

Valutazione del Danno Sanitario

Stabilimento ILVA di Taranto

ai sensi della LR 21/2012

Scenari emissivi pre-AIA (anno 2010)

e post-AIA (anno 2016)

Indice

Presentazione del Direttore Generale	I-II
1. Premessa	3
2. Analisi emissiva del contesto di riferimento	5
3. Stato della qualità dell'aria nel contesto di riferimento	10
4. VDS – ILVA Taranto: procedure di risk assessment sito-specifiche	14
4.1 Base concettuale	14
4.2 Identificazione dei pericoli	14
4.3 Valutazione dell'esposizione	15
5. Emissioni dello stabilimento ILVA	16
5.1 Situazione emissiva PRE-AIA (situazione 2010)	16
5.2 Scenario emissivo POST-AIA (scenario 2016)	18
6. Modellistica	19
6.1 Introduzione: metodo e incertezza legata alla modellizzazione	19
6.2 Dominio di simulazione	20
6.3 Meteorologia	22
6.3.1 Analisi meteo-climatica dell'area di studio	22
6.3.2 Dataset MINNI 2007 e confronto con il dato osservato	25
6.3.3 Valutazione comparativa degli effetti sulla qualità dell'aria al variare del dataset meteorologico	28
6.4 Emissioni	29
6.4.1 Sorgenti simulate	29
6.4.2 Algoritmo per la stima delle emissioni dai parchi minerali	33
6.5 Sistema modellistico	33
6.5.1 Modello meteorologico diagnostico e micro meteorologico	34
6.5.2 Pre-processore delle emissioni	35
6.5.3 Modello di dispersione	35
6.6 Risultati delle simulazioni	36
7. Stima del rischio sanitario	50
7.1 Stima del rischio cancerogeno per via inalatoria	50
7.1.1 Scelta delle Unit Risk e degli Slope Factor e valutazione dose-risposta	50
7.1.2 Caratterizzazione del rischio cancerogeno per esposizione inalatoria	52
7.1.3 Proporzione del rischio cancerogeno totale attribuibile ai diversi inquinanti	58
7.2 Stima del rischio non cancerogeno per via inalatoria	59
8. Valutazione dell'incertezza	60
8.1 Incertezza nella stima delle emissioni	60
8.2 Incertezza nelle simulazioni modellistiche	61
8.3 Incertezza nei coefficienti di tossicità	62
9. Considerazioni finali	63
10. Bibliografia	64
11. Valutazione epidemiologica di area	67
11.1 Introduzione	67
11.2 Background	67
11.3 Progetto SENTIERI – Area del SIN di Taranto	69
11.4 Studio di coorte sulla mortalità e morbosità nell'area di Taranto	81
12. Conclusioni	97



PRESENTAZIONE DEL DIRETTORE GENERALE

Questo rapporto è il primo documento elaborato da Arpa Puglia, nell'ambito della Valutazione del Danno Sanitario (VDS) prevista dalla legge della Regione Puglia n.21 del 24 luglio 2012. Il relativo regolamento applicativo, approvato dalla Giunta regionale il 3 ottobre 2012, definisce le varie attività da svolgere, a carico di Arpa Puglia, ASL territorialmente competente e Agenzia regionale per i Servizi Sanitari (ARes Puglia). Più specificamente, il regolamento attribuisce ad ARPA Puglia il compito di effettuare l'analisi del rischio sanitario attribuibile alle emissioni dell'impianto, nella fattispecie il complesso siderurgico ILVA di Taranto.

Presentando il rapporto, frutto dell'intenso impegno professionale di un folto e diversificato gruppo di tecnici dell'Agenzia, mi preme enfatizzare alcuni principi fondamentali che sono alla base della funzione svolta.

Soltanto con l'Autorizzazione Integrata Ambientale del 26 ottobre 2012 (cosiddetta AIA Clini) è stata prevista per la Regione Puglia la possibilità di richiedere un eventuale riesame del procedimento sulla base dei risultati della VDS prevista dalla citata legge regionale n.21/2012.

Nell'opinione di chi scrive, era stata proprio l'assenza di valutazioni di tipo sanitario (sia all'interno dell'AIA, sia come valutazione del rischio sanitario residuo post-autorizzazione) a rendere necessario l'intervento della Magistratura penale, che, dotandosi di un robusto supporto peritale, aveva accertato nella sede propria dell'incidente probatorio l'attualità di un danno sanitario prodotto dalle emissioni in atmosfera di ILVA.

Il presente rapporto non soltanto rispetta le indicazioni della legge regionale ma, soprattutto, compensa il vuoto informativo dovuto alla rigidità dell'approccio fondato sulla discutibile convinzione per la quale i limiti ambientali (sia quelli emissivi degli impianti industriali, sia gli indicatori di qualità dell'aria urbana) siano di per sé intrinsecamente idonei a tutelare la salute della popolazione residente nell'area urbana adiacente agli impianti industriali.

Il rapporto chiarisce in modo graficamente molto chiaro che i miglioramenti delle prestazioni ambientali che saranno conseguiti con la completa attuazione della nuova AIA (prevista per il 2016) comportano un dimezzamento del rischio cancerogeno nella popolazione residente intorno all'area industriale; nel contempo evidenzia pure come in ogni caso residui un rischio sanitario in eccesso rispetto a quello previsto ad es. dall'US-EPA: una situazione che potrebbe dar luogo ad un'ulteriore fase di gestione del rischio, ad es. correggendo la massima capacità produttiva dell'impianto, riducendo così le emissioni massiche annue.

Occorre ancora una volta chiarire che i rischi cancerogeni stimati non sono indicatori di "outcome" (esito) sanitario, non sono evidentemente fondati su dati epidemiologici, ma sono un mero strumento attraverso il quale si può realizzare una policy pienamente preventiva.

Nel dettaglio: se si è in grado di prevedere che i cittadini esposti alle emissioni industriali a partire da oggi per 70 anni alle concentrazioni prodotte oggi dall'impianto hanno un rischio cancerogeno superiore a

quello “accettabile”, si interviene ora per evitare che si possa realizzare lo scenario previsto, attraverso una riduzione delle emissioni che sia efficace nel ridurre il rischio al di sotto di una determinata soglia.

Si tratta quindi di una procedura finalizzata all’assunzione di decisioni volte a tutelare la salute delle popolazioni, incorporando i principi di precauzione e di prudenza scientifica. Quanto alla soglia, si consideri che l’US-EPA nella valutazione del rischio cumulativo (da tutte le sorgenti, industriali e non, per tutte le vie di assorbimento) ipotizza un valore “de minimis” pari a 10^{-6} , con interventi discrezionali nel range 10^{-4} e 10^{-6} , e un intervento pianificato in caso di rischio superiore a 10^{-4} .

Occorre tener presente che gli eccessi di rischio a quest’ordine di grandezza sono talmente bassi da non poter essere pianificati nel disegno degli studi epidemiologici di tipo analitico.

La procedura specificamente seguita nel rapporto segue le modalità previste dall’US-EPA nella stima del rischio sanitario residuo post-autorizzativo. Uno degli autori del rapporto sulle cokerie del 2003 (che portò ad un abbassamento normativo dei limiti emissivi nel 2005) Ted Palma (Research Triangle Park, North Carolina), da me contattato, ci ha fornito preziosi suggerimenti operativi per la nostra VDS.

Si tratta di una procedura complessa, che segue i principi generali formulati 30 anni fa dalla National Academy of Sciences americana pubblicati in un documento noto come “Red Book”.

Al termine della procedura, si evince che più dell’80% del rischio cancerogeno è attribuibile al benzo(a)pirene, un inquinante contenuto nelle emissioni fuggitive delle cokerie. In un’analisi molto semplificata, l’eccesso di rischio dovuto all’esposizione a benzo(a)pirene nel quartiere Tamburi era stato già evidenziato da ARPA Puglia tre anni fa, e aveva portato alla segnalazione da parte della Regione al Ministero dell’Ambiente. Analogamente, se fossero stati realizzati gli studi epidemiologici proposti al Ministero da ARPA e ASL di Taranto in sede di AIA (inclusi quelli poi realizzati in sede peritale), forse ci sarebbe stata una gestione pre-giudiziaria del problema ambiente-salute e non sarebbero scoppiati i conflitti sociali e istituzionali: a meno che non si ritenga, seguendo il magistero di San Matteo, che “*Oportet ut scandala eveniant*”.

1. Premessa

La Legge regionale 24 luglio 2012, N. 21 “Norme a tutela della salute, dell'ambiente e del territorio sulle emissioni industriali inquinanti per le aree pugliesi già dichiarate a elevato rischio ambientale”, che ha la finalità di prevenire ed evitare un pericolo grave, immediato o differito, per la salute degli esseri viventi per il territorio regionale, prevede l'effettuazione di una valutazione del danno sanitario (VDS) in stabilimenti industriali insistenti su aree ad elevato rischio di crisi ambientale e/o SIN della Regione Puglia soggetti ad AIA e che presentino il requisito aggiuntivo di essere fonte di IPA, di produrre polveri o di scaricare reflui nei corpi idrici.

L'effettuazione della VDS dei suddetti impianti è posta in carico all'ARPA Puglia, alle ASL delle aree a rischio ambientale e all'AREs con il coordinamento di ARPA Puglia.

I criteri metodologici sono stati stabiliti da un Regolamento attuativo pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 145 del 05-10-2012.

Come schematizzato nel diagramma di flusso in Fig.1 la VDS consta di due componenti:

- 1) una valutazione epidemiologica di area, rivolta in particolare alle patologie a breve latenza potenzialmente attribuibili ad esposizioni ambientali (es. malattie cardiovascolari, malattie respiratorie acute e croniche, neoplasie infantili);
- 2) una valutazione di impatto sanitario impianto-specifica che si avvale delle procedure di risk assessment con particolare attenzione agli effetti cancerogeni delle sostanze.

Qualora sia la valutazione epidemiologica di area che la valutazione di impatto sanitario impianto-specifica propendano per l'esistenza di criticità, si concluderà per l'esistenza di un danno sanitario legato alle emissioni dell'impianto in studio e ne conseguirà l'adozione delle misure di mitigazione, vigilanza e controllo previste dall'art. 6 della Legge Regionale 21/2012.

Stante il contesto noto, si è deciso di effettuare la prima VDS per lo stabilimento ILVA di Taranto (azienda inclusa nell'elenco di cui all'Allegato C del Regolamento Regionale n. 24 del 3/10/2012) considerando quale area di riferimento quella comprendente i comuni di Taranto e Statte. In particolare nella VDS è stata considerata sia la situazione emissiva pre-AIA riferita al 2010 (situazione 2010), relativamente alla quale sono disponibili dati emissivi completi, che lo scenario post-riesame AIA (DVA-DEC-2012-0000547 del 26/10/2012) per il quale le emissioni sono state stimate considerando l'adeguamento alle prescrizioni (scenario 2016).

ALLEGATO A – DIAGRAMMA DI FLUSSO

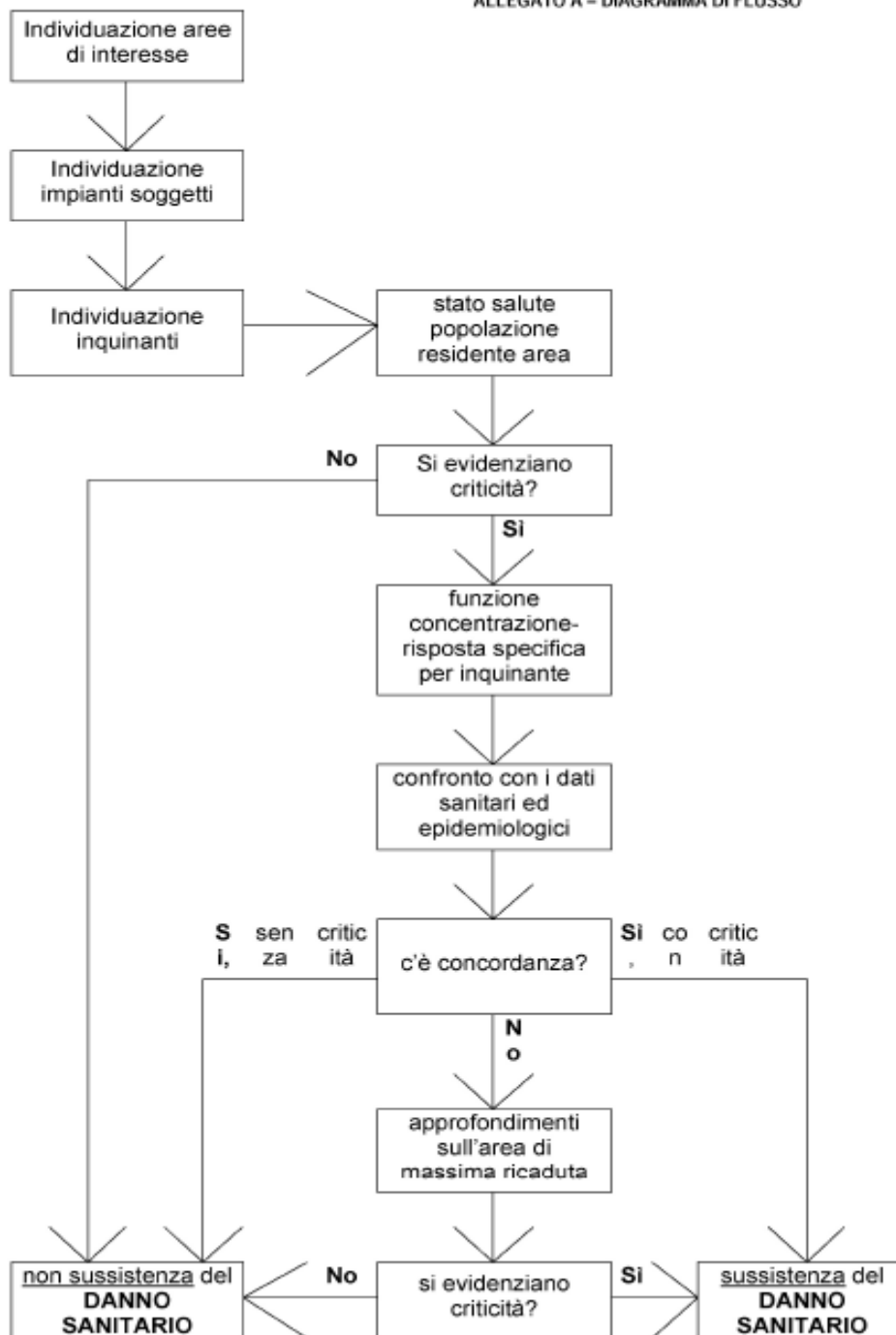


Fig.1 Diagramma di flusso della VDS (allegato A del Regolamento attuativo della LR 21/2012)

2. Analisi emissiva del contesto di riferimento

Ai sensi degli artt. 3 e 4 del Regolamento Regionale (n.24 - BURP n. 145 del 05-10-2012) relativo alla L.R. n. 21/12, al fine di fornire un quadro emissivo del contesto di riferimento, si riportano i dati dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera (INEMAR Puglia) riferiti all'anno 2007 per i comuni di Taranto e Statte.

L'area comunale di Taranto risulta essere quella caratterizzata, a livello nazionale, dalle più alte emissioni in atmosfera generate dalle attività industriali, riguardo in particolare alle seguenti sostanze: Idrocarburi Policiclici Aromatici, Benzo(a)Pirene e diossine, come riportato nelle banche dati emissive nazionali e internazionali.

L'analisi delle sorgenti emissive è stata effettuata utilizzando l'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, per l'anno 2007, redatto da Arpa Puglia (Regione Puglia/Arpa Puglia - Centro Regionale Aria - IN.EM.AR. Puglia - Inventario 2007 - rev. 2)¹.

L'inventario 2007 è stato opportunamente dettagliato ed integrato da dati specifici derivanti da diverse fonti e database emissivi locali e nazionali (dati S.M.E., misure e controlli, E-PRTR, E.T., 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, quindi, anche in questo caso le emissioni sono state raggruppate e sono stati riportati i dati per fornire un quadro emissivo di alcuni inquinanti selezionati. Per una maggiore fruizione e cognizione dei dati, gli stessi sono stati organizzati per comparti così come riportato nella tabella 1. Si specifica che in "altri trasporti" sono comprese le emissioni provenienti da ferrovie, porti, mezzi off-road, ecc., mentre in "altro" sono presenti le emissioni dovute agli incendi, all'estrazione di materiale da cave, la distribuzione di combustibili, ecc. e gli assorbimenti.

¹ Il principale riferimento metodologico per la redazione dell'inventario delle emissioni in atmosfera è rappresentato dal progetto europeo CORINAIR. Tale metodologia definisce in che modo devono essere raccolte ed organizzate le informazioni relative alle emissioni inquinanti, sia naturali che antropiche, e come deve essere effettuato il calcolo delle stime delle emissioni affinché queste siano confrontabili e rappresentative della realtà locale a cui si riferiscono.

Tab. 1 Emissioni totali annue in atmosfera (2007) ripartite per comparto emmissivo nell'area in studio²

	SO2 (t)	NOx (t)	COV (t)	CH4 (t)	CO (t)	CO2 (kt)	N2O (t)	NH3 (t)	PM10 (t)	PTS (t)	CO2_eq (kt)	SOST_AC (kt)	PREC_OZ (t)
Energie	6773,99	4483,01	95,85	95,85	861,69	10065,84	7,89	N.D.	233,75	343,92	10070,30	309,15	5661,25
Industria	17483,73	15142,92	4789,10	5131,36	290054,15	13386,38	218,25	187,88	4522,35	6891,68	13561,79	886,62	55241,26
Riscaldamento	17,18	69,40	173,25	33,91	567,31	84,15	8,26	0,91	33,71	35,12	87,42	2,10	320,80
Agricoltura	1,65	9,61	322,98	108,84	86,31	N.D.	13,45	63,12	9,53	13,62	6,46	3,97	345,72
Trasporti Stradali	10,04	1443,16	584,38	34,29	3024,80	325,36	10,68	29,74	130,08	154,49	329,39	33,44	2678,25
Altri Trasporti	3041,16	3395,17	266,46	0,06	10,45	179,98	0,28	0,001	404,37	404,37	180,07	168,85	4409,72
Rifiuti	1,94	15,44	22,86	8564,28	795,43	22,18	1,24	N.D.	70,14	100,18	202,41	0,40	249,09
Altro	14,48	72,33	383,35	556,55	2055,82	1,80	0,04	16,37	258,29	608,70	13,50	2,99	705,52
Totali	27344,17	24631,05	6638,23	14525,13	297455,95	24065,68	260,09	298,02	5662,21	8552,06	24451,34	1407,51	69611,61

Fonte: Regione Puglia/Arpa Puglia - Centro Regionale Aria - IN.EM.AR. Puglia (Inventario Regionale Emissioni in Atmosfera) - Inventario 2007 - rev. 2

n.b. Non sono comprese le emissioni di CO₂ derivanti da combustione di biomasse e incendi forestali

A titolo esemplificativo si riportano, per il PM10, le quote emissive relative ai diversi comparti considerati rispetto al totale (Fig. 2).

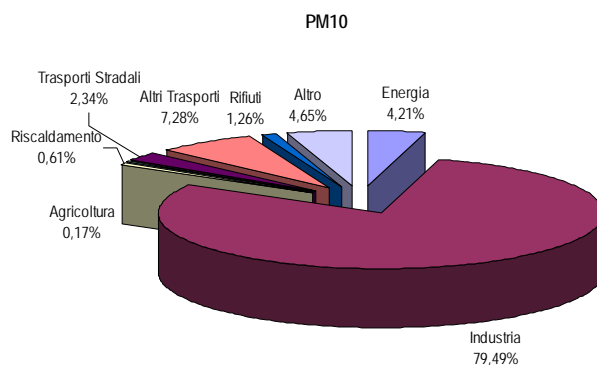


Fig.2 Quote percentuali relative ai vari comparti il PM10

Dalla tabella 1 e dalla figura 2 si nota come, per quanto riguarda le polveri, la distribuzione di emissione tra i vari comparti segue essenzialmente quest'ordine: industria (attività

² I dati rappresentano le emissioni massiche annue e non i dati di monitoraggio di qualità dell'aria (immissioni). L'area di studio è costituita dai comuni di Taranto e Statte.

emissiva principale > ¼ di emissione sul totale), altri trasporti, altre sorgenti, energia, trasporti stradali, ecc.

Scendendo nel dettaglio si descrivono nel seguito le principali fonti costituenti lo scenario emissivo presentato per l'area (industria - energia, traffico, riscaldamento, porto).

Sorgenti industriali

Per quanto concerne le emissioni derivanti dalle sorgenti industriali sono state prese in considerazione le principali aziende presenti nell'area di studio (CEMENTIR, EDISON, ENI, ENIPOWER, ILVA, ecc.).

Dall'analisi dei dati emissivi 2007, già riportati in precedenti lavori e report di Arpa Puglia e presenti sul sito dedicato all'inventario delle emissioni³, si evince come il 78% ca. del PM10 emesso nell'area in esame ha origine collegata al complesso siderurgico ILVA, che da solo rappresenta inoltre ca. il 98% dell'intero comparto industriale. Per quel che riguarda alcuni microinquinanti organici come il benzo(a)pirene e i PCDD/F al comparto industriale e nello specifico ad ILVA è attribuibile una quota parte di ca. il 99% di dette emissioni.

Traffico stradale

Le emissioni dovute al traffico 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. In tabella sono stati separati i contributi alle emissioni del traffico diffuso (inteso come urbano, basato sul parco auto e i consumi di combustibile) e del traffico lineare (extraurbano, basato sui flussi rilevati). Di seguito (Fig. 3) un esempio di mappa di emissione di NOx relativo al traffico lineare applicato sul grafo stradale regionale, con focus sull'area in esame.

³ <http://www.inemar.arpa.puglia.it>

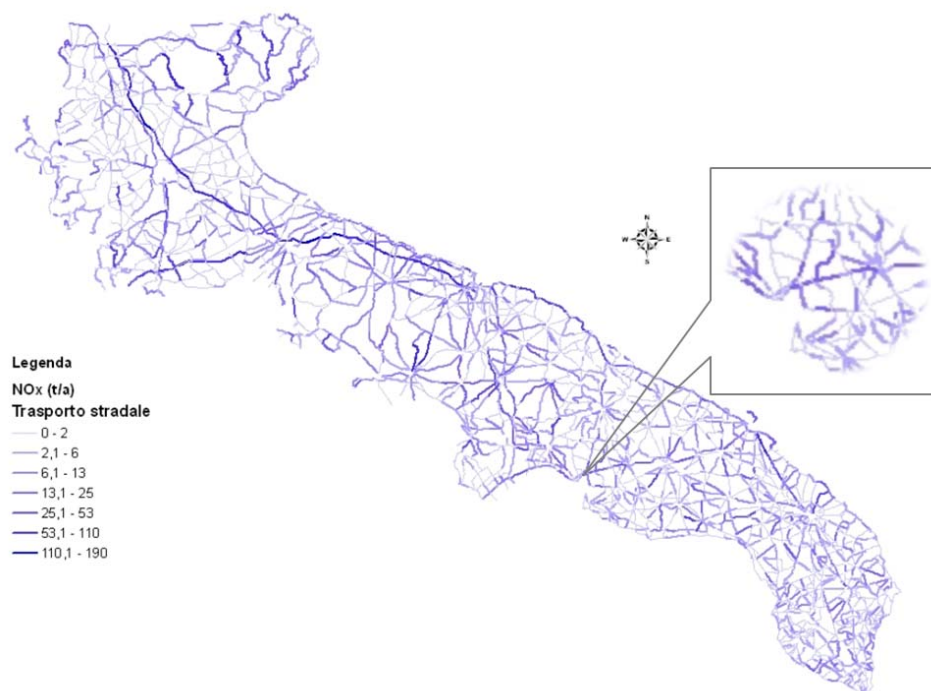


Fig. 3 Emissioni di NOx da trasporto stradale (traffico lineare): grafo regionale e focus sull'area in studio

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.

L'elaborazione dei dati mostra come ca. il 10% delle emissioni di NH3 sono attribuibili al traffico (urbano ed extraurbano) nell'area in esame, mentre a seguire i COV (4,8% sul totale d'area), NOx (5,9%), N2O (4,1%), PM10 (2,3%), CO2 (1,3%) e quote minori per gli altri inquinanti.

Riscaldamento non industriale

Per quanto riguarda le emissioni diffuse (areali) dovute al comparto riscaldamento (non industriale, codice SNAP 02), sono stati stimati dapprima i fabbisogni energetici degli edifici e quindi sviluppata la stima basata su fattori di emissione (FE) per la combustione non industriale. Le emissioni relative sono state calcolate a livello comunale e per tipo di combustibile utilizzato, come prodotto dell'energia consumata per tipo di combustibile ed i relativi FE riferiti alle caldaie con potenza termica inferiore a 50 MW. In questo caso l'elaborazione dei dati mostra come l'influenza di questo comparto per l'area considerata riguardi l'N2O (3,2%) e i COV (2,6%), mentre rappresenti valori inferiori al 1% per gli altri contaminanti. E' da evidenziare comunque che il contributo di questa tipologia di sorgente

(areale) alle emissioni di PCDD/F (ca. 0,8%) e IPA (ca. 0,02%) è immediatamente successivo, come ordine di importanza, alle emissioni di tipo industriale ed energetico.

Attività portuale

Le emissioni originate dai porti riguardano le attività marittime, essenzialmente le fasi di manovra e di stazionamento delle imbarcazioni. La stima delle emissioni è stata effettuata da Arpa Puglia sulla base della metodologia internazionale "Methodology for Estimate air pollutant Emission from Transport" (MEET). L'approccio di stima utilizzato per i principali porti pugliesi, compreso quello di 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), stimando il relativo contributo emissivo. L'indicatore considerato è stato il consumo di combustibile delle varie tipologie di imbarcazioni (classificate per tipologia, motore e stazza lorda) nelle diverse fasi operative.

L'elaborazione dei dati specifici relativi al porto di Taranto ha messo in evidenza un contributo di questo tipo di sorgente emissiva non trascurabile in termini di polveri (4,7%), SO₂ (11,1%) e NO_x (13,7%) rispetto al totale di area.

3. Stato della qualità dell'aria nel contesto di riferimento

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria nell'area oggetto di questo report (Fig. 4) comprende le stazioni di monitoraggio elencate in tabella 2.

Tab. 2 Stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria a Taranto

Stazioni rete ARPA	Coordinate UTM (m)	Tipo stazione	Tipo area	Parametri misurati (q.a.)	Parametri misurati (meteo)
Via Archimede (Tamburi- TA)	689238 E-485033 N	Industriale	Urbana	CO,PM10,NO2,SO2, H2S	
Via Machiavelli (Tamburi – TA)	68864 E-4484370 N	Industriale	Urbana	C6H6,PM10,NO2, SO2, PM2.5, B(a)P, piombo, arsenico, cadmio, nichel, IPATOT, CH4	VV, DV, TEMP, UR, PREC, RADG
Via Ugo Foscolo (Talsano – TA)	693783 E-4475985 N	Industriale	Suburbana	PM10,NO2,SO2, piombo, arsenico, cadmio, nichel, B(a)P	
Via delle Sorgenti (Statte – TA)	686530 E-4492525 N	Industriale	Suburbana	PM10,NO2,SO2	
SS7 Ponte Wind (Statte – TA)	684114 E-4488423 N	Industriale/Traffico	Rurale	CO,C6H6,PM10,NO2,SO2	
Via Speciale Casa Circondariale (TA)	694358 E-4481091 N	Industriale	Rurale	PM10,NO2,SO2	
Zona CISI (Paolo VI – TA)	690889 E-4488018 N	Industriale	Rurale	PM10,NO2,SO2	
Capo San Vito	688778 E-4477122 N	Industriale/Traffico	Suburbana	NO2,SO2, PM10	VV, DV, TEMP, UR, PREC.
Via Alto Adige (TA)	691924 E-4481337 N	Traffico	Urbana	NO2,SO2, PM10, C6H6, IPATOT, piombo, arsenico, cadmio, nichel, B(a)P	

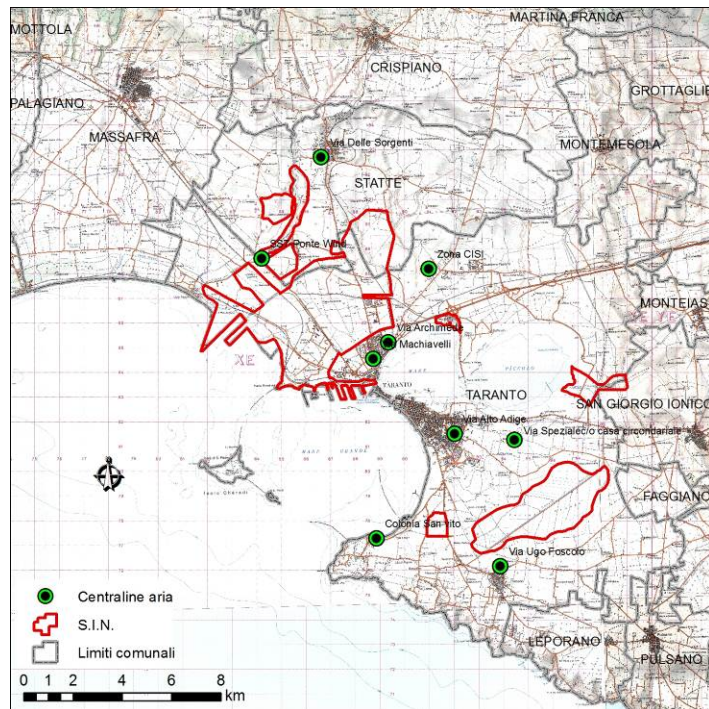


Fig. 4 Localizzazione delle centraline di qualità dell'aria

Le maggiori criticità riscontrate sono legate ai superamenti dei valori limite del B(a)P nella stazione di via Machiavelli e del PM10 nelle stazioni di Via Archimede e Via Machiavelli nel quartiere Tamburi del Comune di Taranto.

In particolare negli anni 2009, 2010 e 2011 (come indicato in tabella 3) il valore obiettivo pari a $1,0 \text{ ng/m}^3$, previsto per il BaP dal D.Lgs. 155/2010 relativamente alla concentrazione media annuale in aria ambiente, è stato superato nella stazione sita in via Machiavelli (quartiere Tamburi). Nella tabella 3 si confrontano, inoltre, le concentrazioni medie annuali di B(a)P di Via Machiavelli per il periodo 2009-2012, con quelle misurate presso altri due siti nell'area in esame (Via Alto Adige a Taranto e Via Ugo Foscolo a Talsano).

