra i due gruppi non è imputabile esclusivamente all'effetto del caso. In particolare, valori di p minori o uguali a 0.05 (per convenzione) indicano che le mortalità nei due gruppi sono, dal punto di vista statistico, significativamente diverse.

Misura dell'effetto "aggiustato" in presenza di confondimento

Negli studi osservazionali la valutazione epidemiologica deve tenere conto delle possibili disomogeneità tra esposti e non esposti per diverse caratteristiche quali età, genere, stato socioeconomico, etc. che a loro volta sono associate al rischio di malattia. Questi fattori possono agire come confondenti dell'associazione tra esposizione ed esito, ed è pertanto necessario effettuare un aggiustamento attraverso l'utilizzo di metodi multivariati. Questi metodi permettono di studiare le differenze tra esposti e non esposti (esprese in termini di RR), "al netto" del possibile effetto confondente della disomogenea distribuzione delle caratteristiche date.