Tab. 3 Concentrazioni medie annuali di B(a)P relativamente al periodo 2009-2012 nelle centraline di monitoraggio Via Machiavelli e Via Adige, site a Taranto, e nella centralina Via Foscolo, sita a Talsano

Anno	Taranto Via Machiavelli (ng/m³)	Taranto Via Alto Adige (ng/m³)	Talsano Via Foscolo (ng/m³)
2009	1,31	0,39	0,38
2010	1,82	0,31	0,31
2011	1,13	0,31	0,32
2012	0,76	0,24	0,24

Nelle tabelle 4 e 5 si riportano rispettivamente le concentrazioni medie annuali e il numero di superamenti per il PM10 rilevati negli anni 2009, 2010, 2011 e 2012, totali e al netto degli eventi di avvezione di sabbia sahariana, nelle centraline di via Machiavelli, via Archimede e via Ugo Foscolo a Talsano, quest'ultima rappresentativa di una situazione di fondo.

Si osserva che per l'anno 2011 le postazioni di via Machiavelli e di via Archimede (Q.re Tamburi) hanno registrato un numero di superamenti del valore limite giornaliero superiore a quello indicato dal D.Lgs. 155/2010 (35 giorni/anno).

Tab. 4 Media annuale di PM10 (µg/m³) nei siti Via Machiavelli , Via Archimede e via U. Foscolo (Talsano). Periodo 2009-2012

	2009	2010	2011	2012
	<i>Media annuale (µg/m³)</i>	<i>Media annuale (µg/m³)</i>	<i>Media annuale (µg/m³)</i>	<i>Media annuale (µg/m³)</i>
Via Machiavelli	33	32	37	34
Via Archimede	31	33	36	31
Via U. Foscolo (Talsano)	24	24	26	23

Tab. 5 Numero di superamenti (VL media giornaliera) di PM10 nei siti Via Machiavelli , Via Archimede e via U. Foscolo (Talsano). Periodo 2009-2012

	2009		2010		2011		2012	
	<i>Num. sup.</i>	<i>Al netto eventi sahariane</i>	<i>Num. sup.</i>	<i>Al netto eventi sahariane</i>	<i>Num. sup.</i>	<i>Al netto eventi sahariane</i>	<i>Num. sup.</i>	<i>Al netto eventi sahariane</i>
Via Machiavelli	27	22	21	13	45	41	35	32
Via Archimede	21	16	31	22	41	37	26	21
Via U. Foscolo (Talsano)	9	5	7	1	10	9	3	1

4. VDS – ILVA Taranto: procedure di risk assessment sito-specifiche

4.1. Base concettuale

Il risk assessment effettuato in riferimento allo stabilimento ILVA di Taranto si basa sulle procedure proposte dall’Agenzia per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US-EPA), che comprende le fasi di (1) identificazione dei pericoli, (2) valutazione dell’esposizione, (3) valutazione dose-risposta, (4) caratterizzazione del rischio.

Visto in un’ottica più dinamica, le fasi possono essere anche schematizzate come segue:

Emissioni inquinanti in atmosfera → dispersione attraverso modelli diffusionali → esposizione della popolazione → impatto sulla salute (esposizione per rischio unitario)

Il risk assessment è un processo per la stima dell’impatto sanitario che serve *in primis* ai policy makers per prendere decisioni in condizioni di incertezza. Si sottolinea infatti che, sebbene un processo di questo tipo debba essere basato sulle informazioni scientifiche disponibili più aggiornate ed estese, l’incertezza associata ad ogni sua fase non può essere eliminata. Le principali fonti di incertezza sono illustrate nel capitolo 8.

4.2. Identificazione dei pericoli

Il primo step della procedura di risk assessment, l’identificazione dei pericoli, ha l’obiettivo di identificare le specifiche sostanze chimiche da includere nella valutazione per i loro potenziali effetti avversi sulla salute umana. A partire dai dati di emissione dello stabilimento e dalla letteratura relativa agli impianti siderurgici, il gruppo di lavoro, ai fini del presente rapporto, ha posto l’attenzione sugli inquinanti per i quali sono noti effetti cancerogeni e/o non cancerogeni per esposizione per via inalatoria:

- IPA: Benzo[a]pirene⁴ e Naftalene;
- Organici: Diossine, PCB, benzene;
- Metalli⁵: Arsenico, Cadmio, Cromo⁶, Nickel, Piombo, Selenio.

⁴ E’ stata effettuata una valutazione delle concentrazioni di altri IPA, in particolare Benzo[a]antracene, Benzo[b]fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Crisene, Dibenzo[a]antracene, Indeno [1,2,3-cd]pirene, ma dal momento che lo Unit Risk dell’OMS utilizzato per il calcolo del rischio, utilizza il B[a]P come indicatore di una miscela di IPA, essi non sono stati utilizzati nella valutazione degli effetti cancerogeni.

⁵ Data l’esiguità delle relative emissioni (~5 kg nel 2010) e la conseguente presumibile irrilevanza del relativo contributo al rischio cancerogeno totale per via inalatoria, nella VDS il Berillio non è stato trattato.

⁶ A partire dalle emissioni di Cr totale, sono state stimate quelle di CrVI, vista la relativa valenza cancerogena e tossicologica, per specifici settori dello stabilimento (la quota parte del Cr totale è stata valutata nel 1,6 % secondo Cross et al., 1999 e Koponen et al., 1981).

In questa prima analisi non è stato valutato il rischio connesso all'esposizione a PM10, anche perché altre istituzioni (in particolare l'EPA) non lo includono nelle procedure di risk assessment.

4.3. Valutazione dell'esposizione

Il secondo step della procedura di risk assessment è la valutazione dell'esposizione, che determina il livello di esposizione dei recettori umani alle sostanze chimiche individuate.

Si rammenta che nel caso in esame è stata considerata la sola via inalatoria di esposizione.

In generale per le sostanze aerodisperse è possibile utilizzare le concentrazioni direttamente misurate nell'ambiente oppure le concentrazioni stimate attraverso modelli di dispersione a partire dalle emissioni.

In questo caso è stata utilizzata la modellistica che è esposta in modo dettagliato nei capitoli seguenti, sia perché era necessario avere una mappa di concentrazioni continua su tutto il territorio di interesse sia per la necessità di attribuire l'esposizione alla sorgente di interesse (in questo caso lo stabilimento ILVA di Taranto).

Basandosi sulle concentrazioni stimate, e conoscendo la distribuzione della popolazione sul territorio, è possibile calcolare la dose inalatoria della popolazione potenzialmente esposta.

La formula per il calcolo della dose inalatoria è riportata in figura 5 e sono stati utilizzati seguenti valori di default:

- DBR : 393 L/Kg body weight-day (95° percentile)
- A: 1
- EF: 350 days/year
- ED: 70 years
- AT 25.550 days

$\text{dose - inh} = \frac{(\text{Cair})(\text{DBR})(\text{A})(\text{EF})(\text{ED})(1 \times 10^{-6})}{\text{AT}}$	
Where:	
dose-inh	= Dose through inhalation (mg/kg/d)
1×10^{-6}	= Micrograms to milligrams conversion (10^{-3} mg/ μ g), liters to cubic meters conversion (10^{-3} m ³ /l)
Cair	= Concentration in air (μ g/m ³)
DBR	= Daily breathing rate (L/kg body weight-day or L/kg-day)
A	= Inhalation absorption factor
EF	= Exposure frequency (days/year)
ED	= Exposure duration (years)
AT	= Averaging time period over which exposure is averaged, in days (e.g., 25,550 days for 70 year cancer risk)

Fig.5 Formula per il calcolo della dose inalatoria

Fonte: The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments August 2003. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency

5. Emissioni dello stabilimento ILVA

Il presente rapporto VDS si riferisce in particolare a:

- situazione emissiva pre-AIA che considera i dati del 2010, l'anno più recente per il quale siano disponibili riferimenti completi (situazione 2010);
- scenario delle emissioni ipotizzate in conseguenza dell'applicazione delle prescrizioni definite dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nel documento di riesame AIA DVA-DEC-2012-0000547 del 26/10/2012 che ha modificato parte delle prescrizioni presenti nel DVA-DEC-2011-0000450 del 04/08/2011 (scenario 2016).

5.1. Situazione emissiva PRE-AIA (situazione 2010)

ARPA Puglia sta provvedendo a completare (in analogia con le altre Agenzie) l'inventario delle emissioni in atmosfera da tutte le sorgenti aggiornato all'anno 2010 (in seguito alla pubblicazione per gli anni 2005 e 2007) attraverso il sistema INEMAR, sviluppato dalla Regione Lombardia.

Sulla base di quanto presente nell'inventario, sono state approfondite e dettagliate le emissioni in aria, convogliate e diffuse, dello stabilimento siderurgico ILVA, utilizzando i dati analitici di controlli/autocontrolli, SME e delle altre fonti mediante le migliori metodologie di stima disponibili. Le fonti metodologiche utilizzate nell'analisi emissiva di dettaglio sono state l'EMEP/CORINAIR Guidebook 2009, l'EPA AP42, l'EPA 303, il documento relativo alle BAT Conclusions (Decisione 2012/135/UE) e il BREF del settore acciaio.

I dati emissivi annuali sono stati in parte stimati con un approccio bottom-up attraverso dati di attività e fattori di emissione ed in parte calcolati a partire da dati misurati.

Relativamente alle emissioni trattate nella tabella 6 si riportano le specifiche attività emissive prese in considerazione.

Descrizione attività emissive prese in considerazione	codifica SNAP 97
Acciaio (forno basico ad ossigeno)	040206
Altro	040210
Calce (decarbonatazione)	040614
Calce (incluse le industrie del ferro dell'acciaio e di paste per la carta)	030312
Cowpers di altoforni	030203
Fonderie di ghisa e acciaio	030303
Forni di cokeria	010406
Forni siderurgici per riscaldamento successivo	030302
Impianti di sinterizzazione e pellettizzazione	030301
Laminatoi	040208
Operazioni di carico degli altiforni	040202
Spillatura della ghisa di prima fusione	040203
Emissioni diffuse da area parchi	050103
Emissioni diffuse movimentazione stradale e trasporto materiale	-
Forni da coke (perdite, sfornamento e spegnimento)	040201
Emissioni diffuse impianti sinterizzazione e pellettizzazione	040209
Emissioni diffuse acciaio	040206

In particolare le sorgenti emissive trattate nella VDS-ILVA sono state:

- le sorgenti convogliate (in numero pari a 181);
- le sorgenti areali a caldo (in numero pari a 5), riferite in particolare alla cokeria, all'agglomerato, alle acciaierie e all'altoforno;
- le sorgenti areali "a freddo" (in numero pari a 9), riferite ai parchi minerari, ai nastri (non posti nelle vicinanze del quartiere Tamburi) e alla movimentazione materiale in generale;
- le sorgenti lineari (in numero pari a 3) relative a quota parte dei nastri, nello specifico posti nelle vicinanze del quartiere Tamburi.

Relativamente al numero di emissioni convogliate trattate si precisa che alcuni camini con caratteristiche omogenee, appartenenti alla stessa linea impiantistica, sono stati raggruppati.

Per quanto riguarda le emissioni diffuse, sono state determinate:

- le emissioni di benzene, IPA (BaP in particolare) e metalli attribuibili alla cokeria;
- le emissioni areali diffuse di particolato dovute alla cokefazione, all'impianto di sinterizzazione, all'altoforno e alle acciaierie;
- le emissioni fuggitive dai parchi minerali, dai nastri e dalla movimentazione in generale.

5.2. Scenario emissivo POST-AIA (scenario 2016)

Da un punto di vista metodologico, lo scenario emissivo post-applicazione delle prescrizioni previste dal riesame AIA è stato predisposto lasciando inalterata la struttura già descritta nel paragrafo precedente con alcune modifiche dovute ai cambiamenti intervenuti nel corso del tempo e soprattutto tenendo conto degli interventi previsti dalle prescrizioni.

Sono state considerate, quindi, tutte le sorgenti puntuali e diffuse già esaminate per il 2010, prevedendo in questo caso la fermata di alcuni impianti dichiarati dismessi (cfr. AFO 3).

In particolare, per quel che riguarda le prescrizioni del riesame AIA, di seguito si riportano sinteticamente le caratteristiche salienti prese in considerazione nella stesura dello scenario (2016):

- massima capacità produttiva (pari a 8.000.000 ton/anno di acciaio);
- nuovi limiti emissivi imposti per i camini degli impianti dell'area a caldo (cokeria, agglomerato, area ghisa), in particolare per le polveri e per i microinquinanti (cfr. *DVA-DEC-2012-0000547*);
- misure di riduzione relative alle emissioni diffuse e fuggitive dall'area cokeria;
- misure di contenimento sui cumuli dei parchi e copertura delle aree di stoccaggio, misure di contenimento delle aree/locali di lavorazione e preparazione materiali pulverulenti, chiusura nastri e particolari precauzioni nella movimentazione materiale pulverulento.
- misure strutturali/gestionali che l'azienda è tenuta a rispettare "durante i wind days" (così come definiti ed integrati nel riesame dell'AIA).

La risultante dell'applicazione delle prescrizioni combinate alla migliore stima possibile, consultando le fonti metodologiche già utilizzate per il 2010 (EMEP/CORINAIR Guidebook 2009, EPA AP42 - 303, BAT Conclusions, BREF-acciaio), è rappresentata dallo scenario emissivo al 2016 che, come si potrà notare nel seguito, presenta un quadro emissivo generalmente migliore del precedente considerato.

6. Modellistica

6.1. Introduzione

Per la valutazione del danno sanitario attribuibile all'impianto ILVA occorre definire su base geografica l'esposizione ambientale della popolazione tarantina alle relative emissioni inquinanti. Occorre quindi determinare le mappe di distribuzione al suolo delle concentrazioni degli inquinanti trattati dalla VDS relativamente a tutte le tipologie di emissioni prodotte dall'impianto stesso.

Tali mappe vengono ricostruite con l'ausilio della modellistica diffusionale che, ponendo in relazione deterministica emissioni e concentrazioni, consente di ottenere campi di concentrazione in aree di territorio dove non esistono punti di misura e di individuare le porzioni di territorio più critiche da un punto di vista delle ricadute di contaminanti. L'uso delle tecniche modellistiche consente inoltre di separare e valutare quantitativamente il contributo delle varie sorgenti emmissive alla qualità dell'aria ambiente, consentendo così sia di interpretare i dati "integrati" delle centraline di monitoraggio che di individuare più efficacemente le strategie di mitigazione e di risanamento da intraprendere.

In particolare le mappe di concentrazione sono il risultato finale di una catena modellistica che prevede una ricostruzione meteorologica, una ricostruzione dei parametri legati alla turbolenza ed una ricostruzione della diffusione degli inquinanti in atmosfera e al suolo.

La dispersione degli inquinanti in atmosfera viene di norma simulata con modelli semplificati (gaussiani) (EPA, 2009) su periodi temporali relativamente lunghi, consentendo la quantificazione dell'impatto atmosferico sul territorio circostante ed il calcolo degli standard di qualità dell'aria previsti dalla normativa vigente relativi ai diversi inquinanti.

Le simulazioni con i modelli gaussiani forniscono, in alcune situazioni critiche, risultati poco realistici per diversi motivi:

- impossibilità di riprodurre le situazioni di calme di vento;
- incapacità di seguire correttamente l'evoluzione temporale dei fenomeni di brezza e di ricircolo di inquinante.

La complessità dello scenario emissivo dell'impianto ILVA, caratterizzato da un elevato numero di sorgenti sia di tipo convogliato che di tipo areale, unita alla complessità meteorologica dell'area, che determina l'innescarsi di condizioni meteo diffusive non omogenee e non stazionarie, a causa della presenza della discontinuità terra-mare, 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.

Come codice tridimensionale di simulazione è stato scelto un modello di tipo lagrangiano a particelle perché particolarmente adatto a fornire una ricostruzione accurata della distribuzione spaziale locale degli inquinanti primari.

A partire dal dataset meteorologico MINNI (Zanini, 2009), descritto nel seguito e prodotto dal modello prognostico a mesoscala RAMs (Walko and Tremback, 2005), il sistema utilizzato in questo studio è la cascata di modelli costituita dal sistema Minerve/Swift-SurfPro-SPRAY, di cui si darà una descrizione più dettagliata nei paragrafi successivi. Gli inquinanti simulati e per cui si sono stimate le concentrazioni al suolo sono i macroinquinanti convenzionali (SO₂, NO_x e benzene), le polveri (PM₁₀ e PM_{2.5}), i microinquinanti organici (diossine, PCB e IPA) ed inorganici (metalli). Per i microinquinanti sono state stimate le deposizioni (secca ed umida), nell'ipotesi che essi siano interamente veicolati dal particolato PM₁₀. La simulazione è stata condotta considerando l'anno meteorologico 2007.

Relativamente allo stabilimento ILVA tale catena modellistica permette di gestire i seguenti transitori delle variabili meteo diffusive:

- riproduzione dell'evoluzione spaziale e temporale dei fenomeni di brezza con i diversi regimi di turbolenza sul mare e sulla terra;
- possibilità di considerare i cambiamenti di direzione e di intensità del vento con la quota;
- simulazione della dispersione anche in situazione di calma di vento con riproduzione dei fenomeni di stagnazione e di accumulo.

L'approccio utilizzato consente quindi di rispondere adeguatamente alle esigenze di definire l'esposizione ambientale su base geografica della popolazione tarantina alle emissioni dell'impianto ILVA poiché ricostruisce i campi di concentrazione a livello locale con cadenza oraria e con durata delle simulazioni complessiva pari ad un anno.

6.2. Dominio di simulazione

Le caratteristiche del dominio di simulazione, mostrato nel riquadro della figura 6, sono riassunte nella tabella 7:

Tab 7. Caratteristiche grigliato di simulazione

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

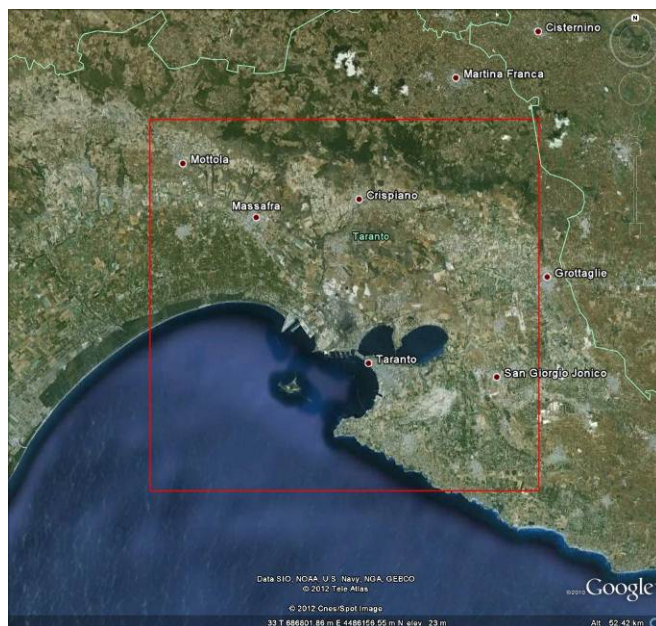


Fig. 6 Localizzazione del dominio di simulazione (riquadro rosso) estratto da Google Earth

L'estensione verticale del dominio di simulazione per la ricostruzione meteorologica è pari a 5000m, con 15 livelli di calcolo espressi in metri sopra l'orografia: 0, 20, 50, 94, 156, 243, 364, 530, 755, 1061, 1471, 2020, 2751, 3720, 5000.

Nella figura 7 si riporta la mappa dell'orografia e dell'uso del suolo relativa al suddetto dominio. I codici di uso del suolo sono definiti secondo una classificazione a 21 classi ricavata dalla classificazione standard internazionale CORINE a 44 classi (EEA Data Service), mediante accorpamento di alcune categorie, secondo la didascalia riportata sopra la figura. Sono evidenti le aree urbane ed industriali (colore arancione e grigio), le aree agricole (marroncino) e forestali (colore verde). Il profilo topografico risulta essere sostanzialmente pianeggiante, a nord del dominio si rileva la presenza di un'area collinare con un'altezza massima pari a 400-500m s.l.m..

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1 = Urban fabric | 11 = Coniferous forest |
| 2 = Industrial, commercial and transport units | 12 = Mixed forest |
| 3 = Airports | 13 = Natural grassland |
| 4 = Other artificial surfaces | 14 = Shrubs and heathland |
| 5 = Arable land (non-irrigated) | 15 = Beaches, dunes, and sand plains |
| 6 = Rice fields | 16 = Bare rock |
| 7 = Permanent crops | 17 = Sparsely vegetated areas |
| 8 = Pastures | 18 = Glaciers and perpetual snow |
| 9 = Heterogeneous agricultural areas | 19 = Inland wetlands |
| 10 = Broad-leaved forest | 20 = Coastal wetlands |
| | 21 = Water bodies |

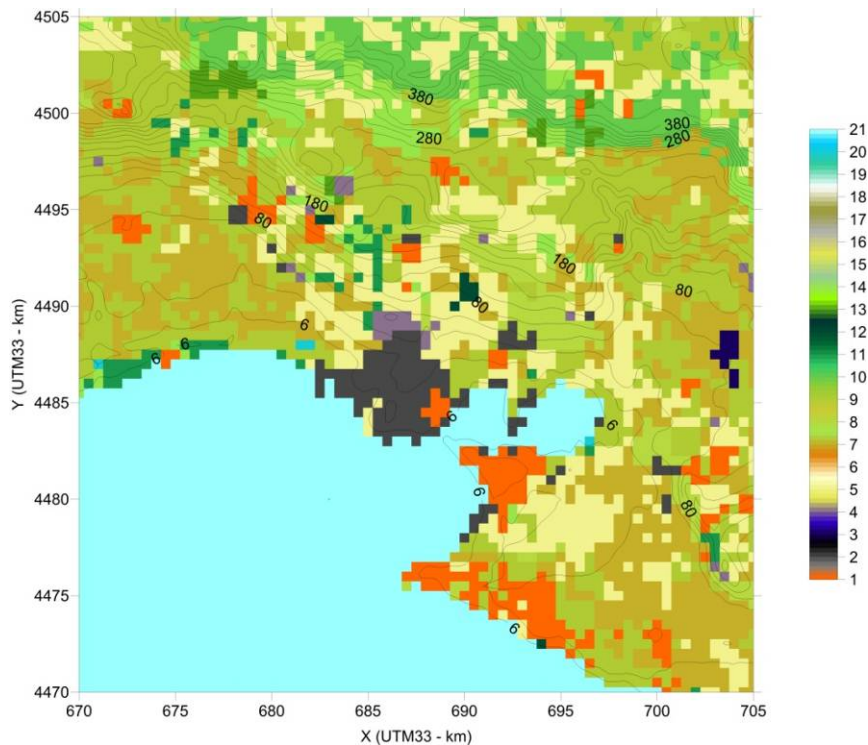


Fig.7 Mappa di orografia e uso del suolo relativa al dominio considerato

6.3. Meteorologia

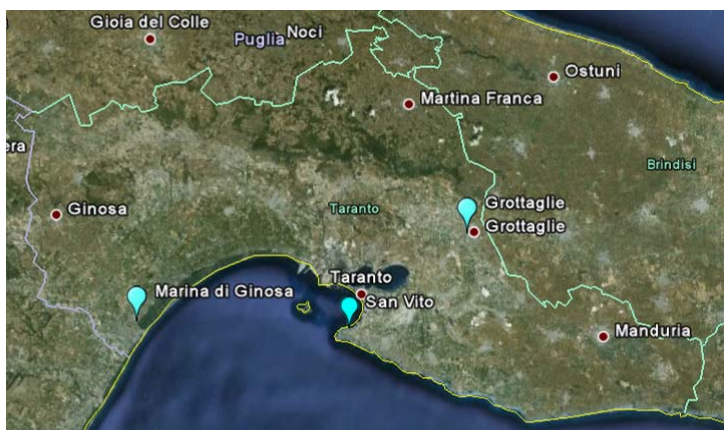
6.3.1. Analisi meteo-climatica dell'area di studio

L'area considerata, centrata sul comune di Taranto, risulta pressoché pianeggiante. In direzione nord, a circa 15km dagli impianti, si trova l'altopiano delle Murge Orientali, tra i comuni di Massafra e Martina Franca, la cui quota orografica non supera i 500m s.l.m., mentre a sud il territorio è lambito dal mar Ionio. Lungo la costa la riduzione dei venti sinottici dai quadranti settentrionali durante la stagione estiva favorisce la formazione di circolazioni locali a regime di brezza.

Per caratterizzare il campo anemologico dell'area si sono considerati i dati climatologici (30 anni) delle stazioni dell'Aeronautica Militare di Marina di Ginosa e di Grottaglie (i cui dati

sono tratti da www.scia.sinanet.apat.it) e un quinquennio di dati meteorologici (2007-2011) misurati nella postazione ARPA di Capo San Vito (Fig. 8). Tale stazione, in base ad una valutazione preliminare, è stata selezionata tra le stazioni gestite da ARPA nell'area in esame come stazione in grado di ricostruire più correttamente rispetto alle altre le caratteristiche a mesoscala dell'atmosfera, in quanto poco influenzata da perturbazioni dovute ad effetti locali (es. canyon urbani, situazioni di blocco del movimento delle masse d'aria per presenza di ostacoli, ecc.).

In figura 9 è mostrata la rosa dei venti nelle tre postazioni appena descritte. Nei due siti costieri si osserva una prevalenza di venti dai quadranti nord-occidentali e sud-orientali. Le percentuali di calme di vento (intese come le ore in cui la velocità è inferiore a 0.5 m/s) variano da alcuni punti percentuali (12-17%) nella zona costiera a valori superiori del 50% nella zona di Grottaglie.



Stazioni meteo	Lat, Long	H s.l.m (m)
Grottaglie	40.52, 17.4	64
Marina di Ginosa	40.44, 16.88	2
Capo San Vito	40.42, 17.23	2

Fig.8 Localizzazione delle postazioni meteorologiche

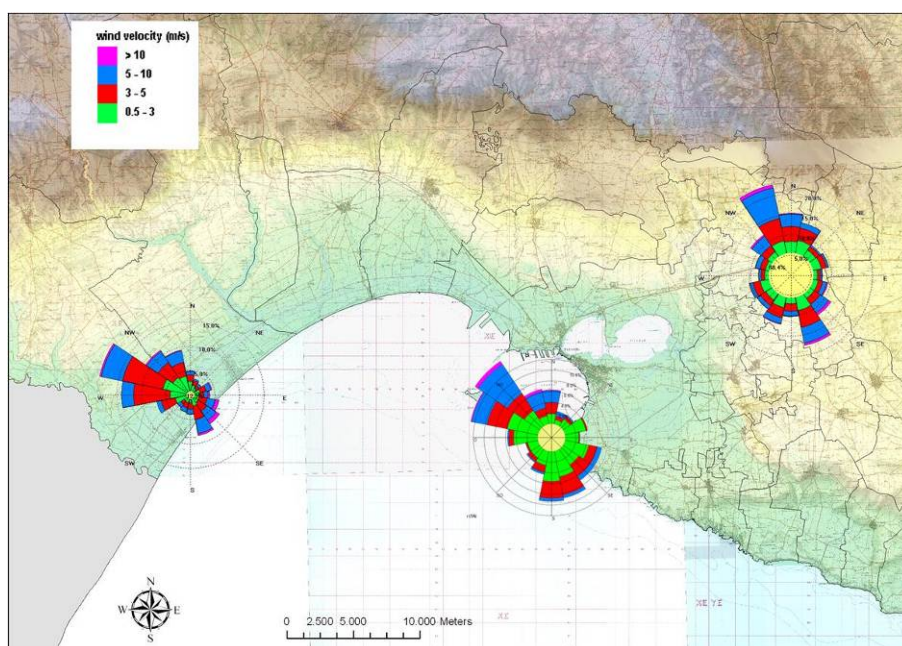


Fig.9 Rose dei venti a Marina di Ginosa, Capo San Vito e Grottaglie

Le figure successive sono frutto dell'elaborazione dei dati di vento relativi al quinquennio 2007-2011 nella postazione di Capo San Vito. In particolare vengono riportate le velocità medie e massime per settore di vento (Fig.10a) e la distribuzione in frequenza per classi di velocità (Fig.10b). Al fine di evidenziare le circolazioni locali di brezza, che caratterizzano l'area in esame per la presenza della discontinuità terra mare e tipiche del periodo estivo, nelle figure successive si confrontano le rose dei venti relative al semestre estivo ed invernale (Fig.11).

L'analisi dei venti mostra come direzione prevalente di provenienza del vento il settore NO (12%), seguito in ordine decrescente di frequenza di accadimento, dai settori ONO e S (con frequenza pari rispettivamente a circa il 10%). Al settore NO contribuiscono venti sinottici di intensità elevata (mediamente pari a 5m/s), ai settori ONO e S, caratterizzati rispettivamente da venti di intensità media pari a circa 4m/s e 2m/s, contribuiscono anche le circolazioni di brezza. La percentuale di calme di vento (intese come le ore in cui la velocità è inferiore a 0.5 m/s) è pari al 17.6%; le velocità comprese tra i 0.5m/s ed i 3 m/s, tra i 3 e i 5m/s e superiori ai 5m/s si manifestano rispettivamente con una frequenza di accadimento pari al 42.4%, al 22.5% e al 17.7%. I semestri estivo ed invernale sono caratterizzati da una diversa distribuzione di venti per la presenza nel semestre estivo delle circolazioni locali (in particolare dai settori ONO, O, OSO,SSO, S, SSE anche per la particolare collocazione della centralina posta su di un promontorio sul mare). A causa di tali circolazioni locali i venti del semestre estivo sono mediamente meno intensi rispetto al semestre invernale (2.6 m/s nel semestre estivo e 3.1 m/s nel semestre invernale), ma la percentuale di calme di vento del semestre estivo è leggermente inferiore al caso invernale (16.6% del semestre estivo contro il 18.5% del semestre invernale).

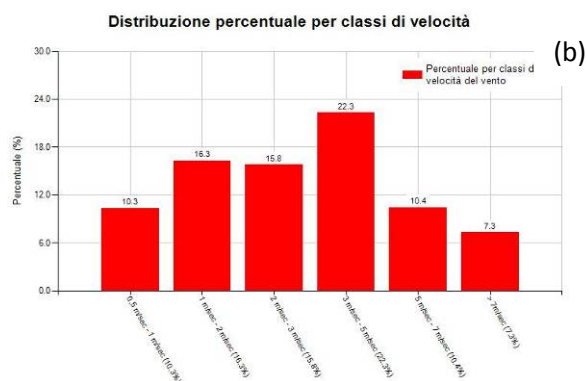
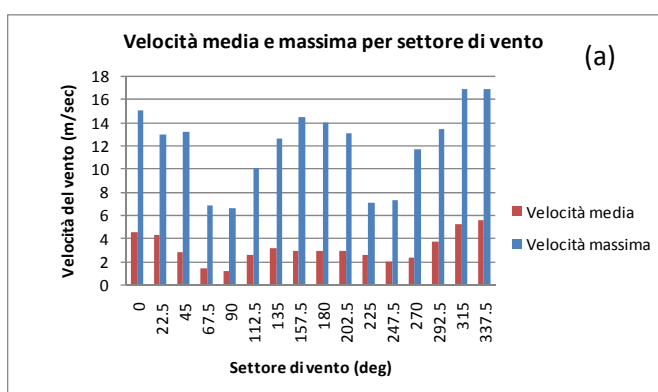


Fig.10 (a-b): (a) velocità media e massima per settore di vento e (b) distribuzione in frequenza per classi di velocità, misurate nella postazione di San Vito (2007-2011)

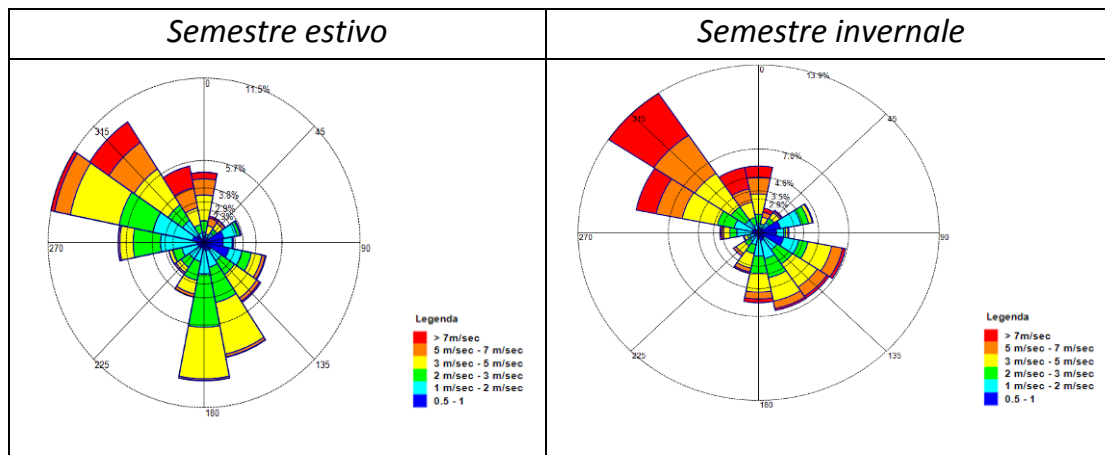


Fig.11 Rose dei venti nella postazione di capo San Vito (2007-2011), nel semestre estivo (sx) ed invernale (dx)

6.3.2. Dataset MINNI 2007 e confronto con il dato osservato

La dimensione del dominio e le caratteristiche territoriali dell'area in esame necessitano di dati meteorologici, particolarmente quelli anemologici, ben distribuiti sul territorio e dotati di un certo grado di omogeneità e di affidabilità. Oltre a questo, date le caratteristiche dei modelli scelti, per poter tenere conto sia delle condizioni di flusso in prossimità del terreno che di quelle in quota, è necessario disporre sia di dati al suolo che di profili verticali. Entrambe le condizioni risultano infatti particolarmente importanti quando si deve simulare la dispersione di emissioni da sorgenti puntuali dotate di risalita termica (plume rise) dei pennacchi, che possono essere esposti anche a forti variazioni di flusso in quota, in grado di determinarne un cammino complesso. Si è quindi deciso di realizzare le simulazioni, utilizzando un dataset meteorologico affidabile, in grado di garantire una copertura continua sul territorio sia attraverso dati in quota che su livelli verticali.

Il progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale per la Negoziazione Internazionale) contiene i risultati di un sistema modellistico in grado di ricostruire a diverse scale il trasporto, la dispersione e le trasformazioni chimiche di inquinanti sull'intero territorio italiano. La meteorologia per l'anno 2007 è stata prodotta attraverso l'applicazione del modello meteorologico prognostico RAMS (Regional Atmospheric Modeling System, versione 6.0, <http://atmet.com>), in modalità previsione mediante un sistema di griglie innestate a diverse risoluzioni. Il RAMS è un codice numerico molto versatile, sviluppato presso la Colorado State University e dalla divisione ASTER della Mission Research Corporation per la simulazione e la previsione dei fenomeni meteorologici (Pielke et al., 1992). L'approccio prognostico, che si basa sulla soluzione delle equazioni di termodinamica che governano l'atmosfera e che tramite opportune tecniche di nudging tiene anche conto delle osservazioni al suolo, offre migliori performance rispetto all'approccio diagnostico, le cui prestazioni risultano molto più dipendenti dalla qualità e dalla quantità dei dati meteorologici usati come input.

I campi meteorologici a 4 km di risoluzione sulla regione sono stati calcolati innestando (Fig. 12) la griglia a 4 km di risoluzione del Sud Italia (riquadro blu in Fig. 12) in quella a 12 km di risoluzione, estesa sul territorio nazionale (riquadro verde in Fig. 12).

Le informazioni meteorologiche provenienti dal dataset Minni a 4km di risoluzione orizzontale (Fig. 13) vengono poi riportate alla risoluzione di 500m mediante i codici Swift/Minerve e Surfpro del sistema modellistico Aria Industry. Ogni nodo del grigliato corrisponde ad una posizione dove sono presenti informazioni meteorologiche sia al suolo che fino ad oltre 5000m di quota.

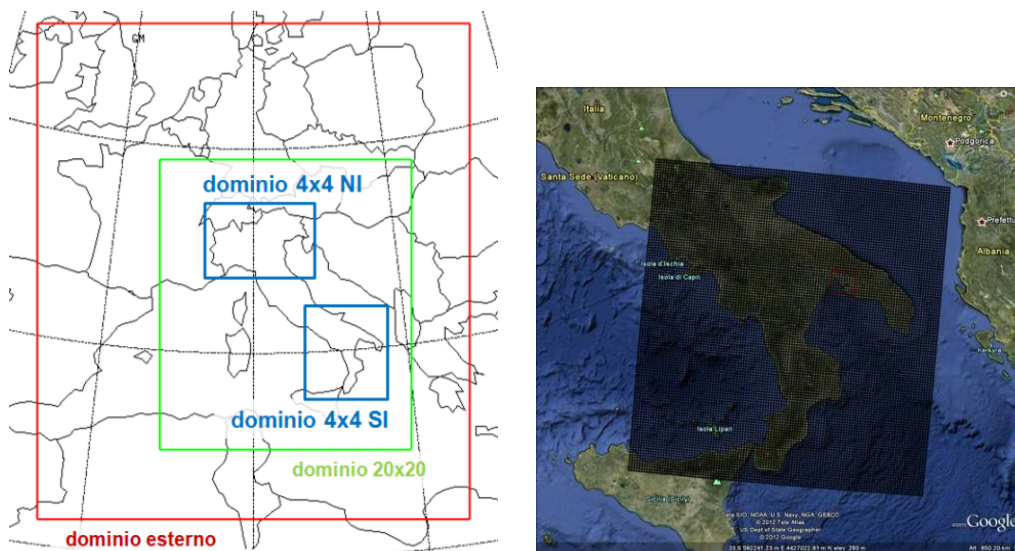


Fig.12 (sx) sistema di griglie innestate utilizzate in MINNI e (dx) dettaglio del grigliato orizzontale dei dati meteorologici a 4km di risoluzione relativi al dominio Sud Italia. Il rettangolo rosso identifica il dominio orizzontale delle simulazioni.

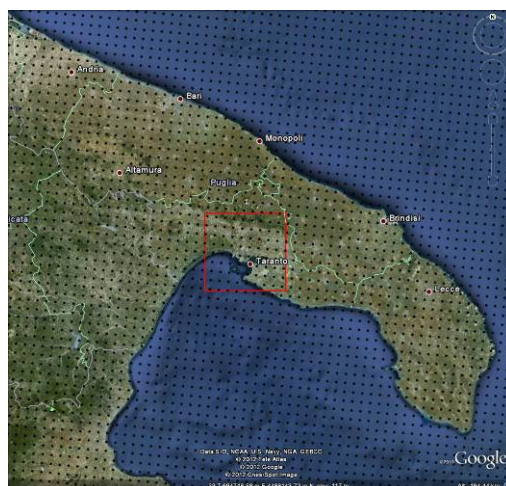


Fig.13 Dettaglio della copertura mediante dati meteorologici Minni sul dominio di calcolo per le simulazioni

Al fine di valutare la capacità del modello nel ricostruire il campo anemologico del 2007 sull'area di studio, in figura 14 sono mostrate le rose dei venti modellate e misurate a Capo San Vito nel 2007. Le due distribuzioni risultano abbastanza simili: le componenti prevalenti da nord-ovest e quelle da sud sud-est vengono ben riprodotte. Le variazioni locali indotte da circolazioni di brezza, tipiche di quest'area ed associate a venti provenienti dai settori meridionali, possono avere conseguenze importanti sulle condizioni locali del tempo e sulla struttura del boundary layer, modificando la dispersione degli inquinanti in modo significativo. La distribuzione delle classi di velocità mostra nel caso del dato misurato una corrispondenza tra intensità maggiori e direzione da nord-ovest, meno evidente nel dato modellato. Nel dato misurato si osserva come le intensità minori si registrino in corrispondenza di venti da sud sud-est. La percentuale di calme di vento modellate è pari al 4%, mentre quelle misurate risultano del 15.9%. Nel confronto tra il dato modellato ed il dato misurato è opportuno inoltre tenere presente che il dato modellato è un dato mediato su un volume di cella ed il dato osservato è invece un dato puntuale.

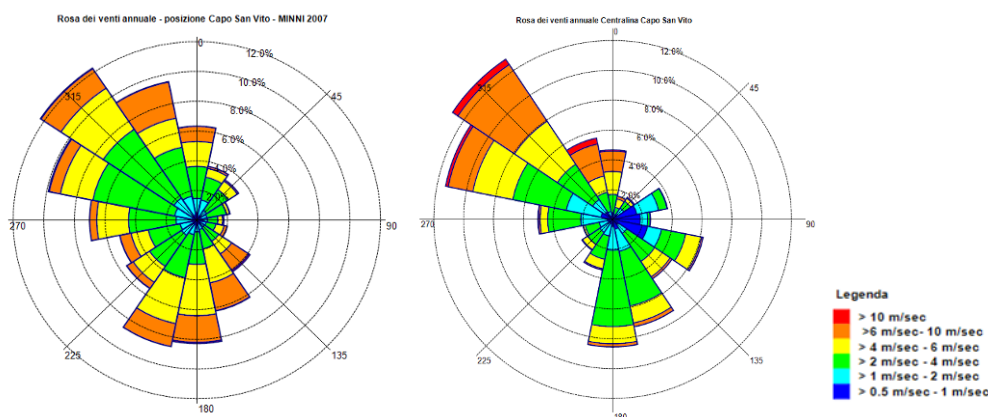


Fig. 14 Rose dei venti: confronto modellato (sx)-misurato (dx) a Capo San Vito per il 2007

6.3.3. Valutazione comparativa degli effetti sulla qualità dell'aria al variare del dataset meteorologico

La variabilità meteorologica influenza l'inquinamento atmosferico favorendo/sfavorendo la dispersione degli inquinanti emessi dalle sorgenti presenti sul territorio: la frequenza e la persistenza di episodi critici determina il numero di superamenti dei valori limite sul breve

periodo (valutati a partire dalle concentrazioni medie orarie o giornaliere) che vengono registrati annualmente per i diversi inquinanti monitorati.

L'analisi delle osservazioni di qualità dell'aria per gli inquinanti atmosferici (gas e polveri sottili) mostra generalmente variazioni interannuali rilevanti per gli indicatori di breve periodo, mentre risultano generalmente meno evidenti per gli indicatori di lungo periodo, quali le medie annuali, per i quali le variazioni osservate risultano di piccola entità rispetto ai valori medi.

Il progetto MINNI ha compreso l'esecuzione di simulazioni di qualità dell'aria su 4 periodi annuali (1999, 2003, 2005 e 2007): la disponibilità di questi data-base annuali meteorologici ha consentito una verifica della variabilità interannuale sulle concentrazioni dei diversi inquinanti su tutto il territorio nazionale. Sono state effettuate 4 simulazioni annuali, mantenendo costante il data-set emissivo ed esaminando così le anomalie sulle concentrazioni dovute alle variazioni meteorologiche dei 4 anni.

In particolare per la zona di Taranto le concentrazioni annuali medie per le polveri sottili e per gli ossidi di azoto e di zolfo sono risultate molto simili con variazioni tra i 4 anni al di sotto di $1\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.4. Emissioni

6.4.1. Sorgenti simulate

Le sorgenti emissive ILVA modellate sono di tipo puntuale, lineare ed areale.

Le sorgenti puntuali sono le emissioni convogliate ovvero i camini ILVA; nella figura 15 si riporta la mappa relativa alla distribuzione spaziale dei 181 camini ILVA, trattati come tali dalle simulazioni modellistiche.

Relativamente al numero di emissioni convogliate trattate si precisa che alcuni camini con caratteristiche omogenee, appartenenti alla stessa linea impiantistica, sono stati raggruppati.



Fig.15 Localizzazione delle sorgenti puntuali simulate, presenti all'interno dello stabilimento ILVA di Taranto (punti gialli)

Le emissioni areali comprendono:

- le sorgenti areali "a caldo" (in numero pari a 5), riferite in particolare alla cokeria, all'agglomerato, alle acciaierie e all'altoforno;
- le sorgenti areali "a freddo" (in numero pari a 9), riferite ai parchi minerari, ai nastri (non posti nelle vicinanze del quartiere Tamburi) e alla movimentazione materiale in generale;
- le sorgenti lineari (in numero pari a 3) relative a quota parte dei nastri⁷, nello specifico posti nelle vicinanze del quartiere Tamburi.

Nella figura 16 in particolare si esplicitano le aree di attribuzione delle relative emissioni inquinanti dell'area a caldo.

⁷ Sono state modellizzate esplicitamente le emissioni provenienti dai nastri del II e IV sporgente e dal percorso che i nastri compiono lungo il perimetro di ILVA nelle vicinanze del quartiere Tamburi.



Fig. 16 Localizzazione delle sorgenti areali (area a caldo) presenti all'interno dello stabilimento ILVA di Taranto

Nella figura 17 vengono indicate con il colore giallo le aree di attribuzione delle emissioni dovute all'erosione eolica dai parchi minerari, in rosso l'area di attribuzione (coincidente con l'area dello stabilimento ILVA) delle emissioni provenienti dalla movimentazione e dalla rete dei nastri, non posti nelle vicinanze del quartiere Tamburi ed in fucsia i nastri trattati esplicitamente come tali.

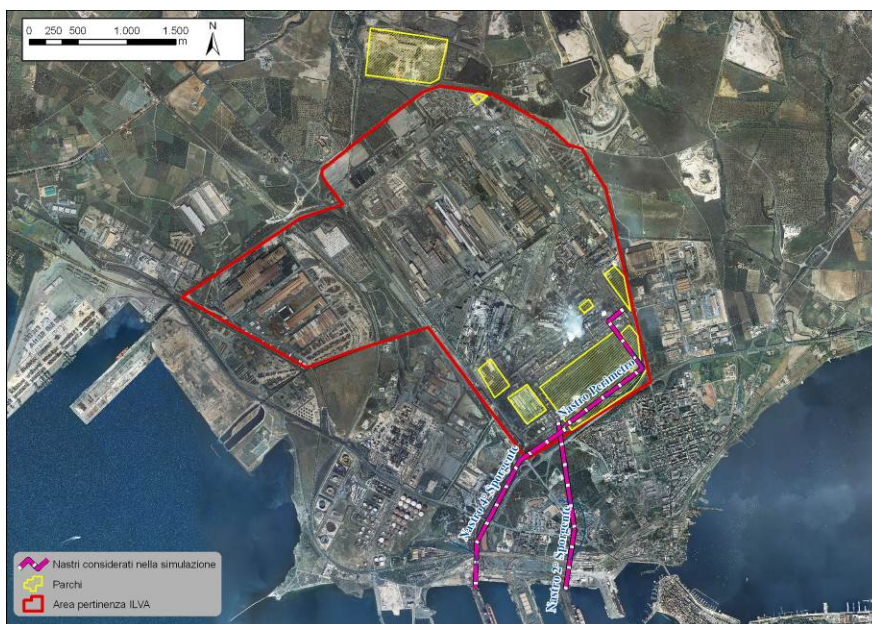


Fig.17 Localizzazione delle sorgenti areali (parchi e movimentazione) e lineari (nastri) presenti all'interno dello stabilimento ILVA di Taranto

Nella tabella 8 si riportano, per ogni inquinante considerato ai fini della valutazione del danno sanitario per rischio cancerogeno inalatorio, le emissioni ILVA delle sorgenti convogliate, delle sorgenti diffuse dell'area a caldo e a freddo, riferite sia alla situazione emissiva PRE-AIA relativa all'anno 2010 (situazione 2010) che allo scenario emissivo post-applicazione delle prescrizioni previste dal riesame AIA (scenario 2016).

Si precisa sin d'ora che le stime emissive relative ai due anni di riferimento considerati non si possono ritenere confrontabili in senso stretto. Nel primo caso, infatti, è stata eseguita una valutazione delle emissioni a partire da dati di produttività reali riferiti al 2010, nel secondo caso, invece, è stato realizzato un vero e proprio scenario nel quale si è supposto quale condizione di produzione quella massima imposta dal riesame AIA (maggiore, quindi, del dato produttivo reale 2010), contemplando allo stesso tempo le previste prescrizioni del riesame.

Tab.8 Emissioni convogliate, dell'area a caldo e a freddo dello stabilimento ILVA relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016

Inquinante	Emissioni convogliate ILVA			Emissioni diffuse area a caldo ILVA			Altre diffuse ILVA (parchi, nastri e movimentazione)			Unità di misura
	2010	2016	Variazione %	2010	2016	Variazione %	2010	2016	Variazione %	
BaP	76.0	69.2	-9%	178.4	125.5	-30%				kg/anno
Naftalene	853.6	568.8	-33%	4267.1	3002.6	-30%				kg/anno
As	1536.2	1168.1	-24%	50.1	36.4	-27%	26.0	2.6	-90%	kg/anno
Ni	893.6	938.2	5%	183.7	132.5	-28%	1479.4	147.9	-90%	kg/anno
Cd	1336.5	1273.4	-5%	74.6	54.4	-27%	20.1	2.0	-90%	kg/anno
Pb	39474.0	36417.4	-8%	549.1	400.0	-27%	364.0	36.4	-90%	kg/anno
Se	478.7	351.3	-27%	544.2	397.2	-27%	6.7	0.7	-90%	kg/anno
Cr (VI)	11.0	12.7	15%							kg/anno
Benzene	142.2	163.4	15%	10.8	10.6	-2%				tonn/anno
PCB	49.5	46.3	-6%							kg/anno
PCDD/F	38.9	22.1	-43%	0.7	0.4	-42%				g/anno

Per quanto attiene le emissioni diffuse ILVA, lo scenario emissivo 2016 prevede per tutti i microinquinanti una sensibile riduzione rispetto alla situazione emissiva riferita all'anno 2010. Per le sorgenti convogliate nello scenario emissivo 2016 AIA si osserva, per buona parte degli inquinanti simulati ai fini della VDS, una riduzione delle emissioni, tranne che per Ni, Cr(VI) e benzene dove l'incremento è da attribuirsi alla maggiore capacità produttiva autorizzata.

Per ogni tipologia di sorgente le emissioni sono considerate stazionarie o costanti durante l'intero anno di simulazione.

Per quanto riguarda le sorgenti diffuse relative a cokeria, altiforni, agglomerato ed acciaierie occorre tenere conto del fatto che le emissioni avvengono a temperature superiori a quelle dell'aria atmosferica, determinando un fenomeno di sovrainnalzamento termico. Tali sorgenti, quindi, non possono essere considerate al suolo, ma è necessaria una stima della quota di emissione in grado di tenere conto di questo fenomeno. Per quanto riguarda la cokeria sono stati presi a riferimento gli algoritmi denominati di "Enhanced Plume Rise" (EPA 2003), suggeriti dall'Environmental Protection Agency americana. Tali algoritmi sono tarati specificamente per le strutture e i cicli di lavorazione delle cokerie e consentono, date le caratteristiche geometriche e termiche delle batterie, di stimare i valori del flusso di buoyancy da utilizzare nel calcolo del plume rise. Utilizzando tale metodologia e i valori delle variabili meteorologiche (vento e temperatura) in prossimità della cokeria, è stata stimata un'altezza media di sovrainnalzamento pari a circa 100 metri. Per la cokeria l'area di emissione viene quindi posizionata in verticale tra 80 e 120 metri, tenendo in questo modo conto della variabilità verticale sulle emissioni. Per le altre sorgenti (altiforni, agglomerato ed acciaierie) in assenza di informazioni e di una stima modellistica consolidata, si è utilizzato un approccio conservativo, ipotizzando il

livellamento verticale delle sorgenti ad un valore più contenuto e posizionando quindi le emissioni tra 40 ed 80 metri.

6.4.2. Algoritmo per la stima delle emissioni dai parchi minerali

La metodologia di stima è stata desunta dalla sezione 13.2.5 del documento AP-42 dell'Environmental Protection Agency (E.P.A., 2006). La metodologia descrive il fenomeno dell'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio sulla base di alcuni parametri quali la tipologia del materiale stoccato e conseguenti rugosità superficiale e velocità di soglia del vento per l'erosione, la forma e altezza del cumulo di stoccaggio, la velocità del vento agente sui cumuli. Il metodo di stima orario ha inoltre il vantaggio di poter ricostruire in maniera più realistica gli eventi emissivi che effettivamente si manifestano durante l'anno, consentendo di riprodurre non solo la situazione media annua, ma anche tutti gli eventi di picco che si presentano nelle ore di vento forte nelle aree sottovento ai parchi minerali (in Appendice A, è riportata la descrizione dettagliata dell'algoritmo).

6.5 Sistema modellistico

Per le simulazioni annuali e il calcolo dei valori di concentrazione e deposizione al suolo è stata utilizzata la suite di programmi contenuta nel pacchetto ARIA/Industry costituita dal codice Minerve/Swift per la ricostruzione diagnostica dei campi di vento su terreno complesso, dal codice SurfPro 3.0 per la ricostruzione dei campi di turbolenza e dal modello di dispersione lagrangiano a particelle SPRAY 3.1 (Fig. 18).

L'insieme dei programmi citati consente di tenere conto in maniera diretta sia dell'orografia che di eventuali disomogeneità del terreno (come ad esempio la presenza di interfaccia terra-mare), simulando condizioni meteo-dispersive che presentano variazioni nelle tre dimensioni e nel tempo. Nei prossimi paragrafi è contenuta una descrizione più dettagliata di ognuno dei codici e delle loro principali funzionalità.

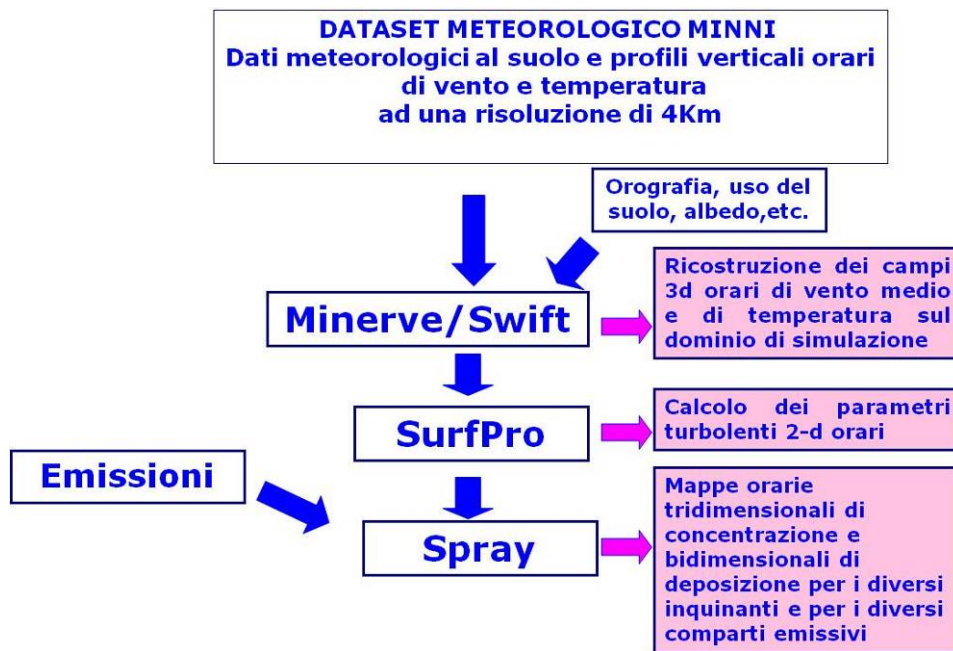


Fig.18 Schema della cascata modellistica utilizzata

6.5.1 Modello meteorologico diagnostico e micro-meteorologico

Il modello Minerve/Swift, sviluppato da EDF e ARIA Technologies S.A. (Aria Technologies, 2001, Finardi et al. 1998), è un codice “mass-consistent” di tipo diagnostico in grado di ricostruire i campi tridimensionali di vento e temperatura. Per la ricostruzione del campo di vento il modello opera essenzialmente in due fasi: nella prima effettua l’interpolazione sul dominio di calcolo tridimensionale dei dati di vento forniti in input; nella seconda, detta di analisi oggettiva, applica il principio fluidodinamico di conservazione della massa ad ogni cella del dominio e produce un campo di vento definito aggiustato. La ricostruzione del campo di temperatura viene effettuata mediante una interpolazione tridimensionale di Cressman.

Il codice SurfPro, sviluppato da ARIANET S.r.l. (Silibello, 2006), è un preprocessore micrometeorologico in grado di ricostruire le principali variabili che descrivono la turbolenza atmosferica su terreno complesso, necessarie in input a modelli di dispersione. Il codice riceve in input i campi tridimensionali di vento e temperatura, generati dal codice MINERVE/Swift 7.1, eventuali variabili meteorologiche disponibili sul territorio in esame (quali ad esempio la nuvolosità ora per ora disponibile dai campi provenienti da un modello prognostico) e la matrice di dati di uso del suolo su un grigliato orizzontale corrispondente a quello dei dati di vento. In questo modo si riesce a tener conto della non omogeneità orizzontale del terreno nella risposta alla forzante radiativa solare e la conseguente disomogeneità nei campi di turbolenza che si vengono a determinare.

Utilizzando diversi schemi di parametrizzazione della turbolenza consolidati in letteratura, il codice ricostruisce campi bidimensionali delle seguenti variabili:

- altezza di rugosità z_0 ;
- altezza dello strato limite notturno o dello strato limite convettivo diurno H_{mix} ;
- velocità di frizione u^* ;
- altezza di Monin-Obukhov L ;
- velocità convettiva di scala w^*
- velocità di deposizione secca per specie chimiche gassose e particolato.

SURFPro stima la velocità di deposizione secca mediante un modello resistivo che considera l'inverso della somma delle diverse resistenze.

Il programma tiene inoltre conto sia dell'inclinazione dei pendii rispetto a quella dei raggi solari che degli effetti d'ombra presenti a causa dell'eventuale mascheramento provocato dall'orografia.

6.5.2 Pre-processore delle emissioni

L'input emissivo al modello di simulazione SPRAY è stato messo a punto a partire dai dati illustrati ai paragrafi precedenti, che provengono dall'inventario regionale INEMAR. Il codice utilizzato per le simulazioni necessita di un input su base oraria per tutto il periodo di simulazione (8760 ore). I dati emissivi, espressi in t/anno per ogni inquinante di interesse, sono stati disaggregati nello spazio e nel tempo, utilizzando i moduli di calcolo di Emission Manager (ARIA Technologies, 2008), gestiti attraverso la shell EMMA (Calori, 2006).

Le emissioni di Benzene sono state derivate in questo studio applicando profili di speciazione standard.

6.5.3 Modello di dispersione

SPRAY 3.1 sviluppato da ARIANET S.r.l. e ARIA Technologies S.A. (Tinarelli et al., 1994, 1999, 2007) è un modello tridimensionale lagrangiano per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera in grado di tenere conto delle variazioni del flusso e della turbolenza atmosferica sia nello spazio (condizioni disomogenee) che nel tempo (condizioni non stazionarie). È in grado di ricostruire campi di concentrazione determinati da sorgenti puntiformi, lineari, areali o volumetriche.

L'inquinante è simulato da "particelle virtuali" il cui movimento è definito sia dal vento medio locale che da velocità casuali che riproducono le caratteristiche statistiche della turbolenza atmosferica. In questo modo, differenti parti del pennacchio emesso possono "vedere" differenti condizioni atmosferiche, permettendo simulazioni più realistiche in condizioni difficili da riprodurre con modelli tradizionali (calma di vento, inversione di

temperatura con la quota, impatto con orografia complessa, dispersione in siti con forti discontinuità spaziali tipo terra-mare o città-campagna). SPRAY è il grado di simulare il sovrainnalzamento termico di effluenti caldi mediante opportune formule dinamiche (Anfossi, 1993), in grado di tenere conto delle variazioni verticali e orizzontali di vento e stabilità atmosferica.

SPRAY 3.1 è in grado di simulare i fenomeni di deposizione secca ed umida. La deposizione secca viene simulata mediante un metodo di rimozione probabilistico orientato alla particella, derivato dalla soluzione dell'equazione di Fokker-Planck (Boughton et al., 1987), che impone una condizione al contorno al suolo tale da garantire, in ogni intervallo di tempo Δt , che il flusso di deposizione sia proporzionale alla concentrazione al suolo, secondo un coefficiente rappresentato dalla velocità di deposizione. La massa rimossa dalla particella viene accumulata nella cella sottostante consentendo il calcolo dei flussi di deposizione per ogni specie considerata. La deposizione umida viene calcolata in presenza di precipitazione, ipotizzando che, in ogni intervallo di tempo Δt , vi sia un decadimento o rimozione della massa di una specie associata alla particella secondo la legge esponenziale:

$$m(t + \Delta t) = m(t)e^{-S\Delta t}$$

dove S è definito come coefficiente di washout, proporzionale alla precipitazione $S = S_1 R$; R rappresenta il rateo di precipitazione in mm/ora; S_1 è il coefficiente standardizzato di washout, dipendente dalla specie o dalla granulometria di particolato e riferito alla precipitazione standard di 1 mm/ora. In presenza di specie di particolato di granulometria elevata (tipicamente superiore a $10\mu\text{m}$) il codice è in grado di tenere conto del settling gravitazionale delle particelle, mediante velocità verticali di equilibrio sulle particelle calcolate mediante la formulazione seguente:

$$w_s = \frac{g\rho d^2 C_c}{18\mu}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, ρ la densità delle particelle espresso in kg/m^3 (supposta $\gg \rho_{\text{air}}$), d il diametro delle particelle, μ viscosità dinamica dell'aria ($18 \cdot 10^{-6} \text{ kg}/(\text{m s})$), C_c Cunningham slip-flow correction factor.

6.6 Risultati delle simulazioni

Il sistema di modelli descritto è stato utilizzato per simulare il trasporto e la dispersione degli inquinanti atmosferici emessi dagli impianti dello stabilimento ILVA ai fini della valutazione del danno sanitario relativamente sia alla situazione emissiva riferita all'anno 2010 (situazione 2010) che allo scenario emissivo post-applicazione delle prescrizioni previste dal riesame AIA (scenario 2016). Le simulazioni hanno prodotto mappe di concentrazione al suolo di macroinquinanti convenzionali (SO_2 , NO_x , benzene, PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$) e mappe di concentrazione e deposizione totale al suolo dei microinquinanti organici (diossine, PCB e IPA) ed inorganici (metalli). In particolare di seguito (dalla figura

19 alla 30) si mostrerà, per il PM10 e per gli inquinanti considerati nella stima del danno sanitario, il confronto tra le mappe di concentrazione media annuale e di deposizione totale relativamente sia alla situazione emissiva 2010 che allo scenario 2016.

In generale si osserva una diminuzione delle concentrazioni medie annuali al suolo dello scenario 2016 rispetto alla situazione 2010. Solo per alcuni inquinanti (come ad es. benzene e PCB) si nota un incremento nelle concentrazioni al suolo dello scenario rispetto alla situazione 2010, da attribuirsi alla maggiore capacità produttiva considerata (prescritta dal riesame) per il 2016 rispetto al 2010. Tale condizione incide su alcune emissioni (di tipo convogliato) in modo maggiore rispetto alla riduzione conseguente alle prescrizioni del riesame. In particolare per i PCB, sebbene i dati emissivi totali mostrino una diminuzione del 6% tra il 2010 e il 2016 (rif. Tab. 8), l'effetto dell'attribuzione della maggiore capacità produttiva causa un aumento delle emissioni attribuite a camini mediamente più bassi, determinando quindi un incremento per lo scenario 2016 dei corrispondenti valori di concentrazione al suolo.

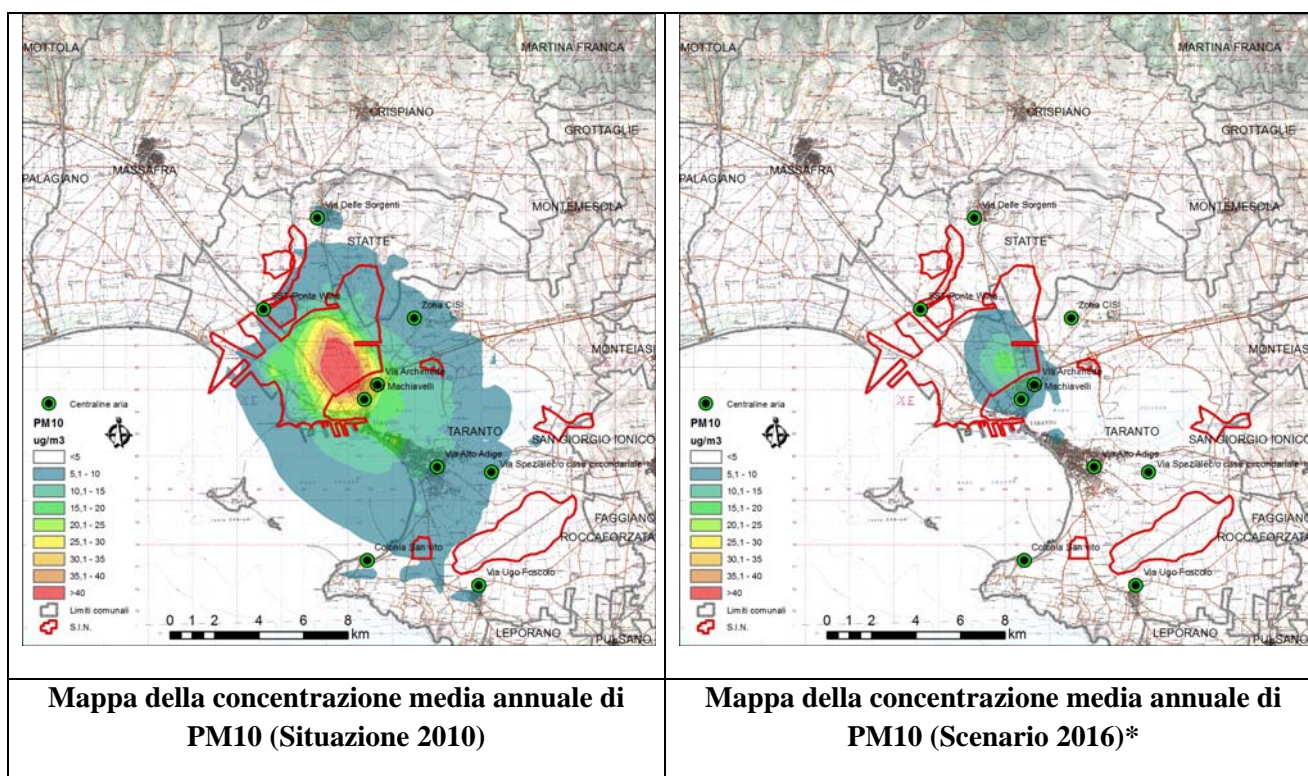
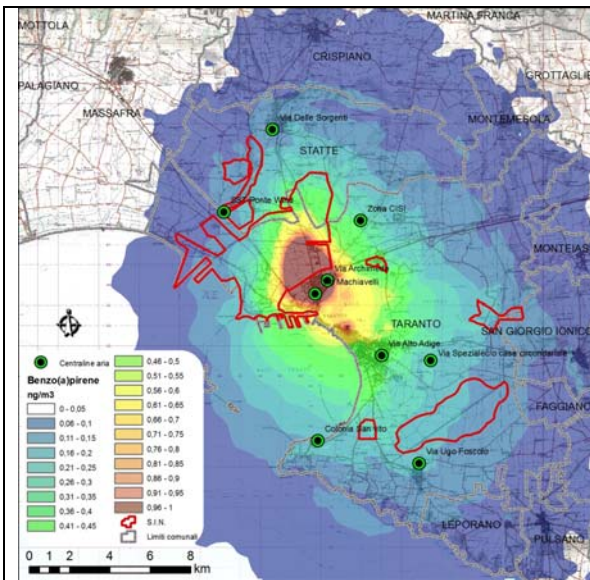
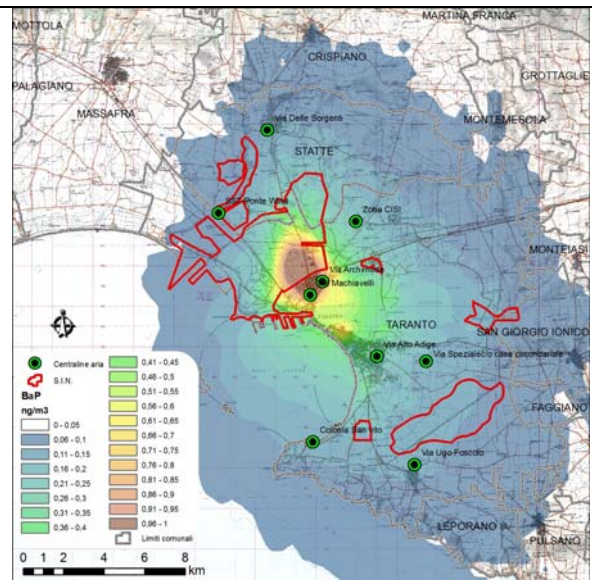


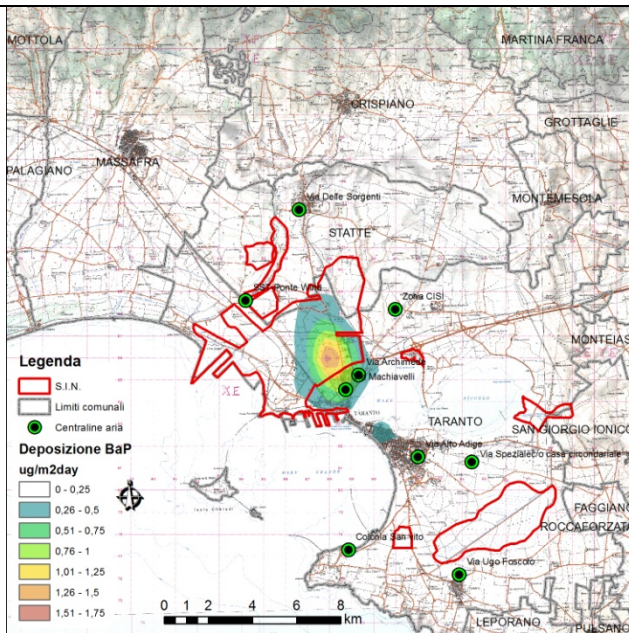
Fig.19 Mappe di concentrazione media annuale al suolo di PM10 relative alla situazione 2010 e allo scenario 2016 * *Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*



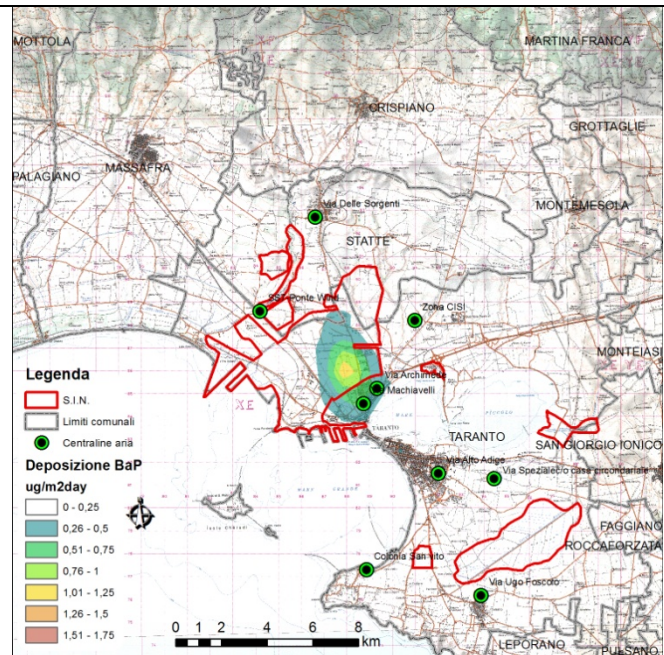
Mappa della concentrazione media annuale di BaP (Situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di BaP (Scenario 2016)*



Mappa di deposizione totale per il BaP (Situazione 2010)



Mappa di deposizione totale media per il BaP (Scenario 2016)*

Fig.20 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di BaP relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016.

**Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*

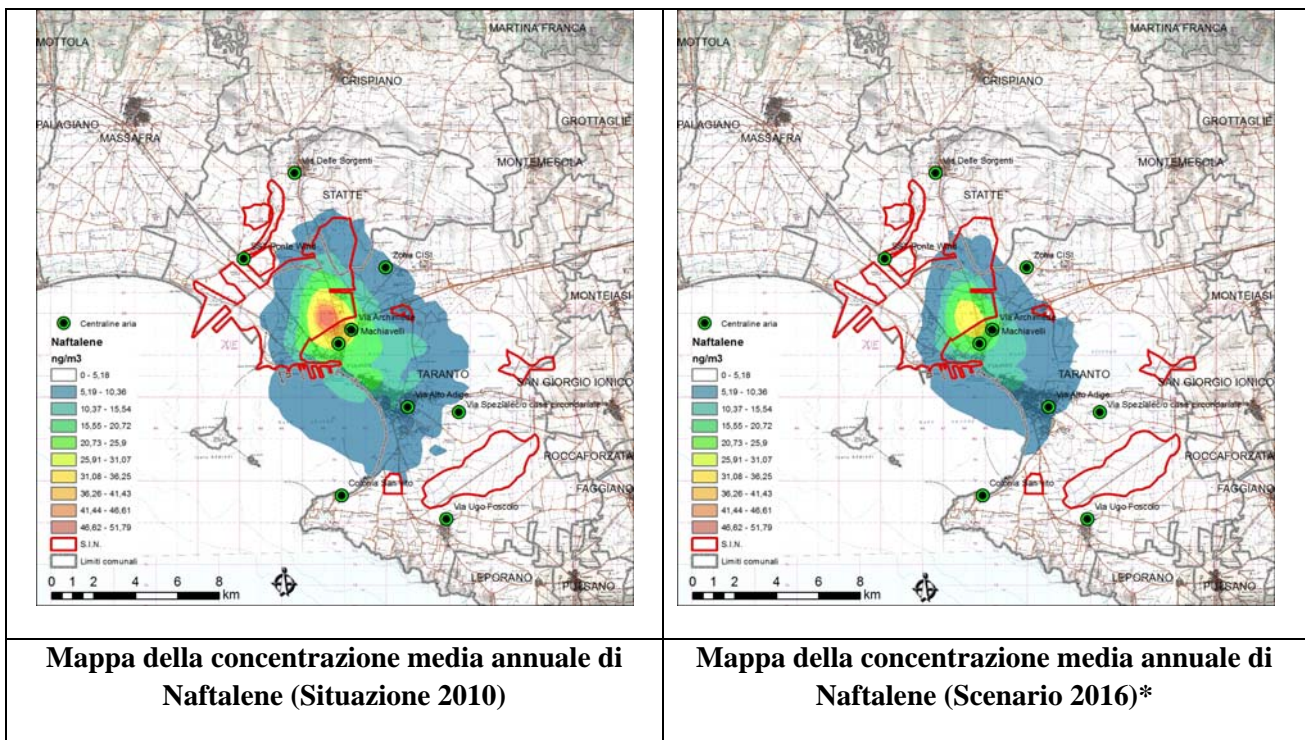
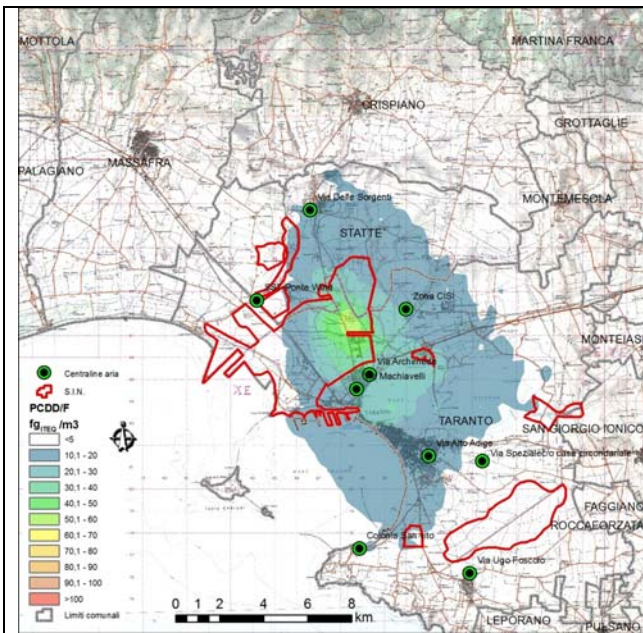


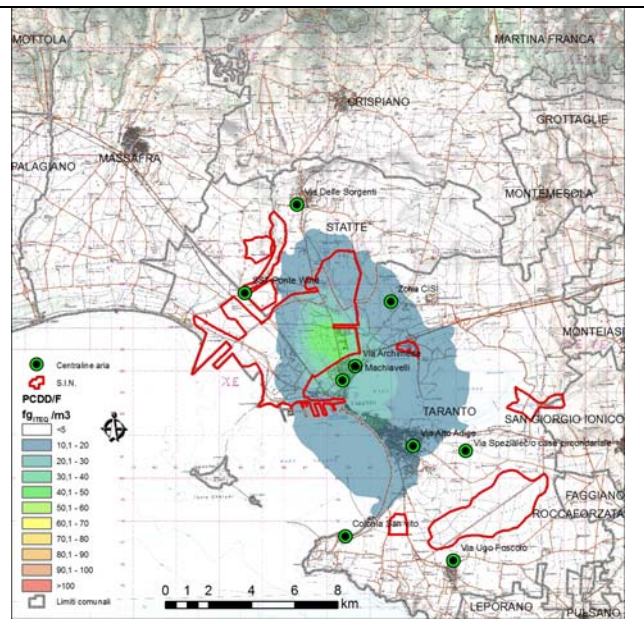
Fig.21 Mappe di concentrazione media annuale al suolo di Naftalene relative alla situazione 2010 e allo scenario 2016

**Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*

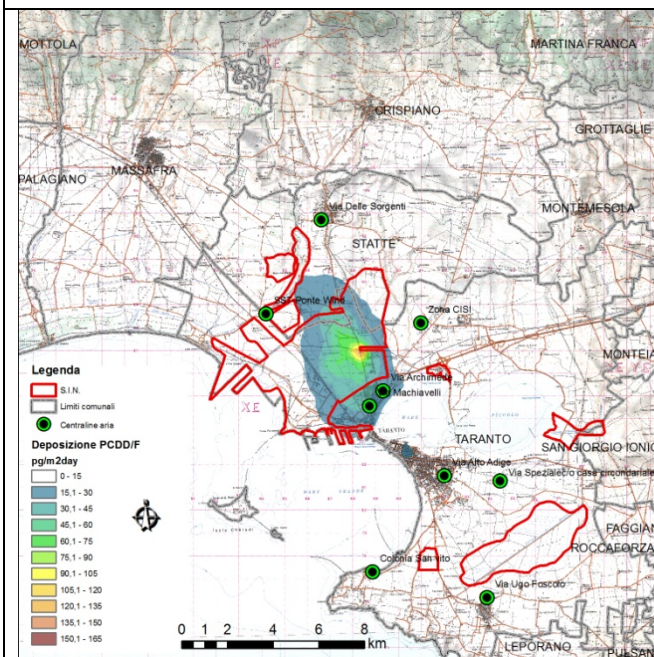
Dalle figure si evidenzia, relativamente al B(a)P ed al Naftalene, una sensibile diminuzione delle concentrazioni annuali simulate nel passaggio dal 2010 al 2016, in linea con l’attuazione di tutte le prescrizioni AIA (con particolare riferimento alle emissioni della cokeria e della sinterizzazione: diffuse e convogliate).



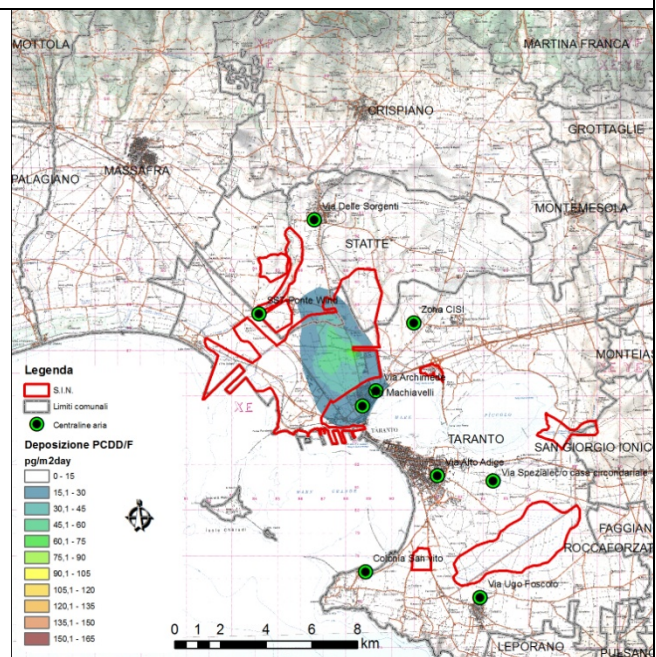
Mappa della concentrazione media annuale di PCDD/F (Situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di PCDD/F (Scenario 2016)*



Mappa della deposizione totale di PCDD/F (Situazione 2010)



Mappa della deposizione totale di PCDD/F (Scenario 2016)*

Fig.22 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di PCDD/F relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016.

**Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*

Per quel che riguarda il gruppo di composti PCDD/F è evidente per lo scenario 2016 la riduzione in termini di concentrazioni attese, dovuta, in questo caso, ai limiti imposti dal riesame AIA al camino E312, alle prescrizioni relative al contenimento delle polveri per le

aree a caldo ed in particolar modo alle misure previste per il contenimento delle emissioni diffuse.

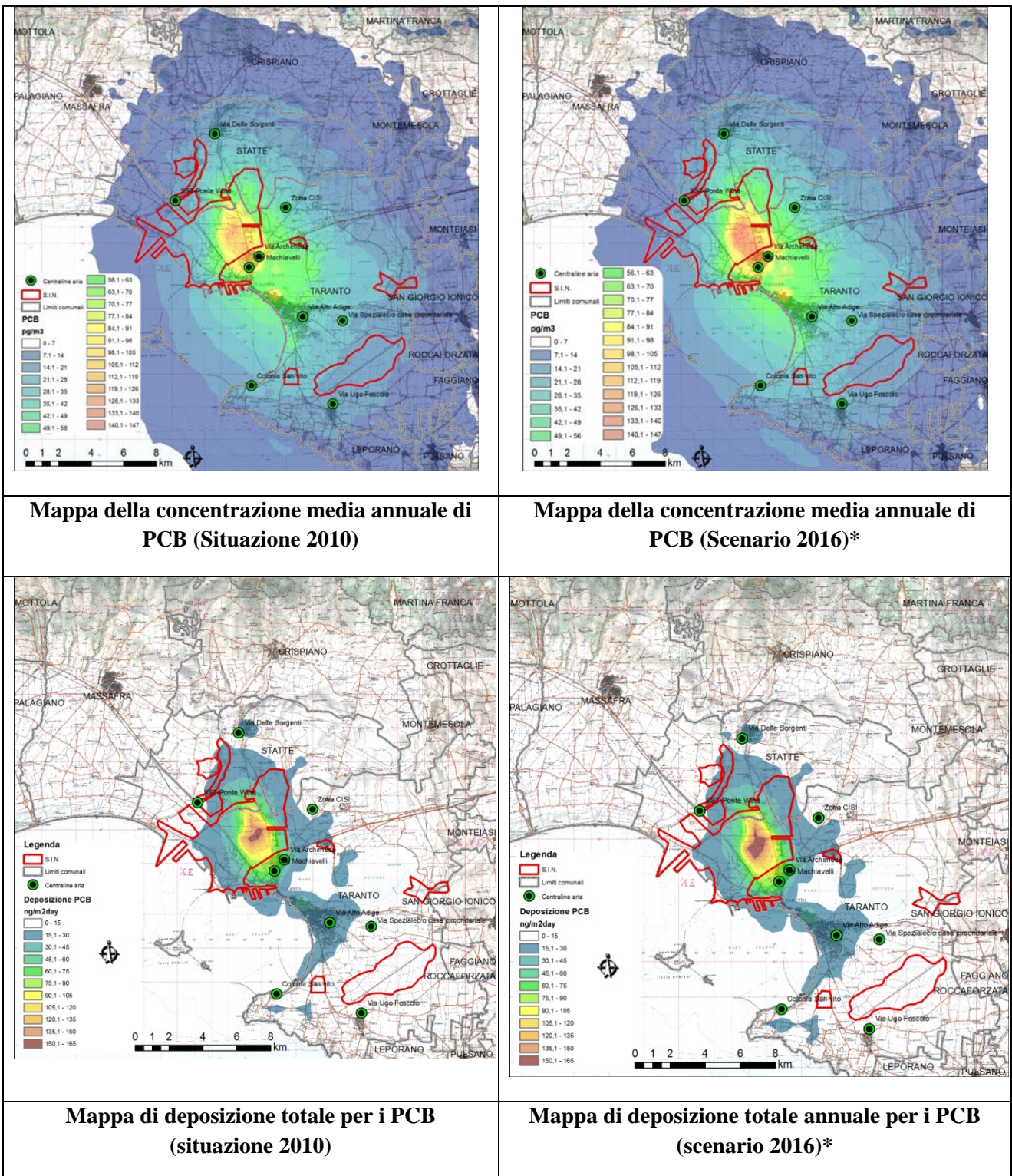


Fig.23 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di PCB relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016. *Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame

Sebbene i dati emissivi totali per i PCB mostrino una diminuzione del 6% tra il 2010 e il 2016 (rif. Tab. 9), l'effetto dell'attribuzione della maggiore capacità produttiva determina un

aumento delle emissioni attribuite a camini mediamente più bassi, determinando quindi un incremento per lo scenario 2016 dei corrispondenti valori di concentrazione al suolo .

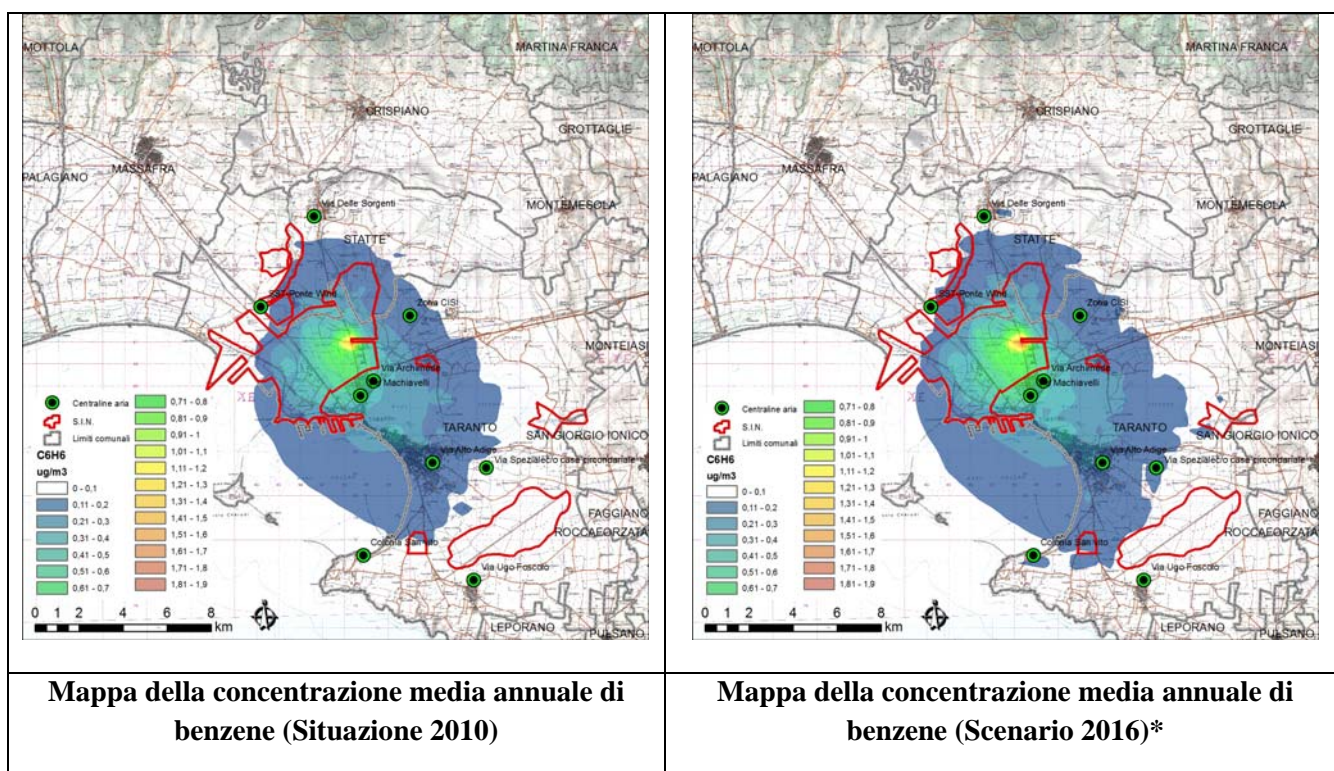
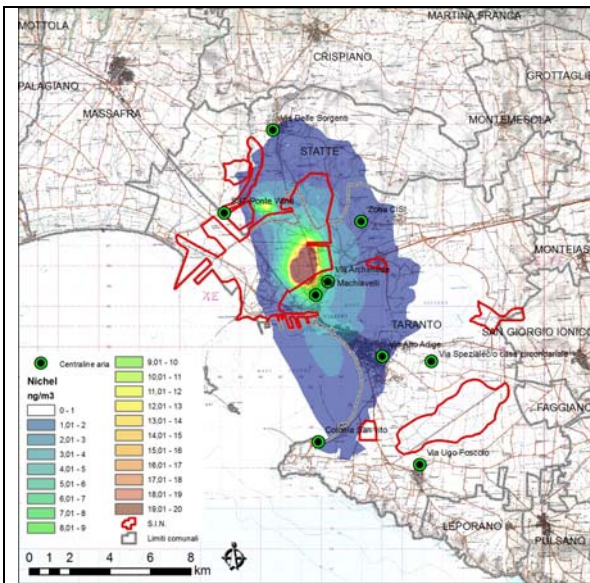


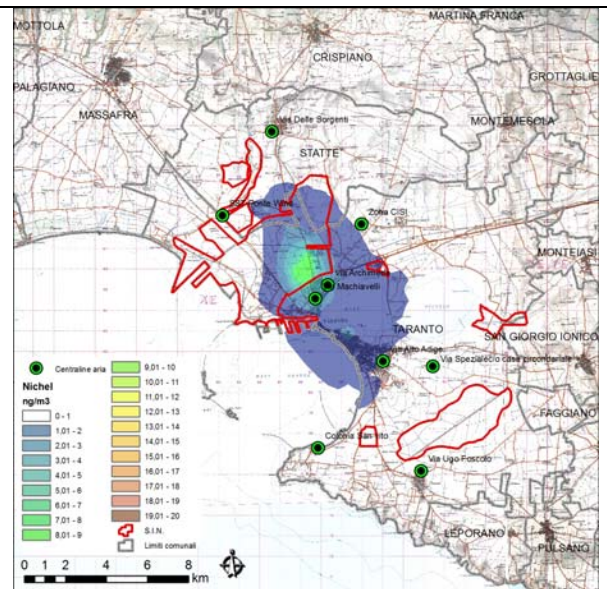
Fig.24 Mappe di concentrazione media annuale al suolo di C6H6 relative alla situazione 2010 e allo scenario 2016.

**Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*

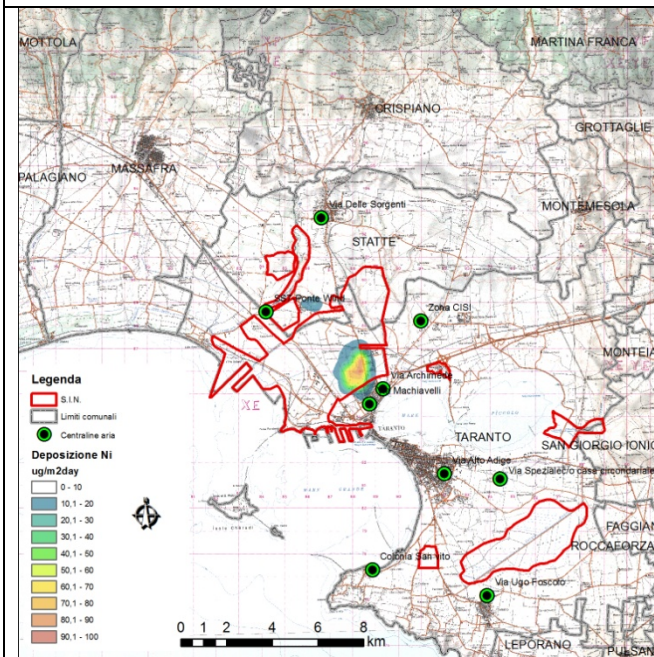
Nel caso del benzene, si evince un leggero aumento, in termini di concentrazioni attese, plausibilmente dovuto alla capacità massima considerata nel 2016 (superiore a quella reale 2010). Tale aumento non risulta adeguatamente controbilanciato dalla riduzione sulle concentrazioni al suolo prodotte dalle prescrizioni in ambito riesame AIA per tutti i processi che presentano emissioni di questo tipo di inquinante.



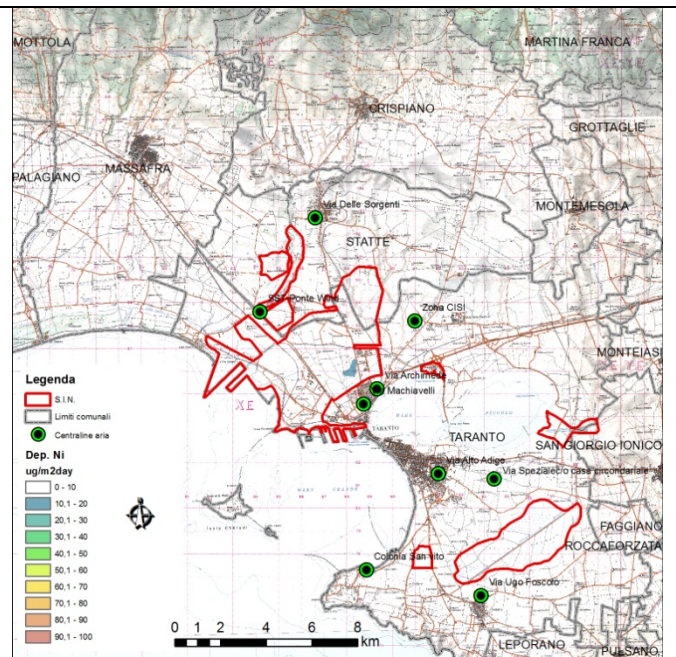
Mappa della concentrazione media annuale di Ni (situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di Ni (scenario 2016)*



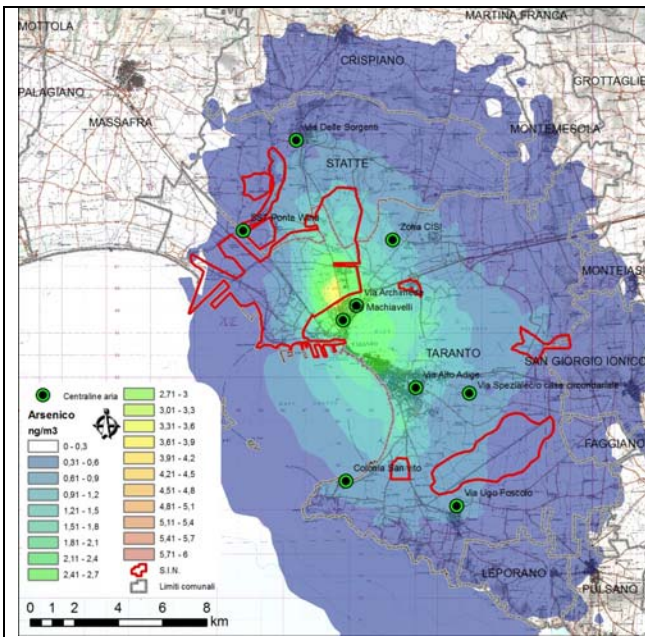
Mappa della deposizione totale di Ni (situazione 2010)



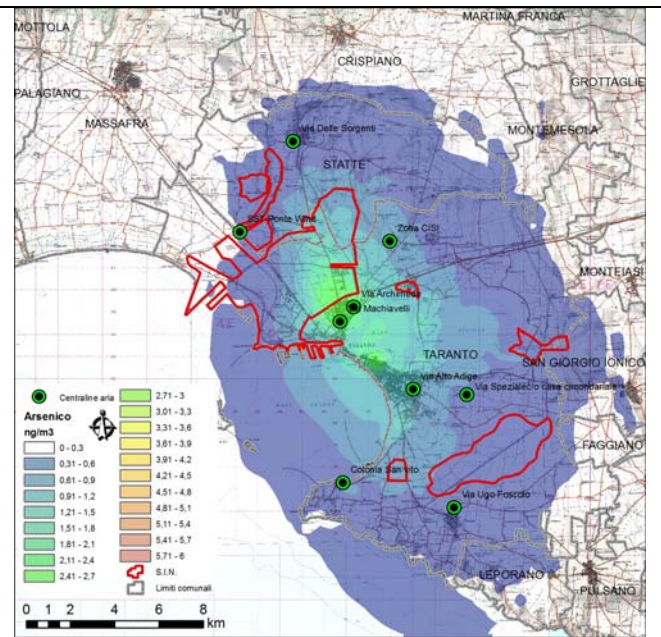
Mappa della deposizione totale di Ni (scenario 2016)*

Fig.25 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di Ni relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016

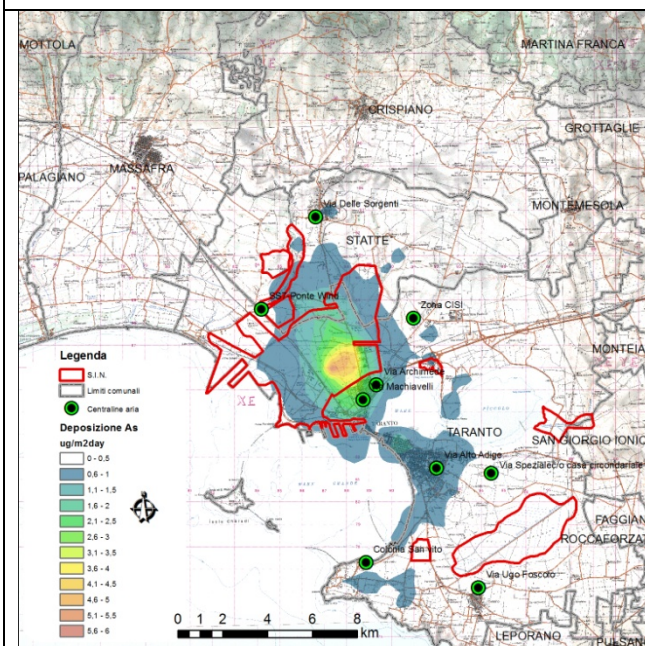
**Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*



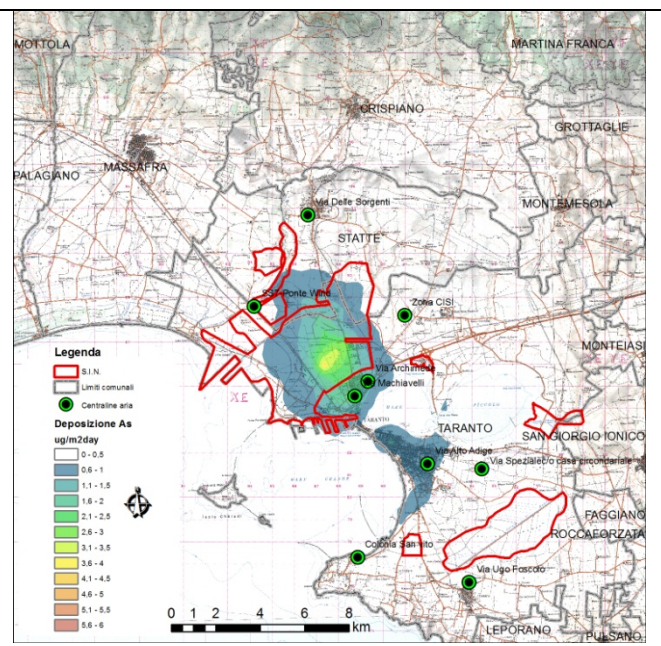
Mappa della concentrazione media annuale di As (situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di As (scenario 2016)*



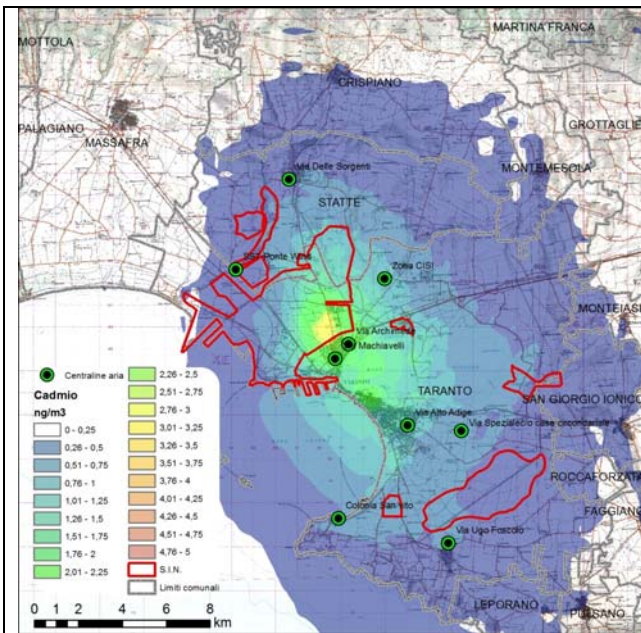
Mappa della deposizione totale di As (situazione 2010)



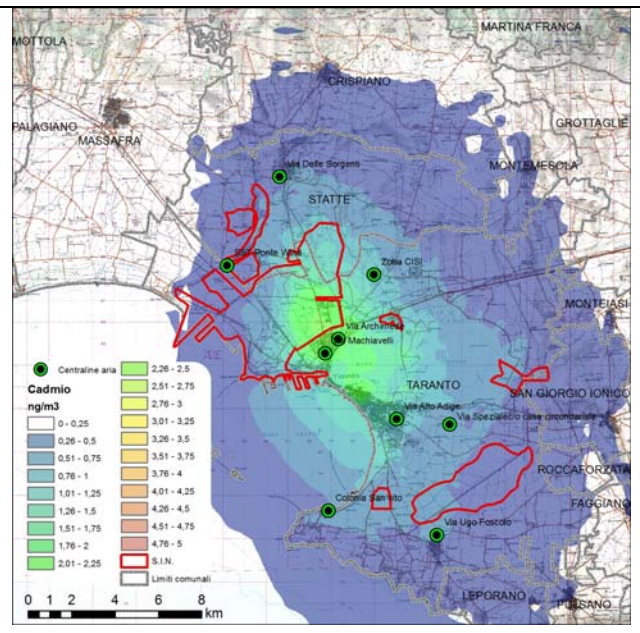
Mappa della deposizione totale di As (scenario 2016)*

Fig.26 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di As relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016

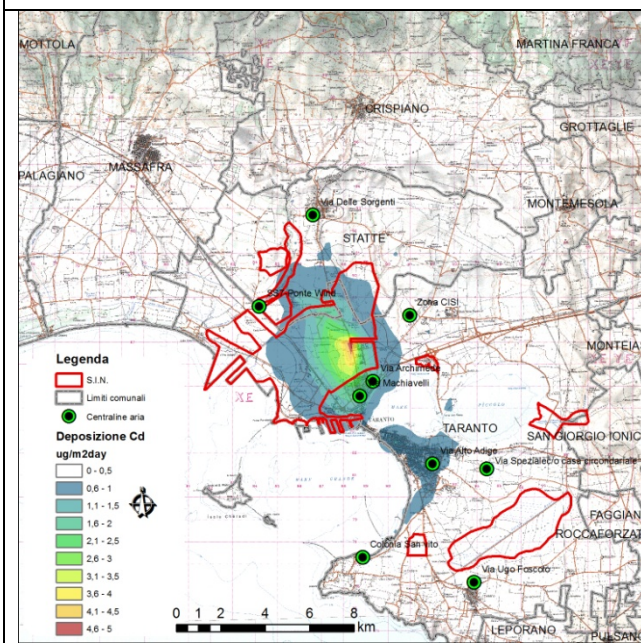
**Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*



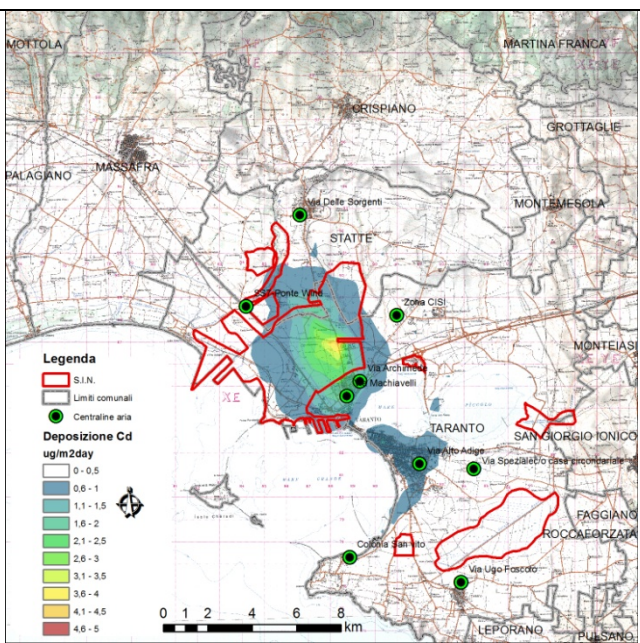
Mappa della concentrazione media annuale di Cd (situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di Cd (scenario 2016)*



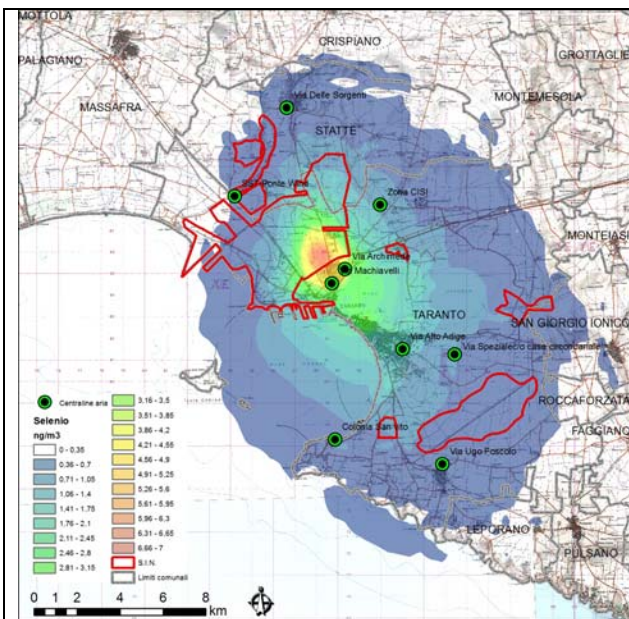
Mappa della deposizione totale di Cd (situazione 2010)



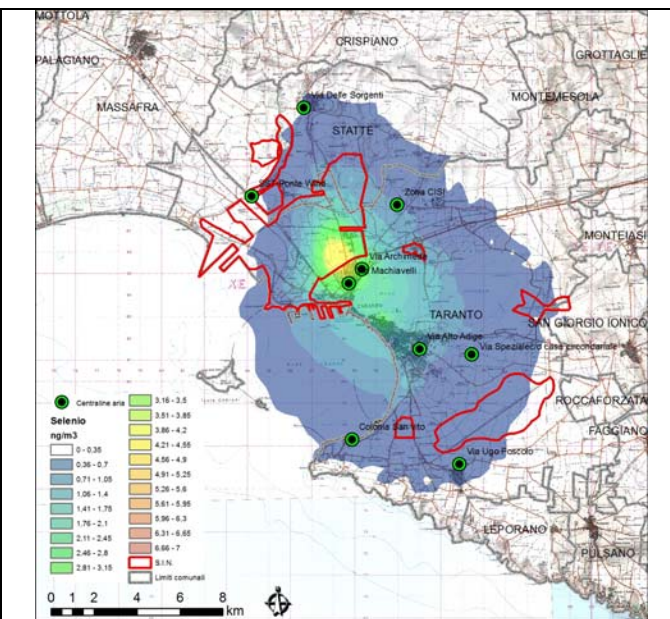
Mappa della deposizione totale di Cd (scenario 2016)*

Fig.27 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di Cd relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016.

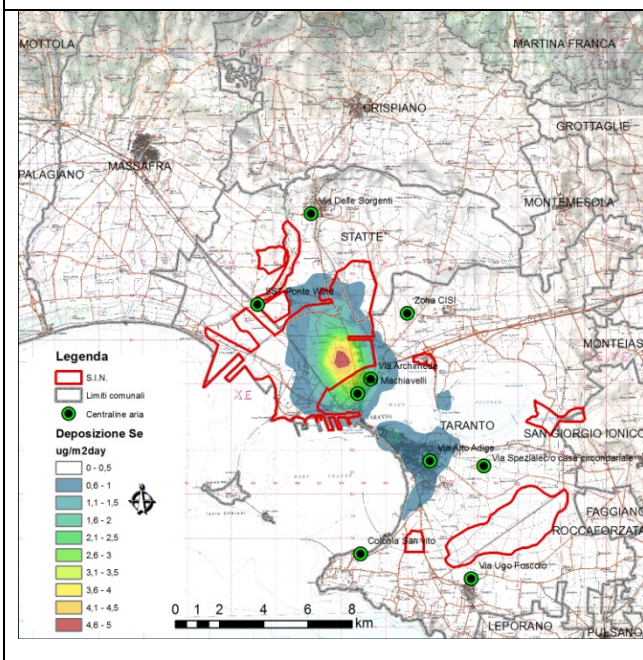
*Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame



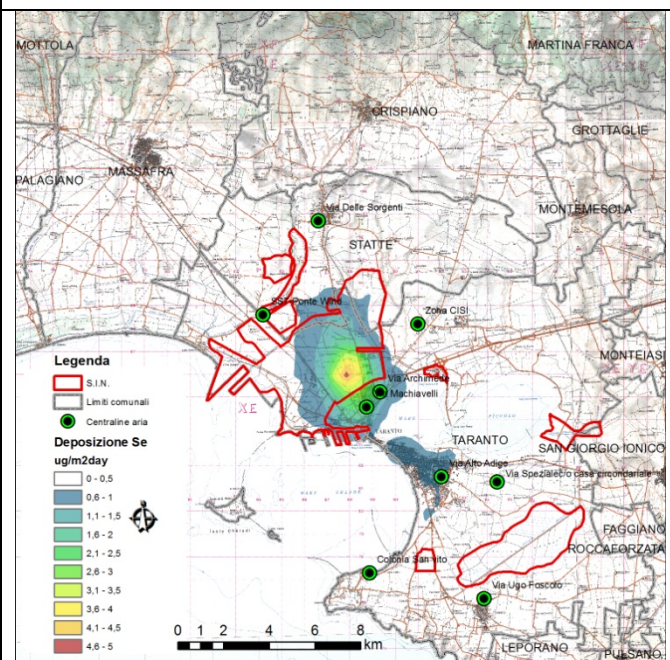
Mappa della concentrazione media annuale di Se (situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di Se (scenario 2016)*



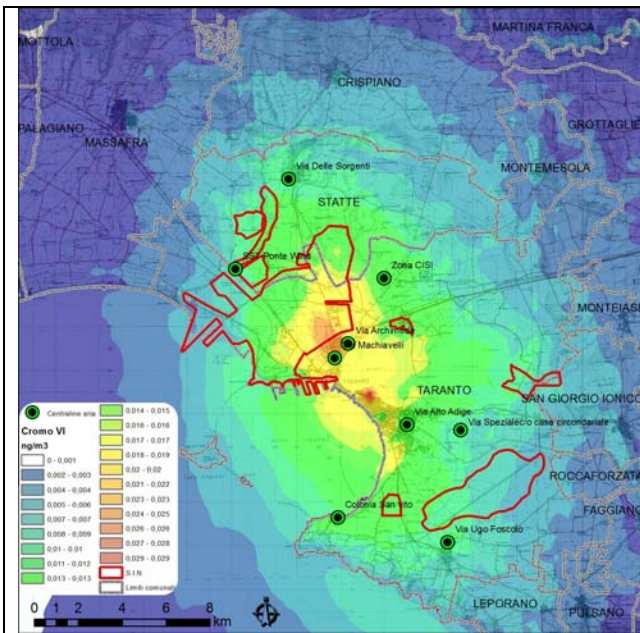
Mappa della deposizione totale di Se (situazione 2010)



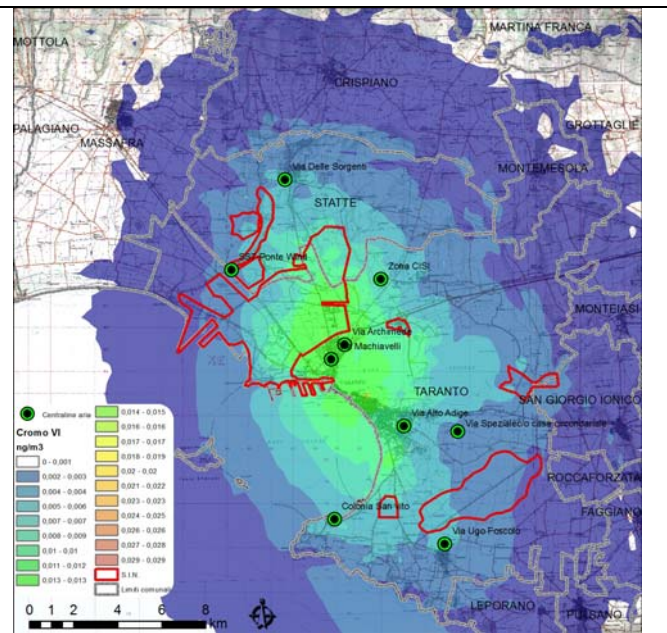
Mappa della deposizione totale di Se (scenario 2016)*

Fig.28 mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di Se relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016

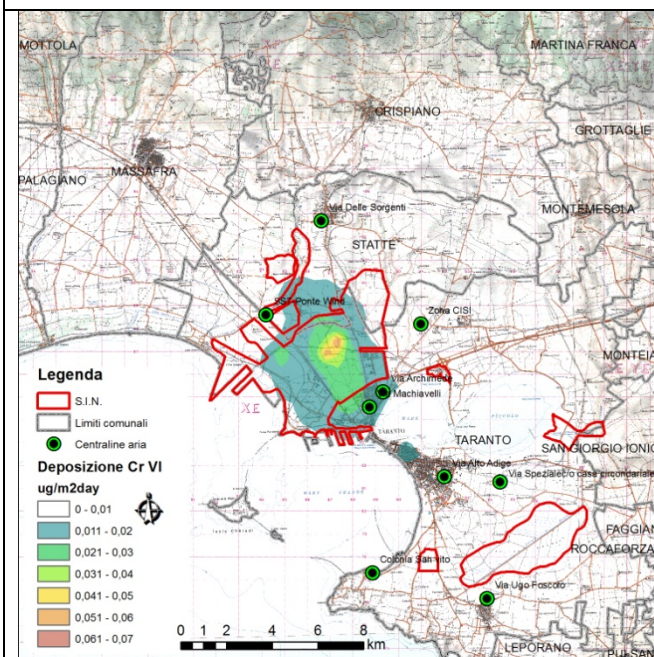
*Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame



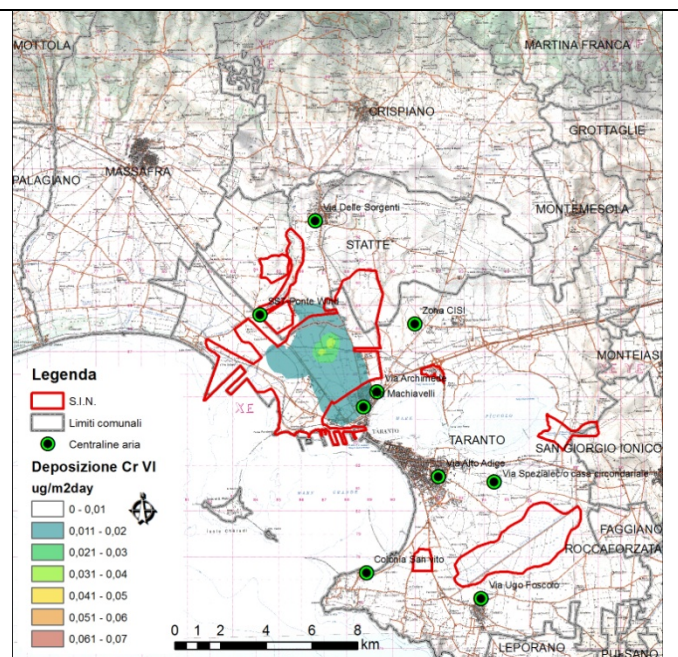
Mappa della concentrazione media annuale di Cr VI (situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di Cr VI (scenario 2016)*



Mappa della deposizione totale di Cr VI (situazione 2010)



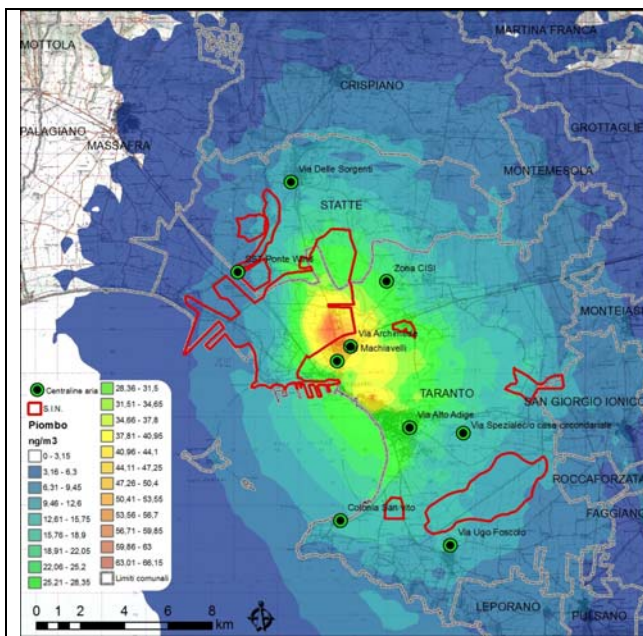
Mappa della deposizione totale di Cr VI (scenario 2016)*

Fig.29 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di depozione totale di CrVI relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario emissivo 2016

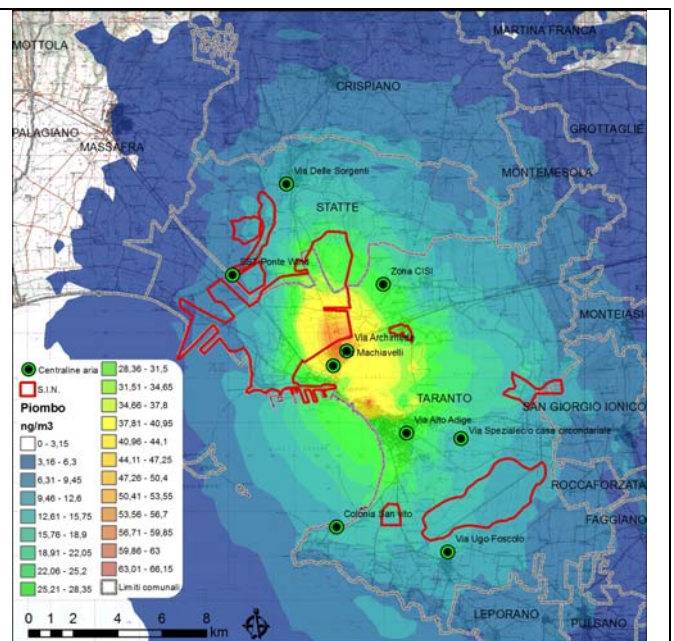
*Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame

Per i metalli, precedentemente mostrati, si nota una riduzione delle concentrazioni medie annuali al suolo dello scenario 2016 rispetto alla situazione 2010, dovuta all'effetto delle

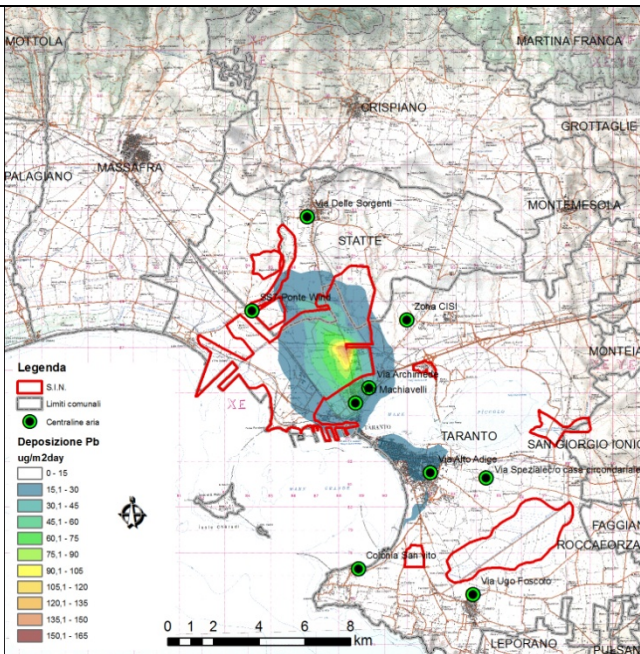
misure di contenimento previste dal riesame AIA per le emissioni diffuse (sorgenti fredde e calde).



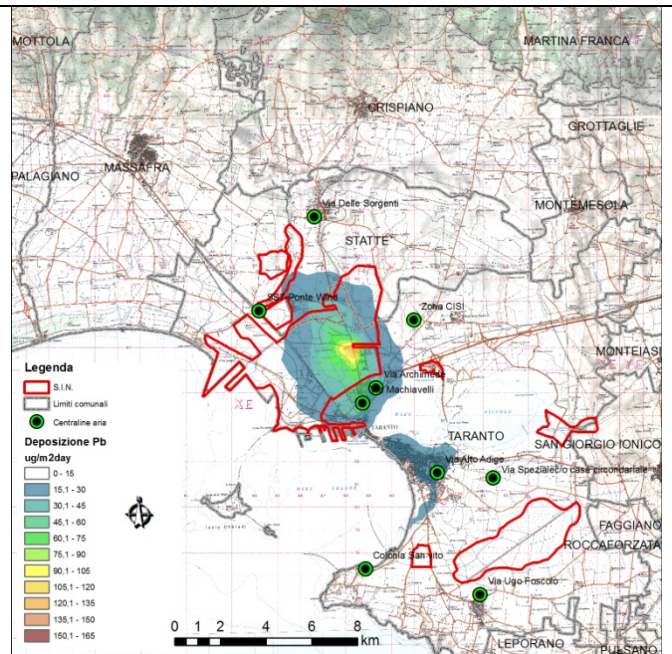
Mappa della concentrazione media annuale di Pb (situazione 2010)



Mappa della concentrazione media annuale di Pb (scenario 2016)*



Mappa della deposizione totale di Pb (situazione 2010)



Mappa della deposizione totale di Pb (scenario 2016)*

Fig.30 Mappe di concentrazione media annuale al suolo e di deposizione totale di Pb relative alla situazione emissiva 2010 e allo scenario 2016. **Alla massima capacità produttiva prevista nel riesame*

Per quanto riguarda il piombo non si apprezzano sostanziali differenze tra le mappe delle concentrazioni annuali relative alla situazione emissiva 2010 e lo scenario 2016. Ciò è dovuto al sostanziale equilibrio determinatosi tra l'aumento di produzione, già più volte richiamato (attribuito allo scenario 2016), che incide maggiormente sulle emissioni convogliate del settore acciaio forno basico ad ossigeno (caratterizzato da camini non elevati) e le misure di contenimento, previste nel riesame, che a loro volta contribuiscono a ridurre le emissioni diffuse (fredde e calde) e le emissioni dalle sorgenti convogliate dei reparti di cokeria e sinterizzazione.

Al fine di valutare da un punto di vista qualitativo la capacità del modello di ricostruire la distribuzione spaziale degli inquinanti nell'area in esame, si riporta di seguito (Fig. 31) lo scatterplot di confronto tra le concentrazioni medie annuali di BaP osservate nell'anno 2010 e le medie annuali modellate relative alla situazione emissiva 2010. Il confronto deve comunque considerarsi indicativo perché la modellizzazione, pur avendo considerato le emissioni al 2010, è stata effettuata sul database meteorologico dell'anno 2007.

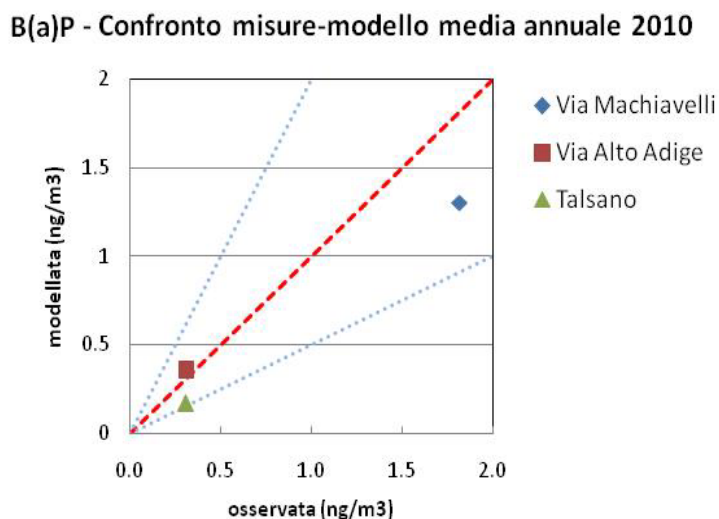


Fig.31 Confronto delle concentrazioni medie annuali di B(a)P misurato e modellato nel 2010

Dalla Figura si osserva un accordo soddisfacente tra i dati osservati e modellati, nonostante la modellizzazione abbia riguardato esclusivamente le sorgenti industriali di ILVA mentre i dati di centralina siano rappresentativi dello stato di qualità dell'aria, al quale contribuiscono tutte le sorgenti presenti sul territorio. Tale accordo era comunque atteso poiché precedenti studi (Arpa Puglia, 2010 e 2012) avevano già rilevato come alle concentrazioni al suolo di BaP sull'area tarantina contribuissero in modo prevalente i processi industriali del siderurgico.

7. Stima del rischio sanitario

7.1. Stima del rischio cancerogeno per via inalatoria

7.1.1. Scelta degli Unit Risk e degli Slope factor e valutazione dose-risposta

Il terzo step, la valutazione dose-risposta, quantifica il prodotto tra l'esposizione in termini di dose inalatoria e la risposta in termini di effetto sanitario avverso. Si ricorda che si ritiene che le sostanze cancerogene aumentino la probabilità che gli essere umani sviluppino un tumore senza che sia riconosciuta una soglia di non-effetto. Il potenziale cancerogeno di una sostanza chimica può essere valutato attraverso studi epidemiologici (soprattutto di epidemiologia occupazionale) ovvero tossicologici su animale di esperimento. I rischi incrementali unitari, stimati attraverso i predetti studi epidemiologici o tossicologici, sono espressi come Unit Risk o come Slope Factor. Lo Unit Risk (UR) rappresenta il rischio addizionale di sviluppare un tumore nel tempo vita, all'interno di una ipotetica popolazione, nella quale tutti gli individui sono esposti continuamente alla concentrazione di un $\mu\text{g}/\text{m}^3$ di sostanza cancerogena nell'aria che respirano (unità di misura: $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$). Il potenziale cancerogeno (o Slope Factor, SF) di una sostanza rappresenta il rischio che essa causi un tumore nel corso di tutta la vita, per unità di assunzione giornaliera per unità di peso corporeo (unità di misura: $(\text{mg}/\text{Kg}\cdot\text{day})^{-1}$). Gli Slope Factor (e gli Unit Risk) sono sviluppati attraverso modelli di estrapolazione statistica e, in accordo con l'EPA, i valori scelti corrispondono al limite di confidenza del 95%, rappresentando dunque un valore conservativo. Per le sostanze cancerogene considerate sono state ricercate in letteratura i rispettivi Unit Risk e i rispettivi Slope Factor. In figura 32 si riporta la formula che pone in relazione lo Slope Factor al corrispondente Unit Risk.

$$SF_{\text{ Inal.}} = IUR \left(\frac{70\text{kg}}{20\text{m}^3 / \text{giorno}} \right) 1000 \frac{\mu\text{g}}{\text{mg}}$$

Fig.32 Formula per il calcolo dello slope factor inalatorio a partire dallo unit risk

Fonte: Documento di supporto alla Banca dati "ISS-INAIL" Novembre 2012. INAIL, ISS

Dal momento che diversi enti scientifici e regolatori propongono diversi coefficienti si è deciso di sceglierli in base al seguente ordine di priorità:

1° WHO

2° US-EPA

3° Californian-EPA

4° Altra fonte

Le formule utilizzate in questo report per il calcolo del rischio si avvalgono degli Slope Factor per sostanza cancerogena, per cui sono stati utilizzati quelli direttamente reperibili

in letteratura, ove esistenti. Negli altri casi sono stati derivati dal rispettivo Unit Risk secondo la predetta formula. In tabella 9 sono riportati i coefficienti selezionati.

Tab. 9 Unit risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹ e Slope Factor delle sostanze monitorate ($\text{mg}/\text{Kg}\cdot\text{day}$)⁻¹

Sostanza	Inhalation Unit Risk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Fonte	Slope factor ($\text{mg}/\text{Kg}\cdot\text{day}$) ⁻¹	Fonte	Classificazione IARC *** e monografia di riferimento
Benzo[a]pirene	8.70E-02*	WHO	3.05E+02	-	1 volume 92, 100F Anno 2012
Naftalene	8.70E-05	WHO	3.05E-01	-	2B Volume 82 Anno 2002
Diossine (TEq)	3.30E+01	US-EPA	1.50E+05	-	2B Volume 11, Sup 7, 71 Anno 1999
PCB [Ht risk]**	1.00E-04	US-EPA	3.50E-01	-	2A Volume 18, Sup 7 Anno 1987
Benzene	6.00E-06	WHO	2.10E-02	-	1 Volume 29, Sup 7. 100F , Anno 2012
As	1.50E-03	WHO	5.25E+00	-	1 Volume 23, Sup 7, 100C Anno 2012
Cd	1.80E-03	US-EPA	6.30E+00	-	1 Volume 58, 100C Anno 2012
Cr (VI)	4.00E-02	WHO	1.40E+02	-	1 Volume 49, 100C 2012
Ni	4.00E-04	WHO	1.40E+00	-	1 Volume 49, 100C Anno 2012
Pb	-	US-EPA	4.20E-02	OEHHA	2A Volume 87 Anno 2006

* Lo unit risk di $8,7 \times 10^{-2}$ per una concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di BaP è adottato da WHO come indice del potere cancerogeno complessivo per inalazione di una miscela di PaH, quindi il valore è rappresentativo di tutti gli IPA. In via precauzionale si è considerato a parte il rischio del naftalene, data la sua volatilità

** Polychlorinated Biphenyls: (unspeciated mixtures): *Lowest Risk*: For use in cases where congeners with more than four chlorines comprise less than one-half percent of total polychlorinated biphenyls. *High Risk*: For use in cases where congeners with more than four chlorines do not comprise less than one-half percent of total polychlorinated biphenyls.

*** Classificazione IARC (Last update: 06 November 2012): Gruppo 1, Cancerogeno per l'uomo (sulla base di sufficiente evidenza negli animali da esperimento); Gruppo 2A, Probabile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza sufficiente negli animali da esperimento); Gruppo 2B, Possibile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo e evidenza non del tutto sufficiente negli animali da esperimento oppure di evidenza sufficiente negli animali ed evidenza inadeguata nell'uomo); Gruppo 3, Non classificabile per la cancerogenicità per l'uomo; Gruppo 4, Probabile non cancerogeno per l'uomo.

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>

Di seguito si riportano la formula utilizzata per il calcolo del rischio cancerogeno inalatorio (Fig.33).

$$\left(\text{Inhalation Dose} \frac{mg}{kg-day} \right) \left(\text{Cancer Potency} \frac{kg-day}{mg} \right) (1 \times 10^6) = \text{Cancer Risk (chances per million)}$$

Fig.33 Formula per il calcolo del rischio cancerogeno per via inalatoria nella popolazione esposta

Fonte: The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments August 2003. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency

7.1.2 Caratterizzazione del rischio cancerogeno per esposizione inalatoria

Le formule sopra esposte sono state utilizzate per calcolare il rischio cancerogeno inalatorio sostanza-specifico per tutti gli inquinanti considerati.

Secondo una modalità additiva i rischi delle sostanze sono stati combinati per ottenere mappe di rischio cancerogeno totale.

Nelle figure 34 e 35 si riportano le mappe del rischio cancerogeno life-time (70 anni) riferito alle concentrazioni modellizzate (media annuale) del B[a]P, ipotizzando che la popolazione sia esposta per 70 anni alle medesime concentrazioni per la situazione 2010 e per lo scenario 2016. Il B[a]P è infatti la sostanza alla quale è attribuita la maggior parte del rischio cancerogeno, come sarà più dettagliatamente illustrato in seguito.

Sono state infine prodotte le mappe del rischio cancerogeno inalatorio totale relativo alla somma dei rischi di tutte le sostanze cancerogene considerate: IPA (come B[a]P, con aggiunta del Naftalene in quanto sostanza volatile), Benzene, Diossine, PCB, As, Cr, Ni, Cd, Pb (Figg. 36-37).

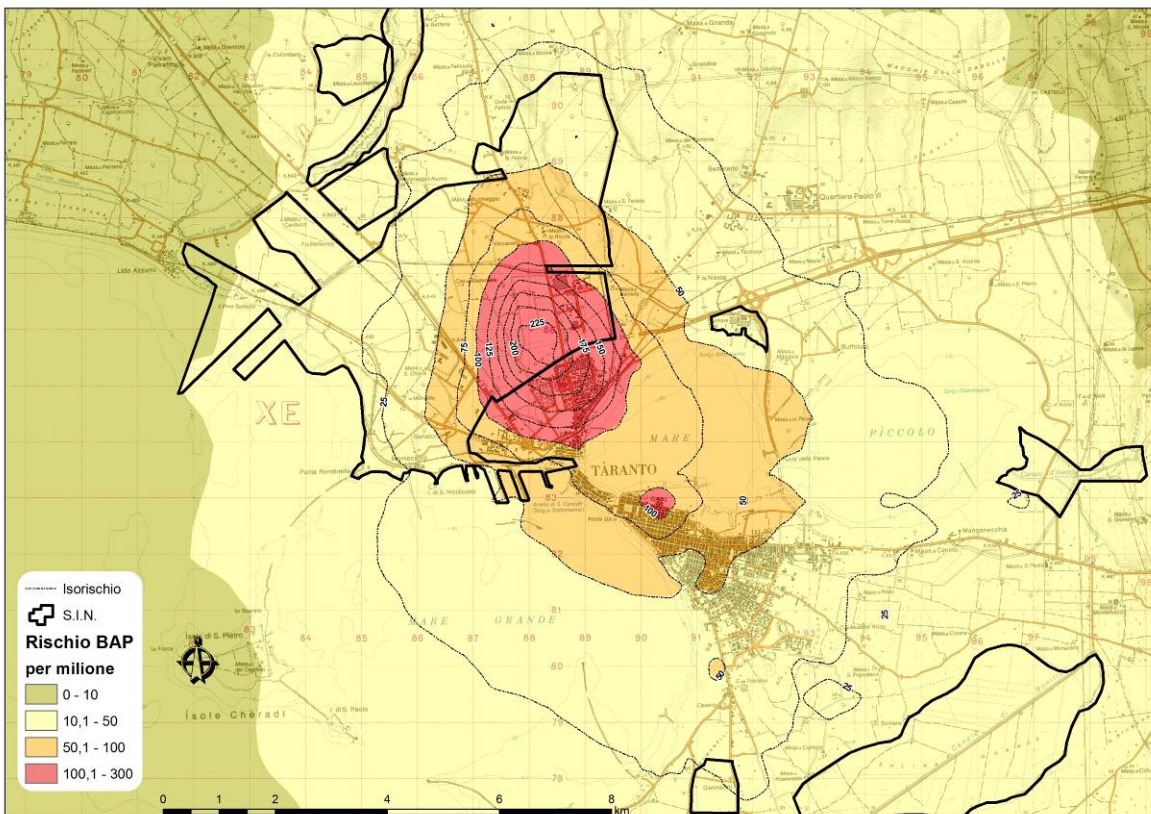


Fig.34 Mappa di rischio cancerogeno per via inalatoria attribuibile al Benzo[a]pirene (per milione).
Situazione 2010

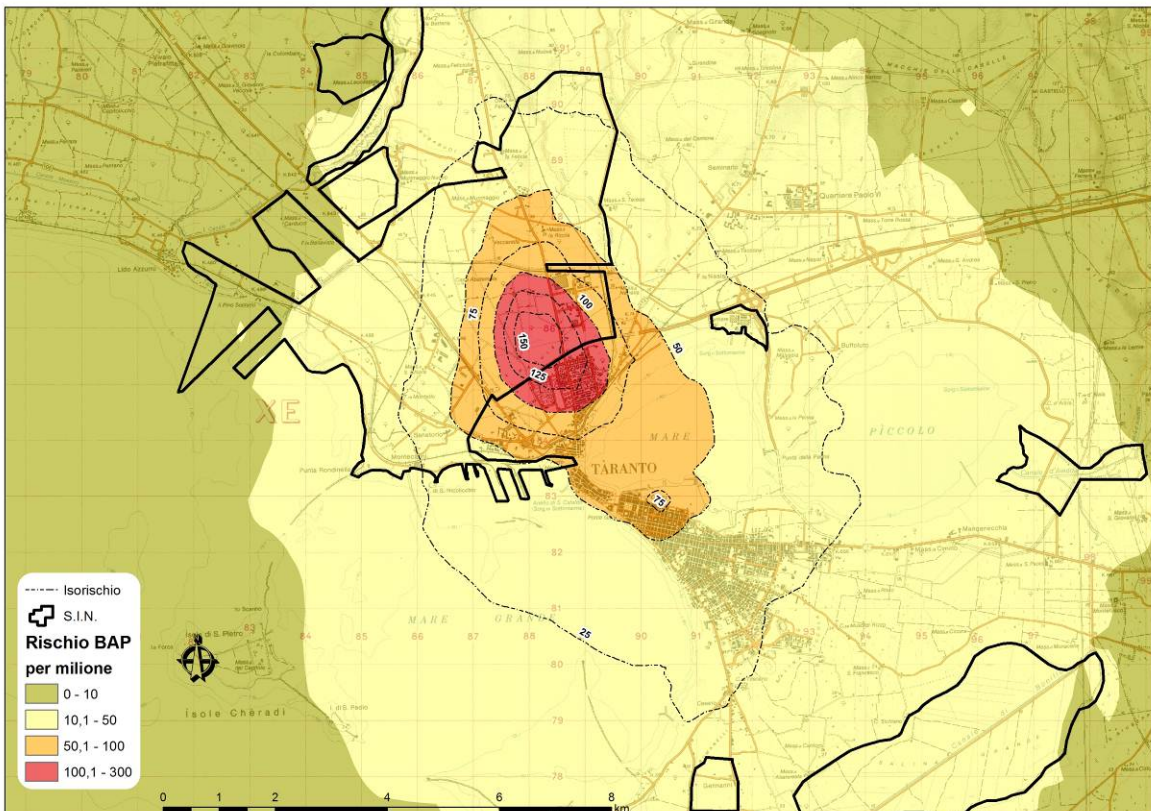


Fig.35 Mappa di rischio cancerogeno per via inalatoria attribuibile al Benzo[a]pirene (per milione).
Scenario 2016

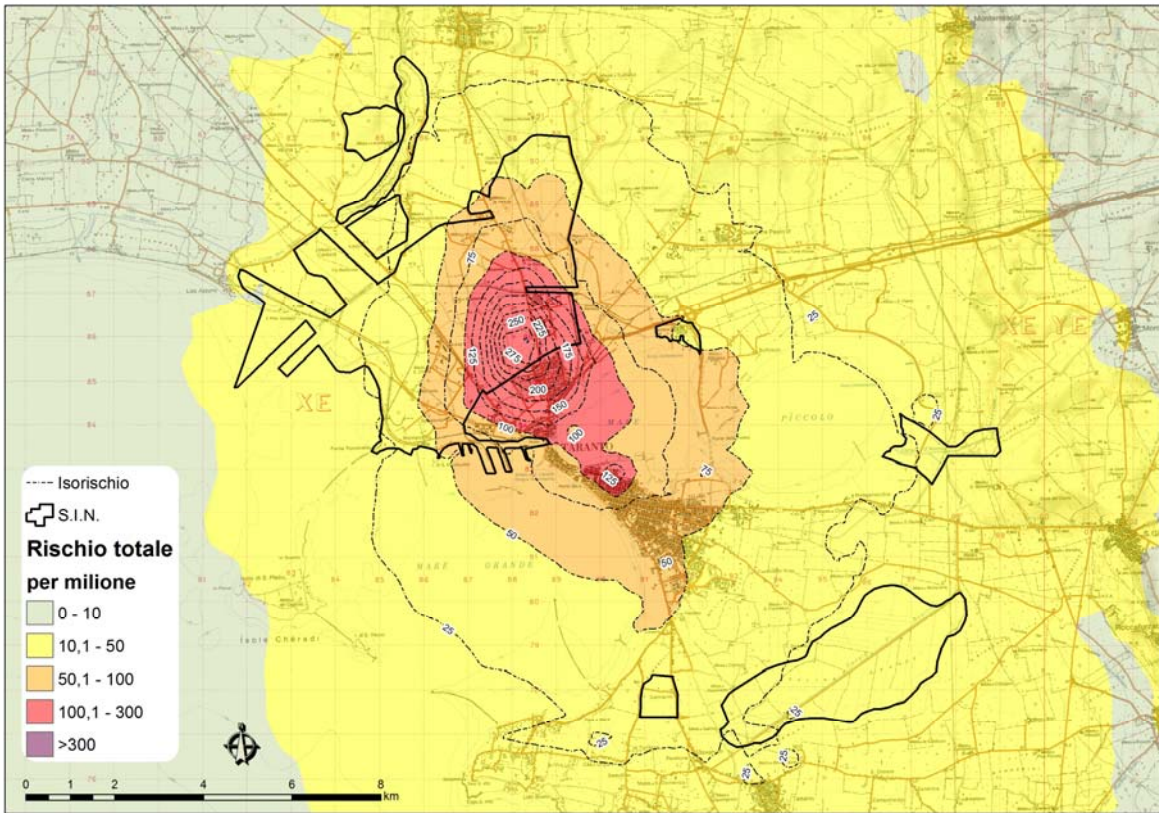


Fig.36 Mappa del rischio cancerogeno totale per via inalatoria (per milione). Situazione 2010

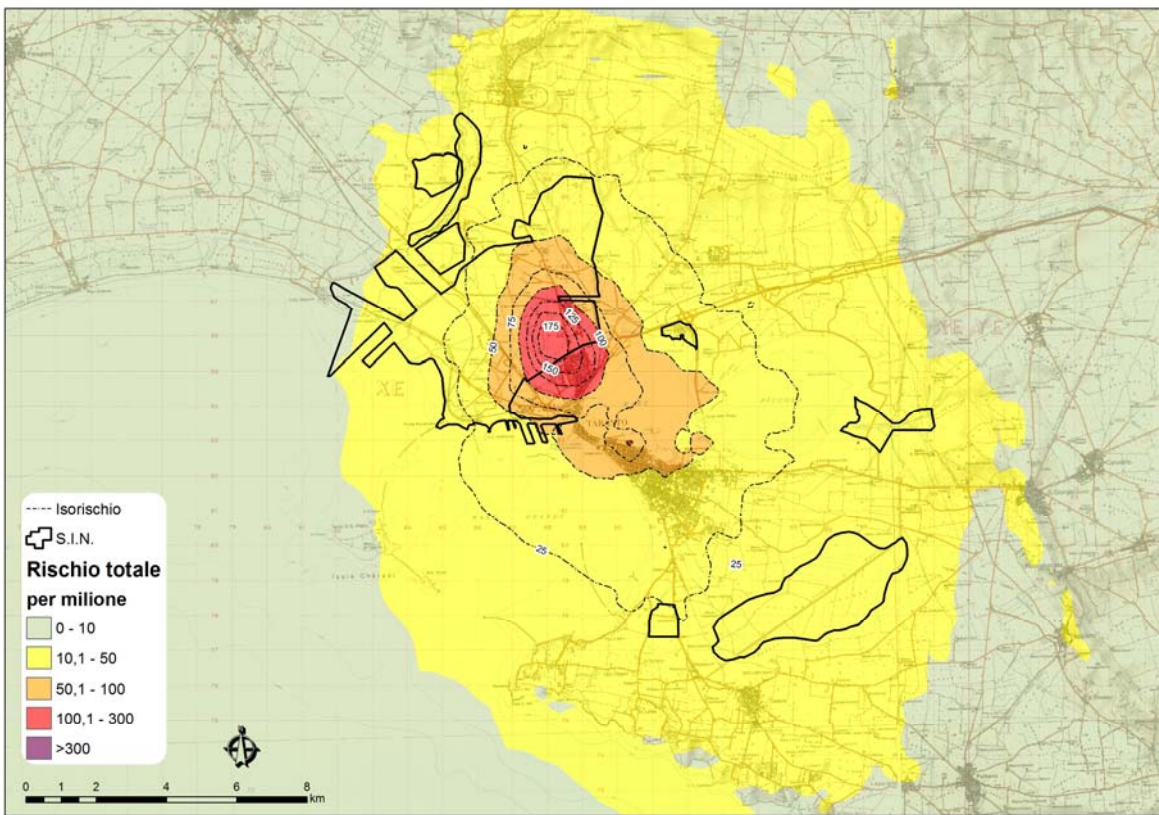


Fig.37 Mappa del rischio cancerogeno totale per via inalatoria (per milione). Situazione 2016

Nelle figure 38 e 39 sono state evidenziate le isoplete di rischio corrispondenti al valore di 1:10.000 in giallo e 2:10.000 per i due scenari, laddove nelle figure 40 e 41 si evidenzia la situazione a carico del punto di massimo impatto che è costituito dal quartiere Tamburi.

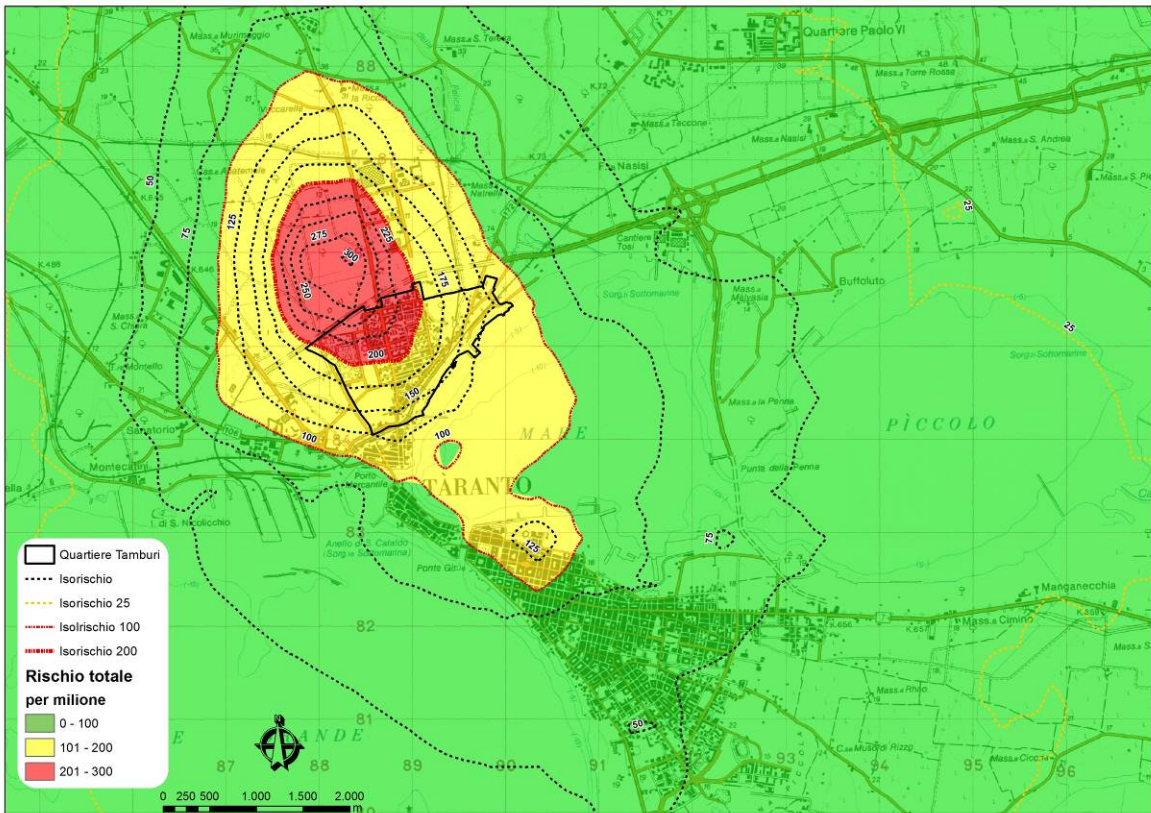


Fig.38 Mappa di sintesi con indicazioni delle aree in cui il rischio cancerogeno inalatorio totale è superiore a 1:10.000 (giallo) e a 2:10.000 (rosso). Situazione 2010

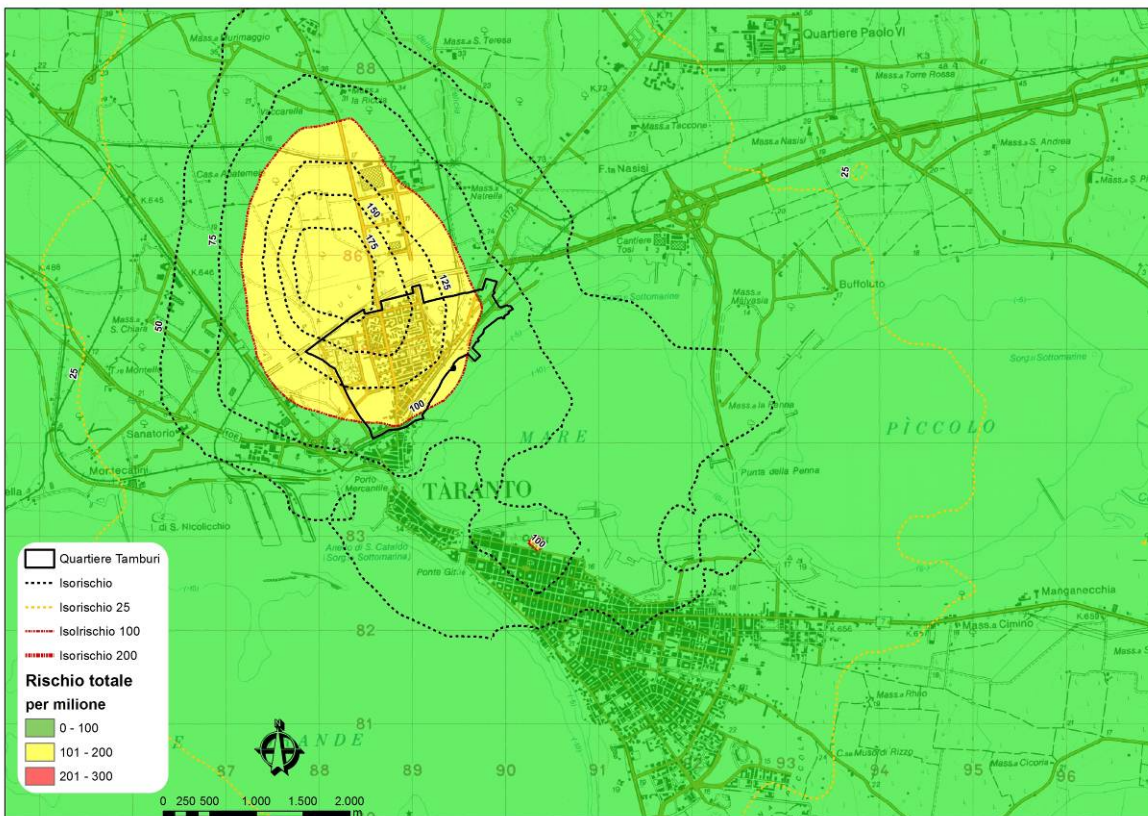


Fig.39 Mappa di sintesi con indicazioni delle aree in cui il rischio cancerogeno inalatorio totale è superiore a 1:10.000 (giallo). Scenario 2016

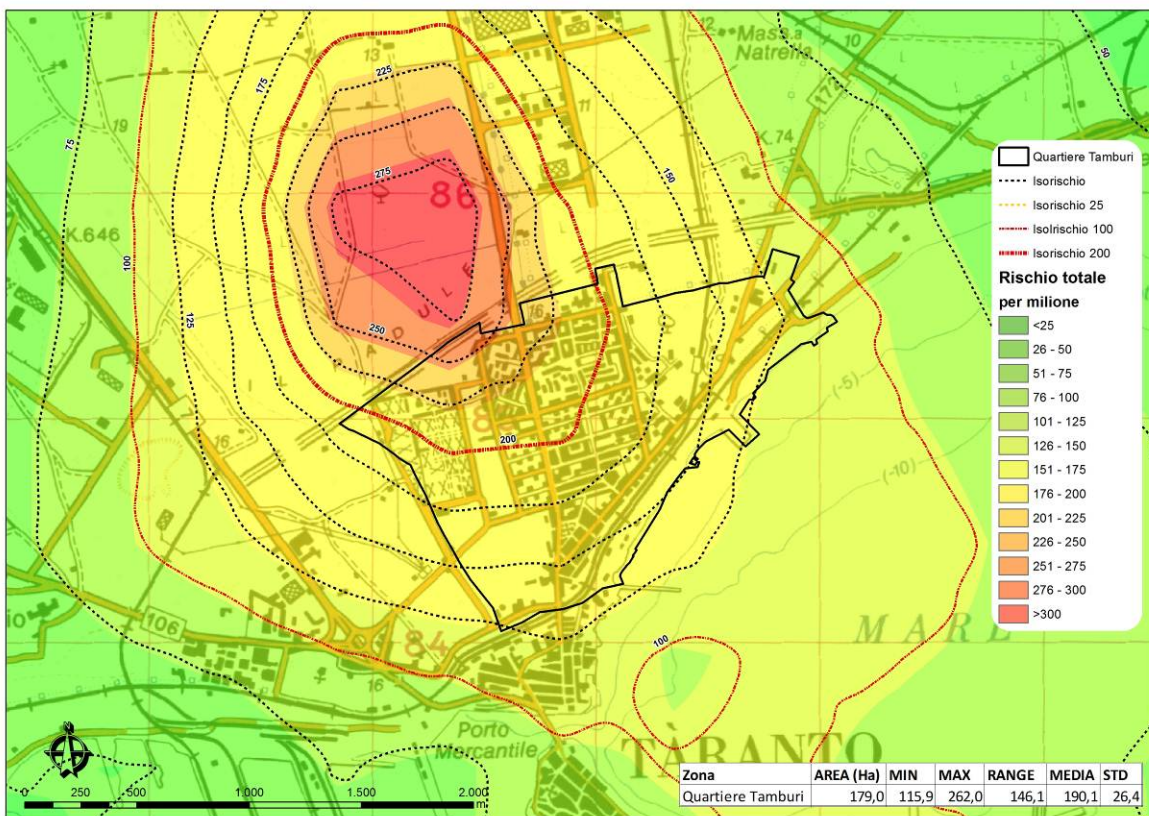


Fig.40 Focus sulle isoplete di rischio cancerogeno inalatorio nel quartiere Tamburi. Situazione 2010

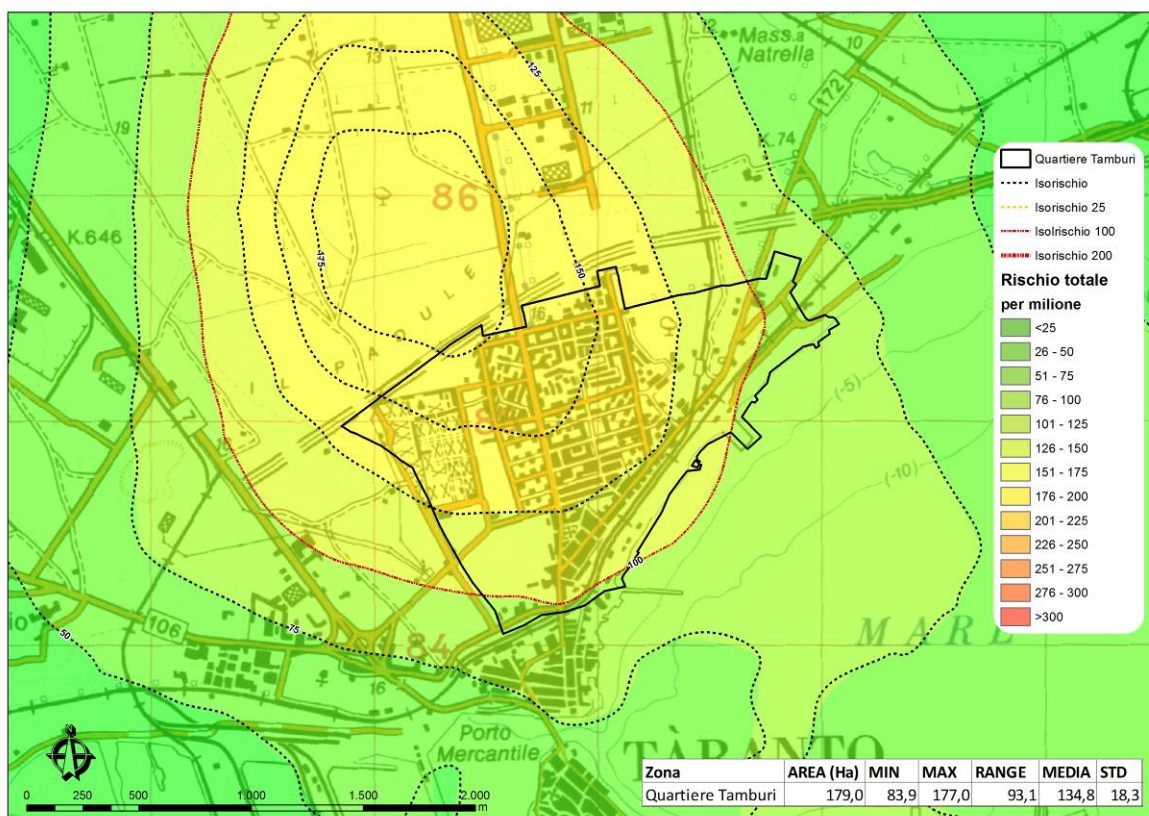


Fig.41 Focus sulle isoplete di rischio cancerogeno inalatorio nel quartiere Tamburi. Scenario 2016

In tabella 10 si riporta la proporzione di popolazione esposta a diversi livelli di rischio in termini assoluti e in percentuale (situazione 2010 e scenario 2016).

Tab.10 Proporzione della popolazione del comune di Taranto esposta a diversi livelli di rischio

Livello rischio totale (per milione)	Scenario 2010				Scenario 2016			
	Numerosità popolazione	% su pop. TA	Numerosità popolazione cumulativa	% cumulativa	Numerosità popolazione	% su pop. TA	Numero popolazione cumulativa	% cumulativa
>300	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
250-300	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
200-250	5.421	2,81	5421	2,81	0	0,00	0	0,00
150-200	6.245	3,23	11.666	6,04	3.439	1,78	3.439	1,78
100-150	10.850	5,6	22.516	11,66	8.639	4,47	12.078	6,25

7.1.3 Proporzione del rischio cancerogeno totale attribuibile ai diversi inquinanti

Per una stima dell'attribuibilità del rischio cancerogeno inalatorio totale ai singoli inquinanti, e per definire un ranking tra gli stessi, a livello dell'area di massimo impatto,

coincidente con il quartiere Tamburi, è stata valutata la proporzione di rischio attribuibile (Tab.11)

Tab.11 Proporzione di rischio attribuibile nell'area di massimo impatto (Quartiere Tamburi)

Sostanza	%	
	2010	2016
B[a]P	86,7	84,4
Naftalene	2,1	2,0
Benzene	2,1	3,2
Diossine	0,7	1,4
PCB	0,0	0,0
As	2,7	3,0
Cd	2,6	3,6
Ni	2,2	1,3
CrVI	0,6	0,5
Pb	0,4	0,6

7.2 Stima del rischio non cancerogeno per via inalatoria

Si riportano le formule utilizzate per il calcolo degli Hazard Quotients (Fig.42)e degli Hazard Index (Fig.43) per la stima del rischio non cancerogeno per via inalatoria.

Fig.42 Formula degli Hazard Quotient:

$$HQ = \frac{\text{Concentration}}{RfC}$$

Fonte: Risk Assessment Document for CokeOven MACT Residual Risk. December 22, 2003

Fig. 43 Formula degli Hazard Index

$$HI = \Sigma(HQ)$$

Fonte: Risk Assessment Document for CokeOven MACT Residual Risk. December 22, 2003

Per la valutazione dei rischi non cancerogeni per via inalatorie associati alle sostanze in esame ci si è avvalsi della disponibilità delle concentrazioni di riferimento disponibili in letteratura (<http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/index.html>). In tabella 12 sono riportate le concentrazioni di riferimento (RfC) utilizzate, con l'indicazione degli organi bersaglio per sostanza. L'Hazard Index è stato calcolato per singolo apparato.

Tab. 12 Chronic Reference concentrations (RfC in mg/m³) delle sostanze monitorate.

8

Sostanza	Chronic Inhalation RfC (mg/m³)	Chronic Inhalation Hazard Index Target Organ System	FONTE
Naftalene	3.0E-03	Malattie apparato respiratorio	US-EPA
Diossine (TEq)	4.0E-08	Malattie apparato digerente, cardiovascolare, rene	US-EPA
Benzene	3.0E-02	Malattie apparato cardiovascolare, dello sviluppo, del sistema nervoso	US-EPA
As	1.50E-05	Malattie dello sviluppo, degli organi emopoietici, del sistema nervoso	US-EPA
Cd	2.00E-05	Rene, malattie dell'apparato respiratorio	US-EPA
Cr (VI)	1.00E-04	Malattie dell'apparato respiratorio	US-EPA
Ni	1.4 E-05	Malattie degli organi emopoietici del sistema nervoso	OEHHA
Se	2.0E-02	Malattie dell'apparato digerente, cardiovascolare e del sistema nervoso	US-EPA

Il rischio per sostanze non cancerogene si considera accettabile quando l'Hazard Index è inferiore o uguale a 1.

Nel caso in studio, nell'area di massimo impatto, il quartiere Tamburi, l'Hazard Index è risultato inferiore ad 1 per tutti gli apparati, sia per la situazione 2010, sia per lo scenario 2016 (Tab. 13)

Tab. 13 Hazard Index Totali: media ponderata per Quartiere Tamburi

Anno	Malattie respiratorio	Malattie cardiovascolare	Malattie apparato digerente	Malattie dello sviluppo	Malattie del sistema nervoso	Malattie degli organi emopoietici	rene
2010	0,12	0,02	0,00	0,19	0,75	0,73	0,11
2016	0,11	0,02	0,00	0,15	0,38	0,36	0,10

NB si sottolinea come non abbia alcun senso sommare gli HI per apparato

8 Valutazione dell'incertezza

Il risk assessment è un processo utilizzato per la stima degli impatti sanitari all'interno di scenari di grande complessità dipendente da variabili fisiche, chimiche e biologiche, ed è intrinsecamente connotato da incertezza in ciascuna delle sue fasi. Le stime di impatto derivate dalle procedure di risk assessment devono sempre essere viste nella consapevolezza di tali fonti di incertezza.

8.1 Incertezza nella stime delle emissioni

Le stime delle emissioni in atmosfera sono tipicamente soggette ad incertezze, dovute a numerose cause distribuite lungo tutta la procedura di stima. L'incertezza connessa con un dato di emissione varia notevolmente a seconda del tipo di inquinante, di attività e del livello di disaggregazione spaziale considerato. Le stime delle emissioni delle attività produttive non direttamente legate all'attività di combustione controllata (quindi non monitorate) sono in generale meno affidabili. Le emissioni non monitorate, attraverso controlli (continui e discontinui), sono stimate attraverso fattori di emissione e specifici indicatori legati all'attività emissiva (es. produzione annua). Le stime condotte ai fini degli inventari delle emissioni riguardano generalmente le emissioni medie annue relative alle normali condizioni di funzionamento degli impianti.

Alla luce di queste considerazioni, risulta dunque importante in un inventario delle emissioni poter disporre di un quadro riassuntivo delle emissioni. La metodologia solitamente utilizzata per la validazione dei dati delle emissioni è quella per "approssimazioni successive": i criteri di raccolta dei dati base (indicatori, fattori di emissione) dell'inventario delle emissioni vengono via via rivisti e perfezionati, sulla base delle risorse disponibili e dei risultati ottenuti nelle prime fasi. Va osservato che la precisione richiesta ad un inventario emissione dipende dagli utilizzi e/o il contesto

territoriale di riferimento. Sicuramente inventari locali, specifici di un territorio limitato (ad esempio un comune) possono essere più affidabili della stima dell'inventario regionale, che per sua natura non può considerare tutte le specificità locali.

Nel caso in questione, la stima è stata elaborata al massimo dettaglio disponibile, prendendo in considerazione quanto più possibile dati di controllo ed autocontrollo, dati di monitoraggio in continuo (SME), dichiarazioni ambientali e ad integrazione gli algoritmi di stima.

Pertanto in funzione di quanto sopra, i dati di monitoraggio utilizzati nell'inventario sito-specifico rientrano prevalentemente in una classe di incertezza basata su un consistente numero di misure rappresentative del settore, mentre alle stime emissive legate ai vari processi (senza combustione) è attribuibile una classe di incertezza basata su indicatori statistici produttivi.

8.2 Incertezza nelle simulazioni modellistiche

Il risultato della simulazione modellistica è connotato da un certo grado di incertezza che risulta dalla composizione dell'incertezza intrinseca del modello (dovuta all'incapacità del modello di descrivere perfettamente i fenomeni fisici e chimici; incertezza inerente al modello dovuta alla natura stocastica di fenomeni atmosferici, quali, ad esempio, la turbolenza) e da quella associata ai dati di ingresso, in particolare alle emissioni e ai parametri meteo climatici.

Sebbene alcuni studi precedenti abbiano evidenziato che la principale incertezza nella caratterizzazione del rischio sanitario sia legata al dataset emissivo specifico del sito e alla quantificazione dose-risposta (EPA, 2009), la valutazione modellistica dei valori di concentrazione può sicuramente determinare un bias non trascurabile. In particolare ciascuno degli elementi di una cascata modellistica introduce un grado di incertezza nei risultati delle simulazioni, legate alla capacità dei modelli di ricostruire:

- l'evoluzione spazio temporale della dinamica e termodinamica dell'atmosfera
- i fenomeni turbolenti
- le reazioni chimiche che avvengono in atmosfera.

A tal riguardo la legislazione (D. Lgvo 155/2010) evidenzia come una corretta applicazione modellistica necessita di una rigorosa procedura di confronto con le misure o analisi statistica, che consenta di valutare l'accuratezza e l'incertezza del modello, anche attraverso il calcolo di indicatori statistici standard di performance dei modelli che valutino la capacità del modello di avvicinarsi alle misure. Questo ovviamente presuppone un disegno ottimale della rete di monitoraggio, sufficiente affidabilità, accuratezza e rappresentatività delle misure.

Nel confronto con i modelli si possono elencare almeno quattro elementi di difficoltà nel confronto tra misure di concentrazione e stime ottenute dai modelli:

- le stime dai modelli rappresentano generalmente valori medi su un volume definito in relazione alla risoluzione spaziale del modello e su un intervallo di tempo definito dalla frequenza delle osservazioni meteorologiche e dei dati di emissione, mentre le misure sono puntuali e relative a intervalli di tempo non necessariamente uguali a quelli del modello;
- le misure sono affette a loro volta da errori ed incertezze;
- il modello rappresenta comunque la realtà dei fenomeni fisici con un certo grado di approssimazione e di accuratezza;
- errori ed incertezze nei dati e nei parametri di ingresso ai modelli influenzano i risultati dei modelli.

8.3 Incertezza nei coefficienti di tossicità

Gli Unit Risk e gli Slope Factors reperibili in letteratura sono connotati anch'essi da un grado di incertezza, in genere sono derivati da studi epidemiologici e/o tossicologici attraverso l'utilizzo di assunzioni conservative per cui difficilmente portano ad una sottostima del rischio.

Essi rappresentano infatti la stima *upper bound* della potenza cancerogena al 95° percentile, e questo influenza in particolare le sostanze classificate nel gruppo 2B della IARC, ovvero per i quali ci sono meno evidenze di una cancerogenicità certa della sostanza. I dati epidemiologici e tossicologici utilizzati per costruire i coefficienti sono spesso legati a concentrazioni più alte, anche di diversi ordini di grandezza, di quelle presenti negli ambienti di vita e spesso vengono interpolate fino alle basse concentrazioni utilizzando una relazione lineare senza soglia.

I cancerogeni inoltre poi possono interagire tra di loro portando a fenomeni di sinergismo e antagonismo e questi fenomeni, connotati anch'essi da incertezza, sono difficili da valutare, per cui è stato deciso di utilizzare un approccio additivo degli effetti.

Si ricorda infine i diversi organismi scientifici e regolatori forniscono coefficienti per una stessa sostanza che possono differire anche per più di un ordine di grandezza.

9. Considerazioni finali

La valutazione del rischio cancerogeno inalatorio delle emissioni 2010 dello stabilimento ILVA di Taranto evidenzia che per una popolazione di circa 22.500 persone residenti a Taranto, ipotizzando un'esposizione costante alle concentrazioni modellizzate per 70 anni, le probabilità aggiuntive di sviluppare un tumore nell'arco dell'intera vita, è superiore a 1:10.000. Considerando lo scenario in cui tutte le prescrizioni previste dall'AIA siano attuate, la popolazione esposta a tale livello di rischio si riduce a circa 12.000 residenti.

Tali risultati dimostrano che le prescrizioni previste dall'AIA hanno l'effetto di ridurre il numero di soggetti esposti a un rischio cancerogeno non accettabile, ma che ulteriori misure devono essere adottate da parte dell'Autorità competente.

Il rischio non cancerogeno per via inalatoria appare rientrare nei limiti di accettabilità in entrambi gli scenari.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'ENEA per la messa a disposizione dei dati meteorologici per l'anno 2007 a 4 km di risoluzione relativi al dominio sud Italia del progetto MINNI (Modello Integrato Nazionale a supporto della Negoziazione internazionale sui temi dell'Inquinamento atmosferico), realizzato con il finanziamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e con l'assistenza specialistica di ARIANET e IIASA.

10. Bibliografia

Anfossi D., Ferrero E., Brusasca G., Marzorati A., Tinarelli G., 1993, A simple way of computing buoyant plume rise in Lagrangian stochastic dispersion models, *Atmospheric Environment* 27A, 1443-1451.

Aria Technologies, 2001, *Minerve Wind Field Models version 7.0, General Design Manual*. ARIA Report, May 2001, Aria Technologies 2001.

Aria Technologies, 2008, *Emission Manager – Processing system for model-ready emission input – User's Guide*, Rapporto ARIA/2008.99, Aria Technologies.

ARPA Puglia "Benzo(a)pirene aerodisperso presso la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria di Via Machiavelli Taranto, attribuzione delle sorgenti emmissive", rapporto preliminare, 4/6/2010, Bari.

ARPA Puglia "relazione Tecnica: Monitoraggio diagnostico del Benzo(a)pirene a Taranto, in ottemperanza al Protocollo Integrativo di Intesa ARPA-Regione Puglia. Marzo 2012.

Assessing Chronic Health Risks from Stationary Source Air Emissions in Volgograd, Russia: A Case Study in Quantitative Health Risk Assessment. 1997. Harvard Institute for International Development - Harvard University. Development Discussion Paper no. 601.

Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). JRC, 2012.

Boughton B.A., De Laurentis J.M., 1987, A stochastic model for particle dispersion in the atmosphere. *Boundary Layer Meteorology*, 40, 147-163.

Calori G., 2006, *EMMA (EMGR/make) - User's guide – Version 4.0*, Rapporto ARIANET R2006.38.

Cross H.J., Beach J., Levy L.S., Sadhra S., Sorahan T., McRoy C. 1999. *Manufacture, Processing and use of stainless steel: A review of Health Effects*. EUROFER Report.

Davis F.K., Newstein H.- *Journal of Applied Meteorology*, 1968, vol 7, pp 372 – 398.

Documento di supporto alla Banca dati "ISS-INAIL" Novembre 2012.

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.

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009. Technical report No 9/2009.

E.P.A., 2003, *Risk Assessment Document for Coke Oven MACT Residual Risk*, Appendix E.

E.P.A., 2006, AP 42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources, Section 13.2.5, Industrial wind erosion.

E.P.A., 2009, *Risk and Technology Review, Risk assessment methodologies: for review by the EPA's Science Advisory Board, Case Studies – MACT I Petroleum Refining Sources, Portland cement Manufacturing*.

E.P.A. *Residual risk - Report to Congress*. 1999. U.S. Environmental Protection Agency - Office of Air and Radiation and Office of Air Quality Planning and Standards.

E.P.A. 2003. *Risk Assessment Document for Coke Oven MACT Residual Risk*.

E.P.A. Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors.

E.P.A. Method 303: Determination of visible emissions from by-product coke oven batteries.

E.P.A., 1992. Guidelines for exposure assessment. Federal register, US Environmental Protection Agency.

Finardi S., Tinarelli G., Faggian P. and Brusasca G., 1998, Evaluation of Different Wind Field Modeling Techniques for Wind Energy Applications over Complex Topography, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76, 283-294, 1998.

Ilva, 2007, "Emissioni diffuse da erosione eolica dei cumuli di stoccaggio materiali e loro stima".

IMPEL Consideration of Human Health through IPPC: A Good Practice Guide. European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law INERIS Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs) Évaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérogènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique - FET) et approche par mélanges. Rapport Final (18 décembre 2003)

Koponen M, Gustaffson T, Kalliomaki P, Pyy L. Chromium and nickel aerosols in stainless steel manufacturing, grinding and welding. American Industrial Hygiene Association Journal . Volume 42, Issue 8, 1981

Pielke R. A., Cotton W. R., Walko R. L., Tremback C. J., Lyons W. A., Grasso L. D., Nicholls M. E., Moran M. D., Wesley D. A, Lee T. J., Copeland J. H. (1992): "A comprehensive Meteorological Modeling system –RAMS", Meteor. Atmos. Phys., 49, pp. 69-91.

Ramírez N., Cuadras A., Rovira E., Marcé R.M. , and Borrull F. Risk Assessment Related to Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Gas and Particle Phases near Industrial Sites. 2011. Environmental Health Perspectives. 119 (8)pp 1110-1116

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Riesame AIA. ILVA-TA. DVA-DEC-2012-0000547 del 26/10/2012.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. AIA ILVA – TA. DVA-DEC-2011-0000450 del 04/08/2011.

Robson M., Toscano W. Risk assessment for environmental health. 2007. John Wiley & Sons, Inc.

Silibello C., 2006, SURFPRO (SURrface-atmosphere interFace PROcessor) User's guide, Rapporto ARIANET R2006.06.

OEHHA. The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments. 2003. Office of Environmental Health Hazard Assessment California Environmental Protection Agency.

Tinarelli G., 2007, SPRAY 3.1, General description and User's Guide, Rapporto ARIANET R2007.09.

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.

Tinarelli G., Anfossi D., Brusasca G., Ferrero E., Giostra U., Morselli M.G., Moussafir J., Tampieri F., Trombetti F., 1994, Lagrangian particle simulation of tracer dispersion in the lee of a schematic two-dimensional hill, Journal of Applied Meteorology, 33, N. 6, 744-756.

Walko R. L., Tremback C.J.. 1995, 'RAMS The Regional Atmospheric Modeling System (Version 3b) User's Guide', ASTeR, Inc. <http://www.atmet.com/html/docs/documentation.shtml>

Zanini G., 2009, 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*, anno 33 (6), novembre-dicembre 2009, supplemento 1 PMID 20418584.

11.Valutazione epidemiologica di area

11.1 Introduzione

In occasione della prima applicazione della Legge n. 21 del 24 luglio 2012, il Gruppo di Lavoro Valutazione del Danno Sanitario ha convenuto di redigere una valutazione dello stato di salute dei residenti dell'Area SIN (Sito di Interesse Nazionale) attraverso i risultati dello studio di mortalità condotto dall'ISS nell'ambito del progetto SENTIERI.

11.2 Background

Il Consiglio dei Ministri, in base alla Legge 349/86 e 305/89 con Delibera del 30/11/1990 ha definito i Comuni di Taranto, Statte, Massafra, Crispiano e Montemesola "Area ad elevato rischio ambientale". Successivamente, con il D.M. 471/99, vengono in parte modificati i criteri di inclusione dei territori fra i siti inquinati e con il DLgs 152/06 vengono istituiti 57 Siti di Interesse Nazionale per le Bonifiche (SIN) tra cui vengono incluse le aree di pertinenza dei Comuni di Taranto e Statte.

- 1997. OMS. Martuzzi F. et al. Primo rapporto Ambiente e Salute in Italia. Mortalità 1980-1987.
- 2002. OMS. Martuzzi M., Mitis F.; Biggeri A., Terracini B., Bertolini R.. Ambiente e Stato di salute nelle popolazioni delle "aree a rischio ambientale in Italia".
- 1993: L. Annichiarico, A. Mancino, S. Minerba. "Mortalità per Carcinoma del polmone a Taranto, città sede di polo siderurgico. Indagine conoscitiva. Estratto di Folia Oncologica 16, 143.1993. *I dati emersi da questa indagine indicano: 1) che gli abitanti delle aree più vicine alle fonti di inquinamento atmosferico prodotto dagli insediamenti industriali sono più esposti al rischio di ammalarsi di Tumore al Polmone; 2) che i lavoratori impiegati nei predetti insediamenti mostrano un rischio maggiore che aumenta quando si associa l'abitudine al fumo di tabacco e la residenza nel territorio della USL TA/4; 3) che a questi fattori, per così dire primari, potrebbero essere aggiunti altri elementi quale, per esempio, la maggiore indigenza degli abitanti dei rioni più esposti rispetto a quelli degli altri rioni.*
- 2004. Effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico nella città di Taranto: G. Assennato, L. Bisceglia, A. Bruni, G. Ciaccia, S. Minerba. Studio MISA. Epidemiologia e Prevenzione, anno 28. Supplemento 4-5: 97. 2004... *"Lo studio MISA I-II ha valutato gli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico sulla salute dei residenti della città di Taranto... le concentrazioni di inquinanti atmosferici rilevate nei giorni precedenti l'osservazione mostrano un'associazione con la mortalità naturale (effetto del traffico autoveicolare) e con il numero di decessi per tutte le cause e di ricoveri per malattie respiratorie e cerebrovascolari" ...*
- 2006. - I risultati dei due studi OMS sono stati oggetto di un aggiornamento da parte dell'Azienda Sanitaria di Taranto, utilizzando la stessa metodologia con la mortalità degli anni 1998-2002: M. Conversano, S. Minerba, A. Mincuzzi et al., 2006. Relazione sullo stato di salute della popolazione della provincia di Taranto. *Bollettino epidemiologico n.6. 2005. Comitato scientifico di redazione. www-aslta1.it.*

... “vengono confermati, pur con qualche lieve diminuzione, gli SMR già dimostratisi in eccesso e nello specifico per Cancro del Polmone, della Pleura e della Vescica si evidenzia che tali indici risultano più elevati nei comuni di Taranto e Statte rispetto al resto dell’Area a rischio ambientale.

Dai risultati delle analisi di mortalità si evince che **vi è una tendenza alla riduzione degli eccessi**: ad esempio, nel sesso maschile, si passa dal 37,6% di incremento per il tumore del polmone nel periodo 1980-1987, al 32,9% nel 1990-1994, fino al 22,1% nell’epoca più recente. Tuttavia, si registra il permanere della condizione di rischio (con eccessi per il tumore della pleura di 4 volte negli uomini e di 2 volte nelle donne) per tutte le patologie, tranne che per il tumore vescicale nelle donne per cui l’aumento non è mai stato presente.

Questi dati confermano pertanto i risultati della prima indagine dell’OMS e suggeriscono la **persistenza di una condizione di rischio aumentato di sviluppare patologie neoplastiche e specificamente quelle per cui è nota e ampiamente consolidata l’associazione causale con fattori di rischio di tipo professionale e ambientale.**”

- 2006. Studio caso-controllo relativo a casi di tumore incidenti nel comune di Taranto. S. Belli, A. Bruni, S. Minerba, A. Scarselli, A. Marinaccio, P. Comba, M. Conversano. Congresso AIE Palermo 2006. Atti. ...”per quanto riguarda il tumore polmonare, si evidenzia un’associazione statisticamente significativa con la distanza della residenza principale dalle acciaierie...”
- 2007. Studio di mortalità nel comune di Taranto dal 1970 al 2004. 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)*. Istituto superiore di sanità, Roma 2007. ...I risultati nel sesso maschile evidenziano una sostanziale riduzione dei tassi di mortalità per quasi tutte le patologie esaminate, con l’eccezione del tumore della vescica e delle malattie dell’apparato respiratorio, con indici che risultano comunque generalmente in eccesso rispetto agli analoghi valori regionali. Gli Autori sottolineano come alcune patologie, come quelle relative all’apparato respiratorio notoriamente associate anche all’inquinamento atmosferico, risultano in crescita nell’ultimo periodo nelle donne. C’è infine da notare che anche a Taranto, come in altre realtà industriali italiane, nell’ultimo periodo e tra gli uomini, la mortalità per tutti i tumori (TSD=257 per 100.000 ab) ha superato quella per malattie cardiovascolari (TSD=243 per 100.000 ab) mentre questo fenomeno non si osserva nella Regione Puglia nel suo insieme (TSD tumori= 233 vs TSD malattie cardiovascolari= 272 per 100.000 ab).
- 2007: 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. Analisi geografica ASL TA – OER attraverso fonte RENCAM anni 2000/2004 e utilizzo SMR per confronto fra Taranto e Regione Puglia pubblicato su “Journal of Preventive Medicine and Hygien” – “Geografic analisys in an area of high enviromental risk
... “Il comune di Taranto presenta nel sesso maschile un eccesso di mortalità del 28% per il cancro del polmone e del 460% per il cancro della Pleura rispetto allo standard Regionale... dei 15 tumori maligni che presentano eccessi di mortalità all’interno della provincia di Taranto ben 11 concentrano il problema a livello del comune capoluogo”

11.3 Progetto SENTIERI – Area del SIN di Taranto

Pietro Comba, Susanna Conti, Marco De Santis, Ivano Iavarone, Valerio Manno, Giada Minelli, Roberta Pirastu, Amerigo Zona.

Tratto dal Rapporto Salute e Ambiente disponibile sul Sito del Ministero della Salute.

Fonti dei dati di mortalità

La base di dati utilizzata per lo studio della mortalità è quella comprendente le indagini sulle cause di morte e le popolazioni comunali fornite dall'ISTAT ed elaborate dall' Ufficio di Statistica dell'Istituto Superiore di Sanità, utilizzando il software PATED.

Elemento caratterizzante di SENTIERI è la valutazione *a priori* dell'evidenza epidemiologica dell'associazione causale tra le *esposizioni ambientali* estratte dai Decreti di perimetrazione dei SIN e le cause di decesso selezionate per l'analisi; tale evidenza è stata classificata come Sufficiente per inferire la presenza di un'associazione causale, Limitata ma non sufficiente ed Inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di un'associazione causale.

In SENTIERI le esposizioni ambientali estratte dai Decreti di perimetrazione dei SIN sono state classificate in: impianto chimico (C), impianto petrolchimico e/o raffineria (P&R), impianto siderurgico (S), centrale elettrica (CE), miniera e/o cava (M), area portuale (AP), amianto o altre fibre minerali (A), discarica (D), inceneritore (I).

Il SIN Taranto è costituito da due Comuni (Taranto e Statte) con una popolazione complessiva di 216 618 abitanti al Censimento 2001. Per la definizione dei due comuni si rinvia all'appendice tecnica. Il Decreto di perimetrazione del SIN (Decreto 10 gennaio 2000) elenca la presenza di una raffineria, un impianto siderurgico, un'area portuale e discariche di RSU con siti abusivi di rifiuti di varia provenienza, esposizioni ambientali indicate in SENTIERI come P&R, S, AP e D.

L'analisi della mortalità del SIN di Taranto ha riguardato i residenti dei comuni di Taranto e Statte ed è stata condotta per l'insieme delle 63 cause singole (o gruppi di cause) in entrambi i generi e per tutte le età per i periodi 1995-2002 e 2003-2009. Per una selezione di cause l'analisi ha riguardato le classi di età 0-1 e 0-14 anni. È stato calcolato il rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per un indice di deprivazione socioeconomica (SMR ID) messo a punto *ad hoc*; alla stima dell'SMR, calcolato con il riferimento regionale, è stato associato l'Intervallo di Confidenza al 90% (IC 90%).

Mortalità nel SIN di Taranto 1995-2002 e 2003-2009

Le Tabelle 1-3 presentano i risultati della mortalità, nei periodi 1995-2002 e 2003-2009.

La mortalità per le principali cause di morte (Tabella 1) mostra, in entrambi i periodi, in entrambi i generi, eccessi tra il 7% e il 15% per la mortalità generale e per tutti i tumori; l'aggiustamento per deprivazione socioeconomica non modifica i risultati in modo sostanziale. La mortalità per malattie del sistema circolatorio, dell'apparato respiratorio e digerente supera quella attesa in entrambi i periodi, sia tra gli uomini che tra le donne; anche per queste cause i risultati non si modificano sostanzialmente tenendo conto dei fattori socioeconomici. La mortalità osservata per le malattie dell'apparato genitourinario è simile a quella attesa.

La Tabella 2 presenta le cause di morte con evidenza epidemiologica *a priori* relativa alle esposizioni ambientali del SIN di Taranto "Limitata" per inferire la presenza di un'associazione causale. Nei paragrafi seguenti si fa riferimento ai risultati corretti per deprivazione socioeconomica. Tra gli uomini per il tumore del polmone è presente un eccesso di circa il 20% nel primo periodo che viene confermato nel secondo, i

corrispondenti valori nelle donne mostrano eccessi rispettivamente del 30% e 20%. Per il tumore della pleura gli eccessi sono, rispettivamente nei due periodi, del 193% e 167% negli uomini e nelle donne del 90% e 103%.

La mortalità per le malattie respiratorie è in eccesso, in entrambi i periodi e in entrambi i generi, con eccessi, tra gli uomini rispettivamente del 7% e dell'11% e tra le donne dell'11% e 5%. Per le malattie respiratorie acute gli eccessi sono, rispettivamente nei due periodi, negli uomini del 49% e 37% e nelle donne del 38% e 14%. La mortalità osservata per malattie polmonari croniche nel periodo 1995-2002 non supera l'attesa, né tra gli uomini né tra le donne; nel periodo 2003-2009 tra gli uomini è presente un eccesso del 37%.

L'asma non mostra eccessi di mortalità, il numero degli osservati è esiguo.

La Tabella 3 presenta i risultati per l'insieme di uomini e donne, per le cause di morte con evidenza epidemiologica *a priori* Limitata; le malformazioni congenite, che, nel 1995-2002 mostravano una mortalità in eccesso del 17%, nel secondo periodo mostrano un decremento. Per le condizioni morbose di origine perinatale l'eccesso era del 21% nel 1995-2002 ed è del 47% nel successivo periodo 2003-2009.

Il numero di osservati per le malattie respiratorie acute e l'asma nella classe di età 0-14 è esiguo.

Per quanto riguarda la mortalità per cause di decesso non considerate nei precedenti paragrafi per gli anni 2003-2009 si rimanda alle Tabelle 4 – 6.

Tra gli uomini nel periodo 2003-2009 si rilevano eccessi per le demenze (23%), la malattia ipertensiva (33%), la malattia ischemica (16%), la cirrosi epatica (47%) e sono presenti eccessi anche per il melanoma (50%), i linfomi non Hodgkin (34%) e la leucemia mieloide (35%).

Nel periodo 2003-2009 tra le donne si osservano eccessi per il tumore del fegato (64%), i linfomi non Hodgkin (44%), le demenze (27%), la malattia ipertensiva (10%), la malattia ischemica (13%) e la cirrosi epatica (31%). Si evidenzia, inoltre, un eccesso del 51% per mieloma multiplo.

Considerazioni conclusive dello studio Sentieri

Il quadro della mortalità delle persone che risiedono nel SIN di Taranto che emerge dalle analisi riportate nel presente lavoro è critico.

Lo studio della mortalità secondo la metodologia del progetto SENTIERI, mostra, sia tra gli uomini che tra le donne, nel periodo 1995-2002 e nel successivo aggiornamento 2003-2009, eccessi per le principali cause di morte, specifiche sedi tumorali e specifiche patologie, come anche per la mortalità infantile. Gli eccessi di mortalità riguardano specificamente le cause di morte per le quali un ruolo eziologico delle esposizioni ambientali presenti nel sito è accertato e sospettato sulla base della valutazione *a priori* delle ipotesi di interesse eziologico. Nell'analisi dei dati si è tenuto conto dello stato socioeconomico della popolazione indagata.

L'andamento dei tassi standardizzati di mortalità nel SIN di Taranto nel periodo 1980-2008 mostra una diminuzione della mortalità generale e per importanti cause, ma in entrambi i generi i tassi di mortalità sono significativamente superiori alla media regionale per la quasi totalità del periodo e delle cause esaminate. Inoltre, tra gli uomini, i tassi sono sempre significativamente superiori non solo a quelli pugliesi, ma anche a quelli italiani, per importanti patologie quali il tumore del polmone e le malattie del sistema respiratorio nel loro complesso e croniche in particolare.

Dai risultati presentati emerge uno stato di compromissione della salute della popolazione residente a Taranto. Questo quadro è coerente con quanto emerso dai precedenti studi descrittivi ed analitici di mortalità e morbosità, in particolare la coorte dei residenti a Taranto (Mataloni et al. 2012) nella quale, anche dopo avere considerato i determinanti sociali, i residenti nei quartieri di Tamburi, Borgo, Paolo VI e

nel comune di Statte mostrano una mortalità e morbosità più elevata rispetto alla popolazione di riferimento.

BIBLIOGRAFIA SENTIERI

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.

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.

Primerano R, Liberti L, Notarnicola M et al. Monitoraggio della qualità dell'aria: episodi acuti di inquinamento da fonti industriali nell'area di Taranto. Atti Seminari di Ecomondo. Vol. 2. pp. 341-349. Maggioli Editore, 2006.

Liberti L, Notarnicola M, Primerano R, Vitucci G. Air pollution from a large steelfactory: toxiccontaminants from coke-ovenplants. In Air Pollution XII. Brebbia CA (ed) Southampton (GB), WIT Press, 2004.

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.

Bruno P, Caselli M, de Gennaro G, Traini A. Source apportionment of gaseous atmospheric pollutants by means of an absolute principal component scores (APCS) receptor model. *Fresenius J Anal Chem* 2001; 371: 1119-23.

Bruno P, Caselli M, de Gennaro G, Tutino M. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in particulate matter collected with low volume samplers. *Talanta* 2007; 72: 1357-61.

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.

Rotatori M, Di Filippo P, Guerriero G, Cecinato A. PCB, PCDD e PCDF nel particolato atmosferico di Taranto e Provincia. Atti del Workshop nazionale ISPESL su Sicurezza, Salute e Ambiente come fattori competitivi per le moderne aree industriali. Poster. Lecce, 19 maggio 2006.

Di Leo A, Cardellicchio N, Giandomenico S, Spada L. Mercury and methylmercurycontamination in *Mytilusgalloprovincialis* from Taranto Gulf (Ionian Sea, Southern Italy): riskevaluation for consumers. *Food Chem Toxicol* 2010; 4: 3131-6.

Storelli MM, Marcotrigiano GO. Polycyclic aromatic hydrocarbons in mussels (*Mytilusgalloprovincialis*) from the Ionian Sea, Italy. *J Food Prot* 2001; 64: 405-9.

Storelli MM, Marcotrigiano GO. Bioindicator organisms: heavy metal pollution evaluation in the Ionian Sea (Mediterranean Sea--Italy). *Environ Monit Assess* 2005; 102: 159-66.

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 (Suppl 3): 32-4.

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.

Buccolieri A, Buccolieri G, Cardellicchio N et al. Distribution and speciation of metals in surface sediments of Taranto [corrected] gulf (Ionian Sea, Southern Italy). *Ann Chim* 2004; 9: 469-78.

ARPA Puglia 2007. Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2007.
<https://arpapuglia.box.net/shared/omqa7jp6io> (ultima consultazione 24 giugno 2011).

ARPA Puglia 2008. Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2008.
<https://arpapuglia.box.net/shared/itzdpqkxlh> (ultima consultazione 24 giugno 2011).

ARPA Puglia 2008. Criticità ambientali nell'area industriale di Taranto e Statte con particolare riferimento alla problematica delle emissioni e della qualità dell'aria. Relazione alla V Commissione del Consiglio della Regione Puglia del 19 Novembre 2008.

http://www.arpa.puglia.it/web/guest/aria_news?p_p_id=101_INSTANCE_nnCi&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=3&_101_INSTANCE_nnCi_advancedSearch=false&_101_INSTANCE_nnCi_andOperator=true&cur=8 (ultima consultazione 24 giugno 2011).

ARPA Puglia 2008. Analisi effettuate, criticità riscontrate e necessità di nuove analisi nell'area di Taranto e Statte. Relazione Tecnica. Bari, 16 settembre 2008.

http://www.arpa.puglia.it/c/document_library/get_file?uuid=d36805c1-59a9-45a6-ae1-76ca4d95cc20&groupId=13879 (ultima consultazione 24 giugno 2011).

ARPA Puglia 2009. ARPA Puglia - Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'ambiente in Puglia. "Le emissioni industriali in Puglia". Rapporto sulle emissioni in atmosfera dei complessi IPPC. AUTORI Roberto Giua, Stefano Spagnolo, Andrea Potenza. Direzione Scientifica ARPA Puglia.
http://www.arpa.puglia.it/c/document_library/get_file?uuid=055db8c7-b1b1-416b-84b5-01defc2a6e05&groupId=10125 (ultima consultazione 24 giugno 2011).

ARPA Puglia 2009. Relazione sui Dati Ambientali dell'Area di Taranto, 08/09/2009.
<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti> (ultima consultazione il 24 giugno 2011).

ARPA Puglia 2010. Relazione tecnica preliminare sul benzo(a)pirene aerodisperso a Taranto, 4/06/2010.
<http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti> (ultima consultazione 24 giugno 2011).

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.

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). Istituto Superiore di Sanità, Roma 2007, pp.155-165.

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. *Annali ISS*. 2011; 47(2): 192-9.

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; 4-5 (Suppl.): 1-100.

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).

Berti G, Galassi C, Faustini A, Forastiere F. EPIAIR Project. Air pollution and health: epidemiological surveillance and prevention. *Epidemiol Prev* 2009; 5-6 (Suppl. 1): 1-143.

Organizzazione Mondiale della Sanità, Centro europeo ambiente e salute. Divisione di Roma. Le aree ad elevato rischio di crisi ambientale. In: Bertollini R, Faberi M, Di Tanno N (eds). Ambiente e salute in Italia. Il Pensiero Scientifico editore, Roma 1997.

Martuzzi M, Mitis F, Biggeri A, Terracini B, Bertollini R. Environment and health status of the population in areas with high risk of environmental crisis in Italy. *Epidemiol Prev* 2002; 6 (Suppl.): 1-53.

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.

Bruni A. L'incidenza del tumore al polmone nei diversi quartieri della città di Taranto: una analisi basata geografica dei dati del Registro Tumori Jonico Salentino per il periodo 1999-2001. Tesi di master universitario di II° livello in epidemiologia. Università degli studi di Torino e Fondazione ISI, Gennaio 2009.

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.

Mataloni F, Stafoggia M, Alessandrini E, Triassi M, Biggeri A, Forastiere F. Studio di coorte sulla mortalità e morbosità nell'area di Taranto. *Epidemiol Prev* 2012; 36(5): 237-252.

Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P, SENTIERI Work Group. SENTIERI Project. Mortality study of residents in Italian polluted sites: evaluation of the epidemiological evidence. *Epidemiol Prev* 2010; 5-6 (Suppl. 3): 1-96.

Quaderni del Ministero della Salute. Stato dell'arte e prospettive in materia di contrasto alle patologie asbesto-correlate. Ministero della Salute. N. 15, 2012.

Bisceglia L, de Nichilo G, Elia G et al. Assessment of occupational exposure to PAH in coke-oven workers of Taranto steel plant through biological monitoring. *Epidemiol Prev* 2005; 5-6 (Suppl.): 37-41.

Gariazzo C, Papaleo V, Pelliccioni A, Calori G, Radice P, 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* 2007; 41: 6432-44.

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* 2012.

ISPRA Istituto Superiore per la Protezione dell'Ambiente "Qualità dell'ambiente Urbano VIII Rapporto", edizione 2012.

Minelli G, Manno V, D'Ottavi SN, et al. La Mortalità in Italia nell'anno 2006. Rapporti ISTISAN 10/26.

De Santis M, Pasetto R, Minelli G, Conti S. Materiali e metodi dell'analisi della mortalità nel Progetto SENTIERI In: Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011; 5-6 (Suppl. 4): 24-28.

Shin HR, Curado MP, Ferlay J, Heanue M, Edwards B, Storm J. Chapter 5: Comparability and quality of data in Curado MP, Edwards B, Shin HR, Storm H, Ferlay J, Heanue M, Boyle (eds) Cancer Incidence in Five Continents, Volume IX. IARC Scientific Publications No. 160, Lyon 2007.

AIRTUM-AIOM. "I numeri del cancro in Italia – 2011". Intermedia Editore, Brescia, 2011.

Pirastu R, Conti S, Forastiere F et al. SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011; 5-6 (Suppl. 4).

Comba P, Bianchi F, Conti S et al. Progetto SENTIERI: discussione e conclusioni. In: Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011; 5-6 (Suppl. 4): 163-171.

Musmeci L, Bellino M, Falleni F, Piccardi A. Caratterizzazione ambientale dei Siti di Interesse Nazionale. In: Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI - Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011; 5-6 (Suppl. 4): 20-23.

Causa	1995-2002						2003-2009*					
	Uomini			Donne			Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
Tutte le cause	7585	109 (107-111)	107 (105-109)	7104	107 (105-109)	107 (105-109)	4936	114 (111-117)	110 (108-113)	4847	108 (105-110)	107 (104-109)
Tutti i tumori	2529	115 (112-119)	113 (109-116)	1716	113 (108-117)	112 (108-117)	1650	114 (110-119)	111 (106-115)	1208	113 (108-118)	112 (106-117)
Malattie del sistema circolatorio	2654	105 (102-108)	103 (99-106)	3118	101 (98-104)	100 (97-103)	1645	114 (109-119)	109 (105-114)	1968	104 (100-108)	103 (99-107)
Malattie dell'apparato respiratorio	666	107 (100-114)	107 (100-114)	406	113 (104-123)	111 (102-120)	447	117 (108-126)	111 (103-120)	268	104 (94-115)	105 (95-117)
Malattie dell'apparato digerente	442	114 (105-123)	114 (106-124)	472	142 (132-153)	141 (131-153)	283	147 (133-162)	135 (122-148)	233	119 (106-132)	117 (104-130)
Malattie dell'apparato genitourinario	101	92 (78-109)	97 (82-115)	107	89 (75-104)	91 (77-108)	71	94 (77-115)	102 (83-124)	85	89 (74-107)	86 (71-103)

Tabella 1. SENTIERI – SIN di Taranto. Mortalità per le principali cause di morte. Numero di osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID); IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale; 1995-2002 e 2003-2009. Uomini e donne.

*2003 e 2006-2009- 2004-2005 non disponibili da ISTAT.

Causa	1995-2002						2003-2009*					
	Uomini			Donne			Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	840	130 (122-137)	119 (112-126)	121	135 (115-157)	130 (111-151)	516	133 (124-143)	121 (112-130)	97	130 (109-153)	120 (101-142)
Tumore della pleura	83	521 (430-625)	293 (242-352)	14	242 (147-379)	190 (115-297)	44	519 (397-667)	267 (204-343)	12	311 (180-505)	203 (117-329)
Malattie dell'apparato respiratorio	666	107 (100-114)	107 (100-114)	406	113 (104-123)	111 (102-120)	447	117 (108-126)	111 (103-120)	268	104 (94-115)	105 (95-117)
Malattie respiratorie acute	125	156 (134-181)	149 (127-173)	135	145 (125-167)	138 (119-159)	50	136 (106-172)	137 (107-174)	58	112 (89-140)	114 (91-142)
Malattie polmonari croniche	388	96 (88-105)	97 (89-105)	151	92 (80-105)	92 (80-105)	322	116 (106-127)	110 (100-120)	149	104 (90-119)	100 (87-114)
Asma	9	41 (22-72)	42 (22-73)	11	73 (41-121)	68 (38-113)	0			1	25 (1-118)	28 (1-133)

Tabella 2. SENTIERI – SIN di Taranto. Mortalità per le cause di morte con evidenza di associazione Limitata con le *esposizioni ambientali* del SIN di Taranto. Numero di osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID); IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale; 1995-2002 e 2003-2009. Uomini e donne.

*2003 e 2006-2009- 2004-2005 non disponibili da ISTAT.

Causa (classi di età)	1995-2002			2003-2009*		
	Totale			Totale		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
Malformazioni congenite (tutte le età)	59	115 (91-142)	117 (93-145)	20	82 (54-119)	93 (62-135)
Alcune condizioni morbose di origine perinatale (0-1)	79	135 (111-162)	121 (100-146)	37	165 (123-218)	147 (110-193)
Malattie respiratorie acute (0-14)	4	96 (33-219)	95 (33-219)			
Asma (0-14)	< 3					

Tabella 3. SENTIERI – SIN di Taranto. Mortalità per le cause di morte con evidenza di associazione Limitata con le *esposizioni ambientali* del SIN di Taranto. Numero di osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID); IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale; 1995-2002 e 2003-2009. Totale: uomini e donne.

*2003 e 2006-2009- 2004-2005 non disponibili da ISTAT.

Sito: TARANTO

Causa	Uomini		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	4936	114 (111-117)	110 (108-113)
Malattie infettive e parassitarie	87	140 (116-167)	131 (109-157)
Epatite virale	25	105 (73-146)	105 (73-147)
Tutti i Tumori	1650	114 (110-119)	111 (106-115)
Tumore dell'esofago	11	93 (52-154)	79 (45-131)
Tumore dello stomaco	77	104 (86-126)	113 (93-136)
Tumore del colon-retto	121	101 (86-117)	100 (85-116)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	124	112 (96-129)	111 (95-129)
Tumore del pancreas	70	116 (94-141)	111 (90-135)
Tumore della laringe	25	108 (75-150)	108 (75-151)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	516	133 (124-143)	121 (112-130)
Mesotelioma della pleura	44	519 (397-667)	267 (204-343)
Tumore del connettivo e di altri tessuti molli	8	126 (63-227)	117 (58-211)
Melanoma della pelle	26	171 (120-237)	150 (105-208)
Tumore della prostata (U)	106	88 (74-103)	90 (76-105)
Tumore del testicolo (U)	4	219 (75-501)	211 (72-483)
Tumore della vescica	87	113 (93-135)	103 (85-123)
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	28	101 (72-138)	96 (68-131)
Tumore del sistema nervoso centrale	29	93 (66-127)	87 (62-118)
Linfoematopoietico totale	124	109 (94-127)	112 (96-130)
Linfomi non Hodgkin	45	138 (106-177)	134 (103-172)
Malattia di Hodgkin	5	138 (54-290)	153 (60-321)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	21	89 (60-128)	91 (61-132)
Leucemie	53	101 (79-126)	105 (82-132)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	10	59 (32-101)	63 (34-106)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	37	145 (108-191)	135 (101-178)
Diabete Mellito	147	93 (81-107)	95 (83-109)
Demenze	102	119 (100-140)	123 (103-145)
Morbo di Parkinson	33	94 (69-126)	96 (70-128)
Malattia dei neuroni motori	9	79 (41-138)	140 (73-245)
Sclerosi multipla	3	148 (40-381)	155 (42-399)
Epilessia	8	143 (71-258)	114 (57-206)
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	3	242 (66-626)	213 (58-551)
Malattie del sistema circolatorio	1645	114 (109-119)	109 (105-114)
Malattia ipertensiva	287	146 (132-161)	133 (121-147)
Malattie ischemiche del cuore	679	128 (120-136)	116 (109-124)
Infarto miocardico acuto	248	105 (94-117)	91 (82-102)
Disturbi circolatori dell'encefalo	327	95 (86-104)	95 (87-105)
Malattie apparato respiratorio	447	117 (108-126)	111 (103-120)
Malattie respiratorie acute	50	136 (106-172)	137 (107-174)
Malattie polmonari croniche	322	116 (106-127)	110 (100-120)
Pneumoconiosi	1	24 (1-113)	35 (2-164)
Malattie dell'apparato digerente	283	147 (133-162)	135 (122-148)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	156	156 (136-178)	147 (128-168)
Malattie dell'apparato genitourinario	71	94 (77-115)	102 (83-124)
Insufficienza renale acuta e cronica	61	95 (76-117)	99 (79-122)
Malformazioni congenite	10	83 (45-141)	107 (58-181)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	36	77 (57-102)	78 (58-103)
Traumatismi e avvelenamenti	243	104 (93-115)	101 (90-112)

Tabella 4. SENTIERI – SIN di Taranto. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID), IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale; 2003-2009 (N.B. 2003 e 2006-2009; 2004 e 2005 dati non codificati dall'ISTAT)

Sito: TARANTO

Causa	Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	4847	108 (105-110)	107 (104-109)
Malattie infettive e parassitarie	96	163 (137-194)	161 (135-191)
Epatite virale	36	167 (124-220)	159 (118-210)
Tutti i Tumori	1208	113 (108-118)	112 (106-117)
Tumore dell'esofago	7	222 (104-417)	139 (65-260)
Tumore dello stomaco	63	118 (94-145)	112 (90-138)
Tumore del colon-retto	115	94 (80-110)	94 (80-110)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	102	160 (135-189)	164 (138-193)
Tumore del pancreas	67	109 (88-133)	111 (89-135)
Tumore della laringe	2	147 (26-462)	179 (32-562)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	97	130 (109-153)	120 (101-142)
Mesotelioma della pleura	12	311 (180-505)	203 (117-329)
Tumore del connettivo e di altri tessuti molli	6	110 (48-217)	105 (46-208)
Melanoma della pelle	9	85 (44-148)	106 (55-184)
Tumore della mammella (D)	199	107 (95-121)	102 (90-115)
Tumore dell'utero (D)	56	114 (90-142)	109 (86-136)
Tumore dell'ovaio e degli altri annessi uterini (D)	48	91 (71-116)	90 (70-115)
Tumore della vescica	17	109 (69-163)	111 (70-166)
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	21	138 (92-198)	129 (87-186)
Tumore del sistema nervoso centrale	22	84 (57-120)	95 (64-135)
Linfoematopoiетico totale	121	129 (110-150)	121 (103-140)
Linfomi non Hodgkin	39	153 (115-200)	144 (108-188)
Malattia di Hodgkin	2	68 (12-214)	58 (10-182)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	37	142 (106-187)	151 (113-199)
Leucemie	42	108 (82-140)	95 (72-123)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	16	141 (89-214)	123 (77-187)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	13	70 (42-112)	66 (39-106)
Diabete Mellito	238	90 (80-100)	88 (79-98)
Demenze	213	125 (111-140)	127 (113-142)
Morbo di Parkinson	23	70 (48-99)	81 (55-114)
Malattia dei neuroni motori	8	93 (46-167)	126 (63-227)
Sclerosi multipla	4	109 (37-249)	115 (39-262)
Epilessia	3	68 (19-177)	59 (16-152)
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	2	211 (37-663)	231 (41-726)
Malattie del sistema circolatorio	1968	104 (100-108)	103 (99-107)
Malattia ipertensiva	433	118 (109-128)	110 (102-120)
Malattie ischemiche del cuore	617	115 (108-123)	113 (106-121)
Infarto miocardico acuto	160	87 (76-100)	84 (73-95)
Disturbi circolatori dell'encefalo	458	92 (85-99)	90 (83-97)
Malattie apparato respiratorio	268	104 (94-115)	105 (95-117)
Malattie respiratorie acute	58	112 (89-140)	114 (91-142)
Malattie polmonari croniche	149	104 (90-119)	100 (87-114)
Asma	1	25 (1-118)	28 (1-133)
Malattie dell'apparato digerente	233	119 (106-132)	117 (104-130)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	100	128 (108-151)	131 (110-154)
Malattie dell'apparato genitourinario	85	89 (74-107)	86 (71-103)
Nefrosi	1	72 (4-343)	42 (2-200)
Insufficienza renale acuta e cronica	76	88 (72-107)	86 (71-104)
Malformazioni congenite	10	81 (44-137)	82 (44-139)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	63	81 (65-100)	79 (63-97)
Traumatismi e avvelenamenti	208	129 (114-144)	123 (109-138)

Tabella 5. SENTIERI – SIN di Taranto. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID), IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale; 2003-2009 (N.B. 2003 e 2006-2009; 2004 e 2005 dati non codificati dall'ISTAT)

Sito: TARANTO

Causa	Uomini e donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
MORTALITA' GENERALE	9783	110 (108-112)	108 (106-110)
Malattie infettive e parassitarie	183	150 (133-170)	145 (128-163)
Epatite virale	61	133 (107-165)	131 (105-162)
Tutti i Tumori	2858	112 (109-116)	110 (107-113)
Tumore dell'esofago	18	117 (76-174)	94 (61-140)
Tumore dello stomaco	140	109 (94-125)	112 (97-129)
Tumore del colon-retto	236	97 (87-108)	97 (87-108)
Tumore primitivo del fegato e dei dotti biliari intraepatici	226	127 (114-142)	128 (115-143)
Tumore del pancreas	137	112 (96-129)	110 (95-127)
Tumore della laringe	27	106 (75-147)	109 (77-150)
Tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	613	128 (120-137)	118 (111-127)
Mesotelioma della pleura	56	447 (353-558)	245 (194-306)
Tumore del connettivo e di altri tessuti molli	14	118 (71-184)	111 (67-173)
Melanoma della pelle	35	134 (99-178)	133 (99-177)
Tumore della vescica	104	108 (91-127)	101 (85-119)
Tumore del rene e di altri non specificati organi urinari	49	112 (87-142)	107 (83-135)
Tumore del sistema nervoso centrale	51	89 (69-112)	89 (70-113)
Linfoematopoiетico totale	245	117 (105-130)	115 (103-128)
Linfomi non Hodgkin	84	143 (119-172)	137 (113-164)
Malattia di Hodgkin	7	106 (50-198)	104 (49-195)
Mieloma multiplo e tumori immunoproliferativi	58	116 (92-145)	121 (96-151)
Leucemie	95	103 (86-122)	100 (84-118)
Leucemia linfoide (acuta e cronica)	26	91 (64-126)	89 (62-124)
Leucemia mieloide (acuta e cronica)	50	112 (88-142)	106 (83-134)
Diabete Mellito	385	91 (83-99)	91 (83-99)
Demenze	315	123 (112-135)	125 (114-138)
Morbo di Parkinson	56	81 (64-102)	88 (70-110)
Malattia dei neuroni motori	17	84 (54-126)	132 (84-198)
Sclerosi multipla	7	123 (58-232)	130 (61-244)
Epilessia	11	110 (61-181)	90 (50-149)
Neuropatie tossiche e infiammatorie non specificate	5	225 (89-473)	212 (84-446)
Malattie del sistema circolatorio	3613	108 (105-111)	105 (102-108)
Malattia ipertensiva	720	128 (120-136)	119 (111-126)
Malattie ischemiche del cuore	1296	121 (115-126)	114 (109-119)
Infarto miocardico acuto	408	96 (89-105)	87 (80-95)
Disturbi circolatori dell'encefalo	785	93 (87-98)	92 (87-97)
Malattie apparato respiratorio	715	110 (103-117)	108 (101-115)
Malattie respiratorie acute	108	121 (103-143)	124 (105-145)
Malattie polmonari croniche	471	110 (102-118)	105 (97-113)
Asma	1	12 (1-59)	13 (1-63)
Pneumoconiosi	1	23 (1-107)	34 (2-159)
Malattie dell'apparato digerente	516	132 (123-142)	125 (116-135)
Cirrosi e altre malattie croniche del fegato	256	142 (128-158)	139 (125-155)
Malattie dell'apparato genitourinario	156	91 (79-104)	93 (81-106)
Nefrosi	1	35 (2-165)	27 (1-128)
Insufficienza renale acuta e cronica	137	91 (78-104)	91 (79-105)
Malformazioni congenite	20	82 (54-119)	93 (62-135)
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	99	79 (67-94)	78 (66-93)
Traumatismi e avvelenamenti	451	113 (105-122)	109 (101-118)
Età <1			
Tutte le cause	51	130 (102-165)	122 (95-153)
Alcune condizioni morbose di origine perinatale	37	165 (123-218)	147 (110-193)
Età 0-14			
Tutti i tumori	5	100 (39-209)	116 (46-244)
Linfoematopoiетico totale	2	120 (21-378)	113 (20-355)
Leucemie	2	145 (26-458)	117 (21-368)

Tabella 6. SENTIERI – SIN di Taranto. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID), IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale; 2003-2009 (N.B. 2003 e 2006-2009; 2004 e 2005 dati non codificati dall'ISTAT)

11.4 Studio di coorte sulla mortalità e morbosità nell'area di Taranto

Francesca Mataloni, Massimo Stafoggia, Ester Alessandrini, Maria Triassi, Annibale Biggeri, Francesco Forastiere

Articolo tratto dalla rivista *Epidemiologia e Prevenzione* - anno 36 - Rassegne e Articoli (5) settembre-ottobre 2012

L'obiettivo del presente lavoro è quello di fornire, attraverso uno studio di coorte, un quadro epidemiologico in termini di mortalità e ricoveri ospedalieri dei quartieri di Taranto e dei vicini Comuni di Massafra e Statte. Poiché la deprivazione sociale può avere un'influenza importante sul quadro sanitario, l'analisi epidemiologica per quartiere tiene conto dei differenziali sociali.

Lo studio è stato condotto nel quadro di un incidente probatorio ordinato dal Giudice per le indagini preliminari (GIP) del tribunale di Taranto; i dati riportati hanno un carattere descrittivo della situazione epidemiologica dell'area.

METODI

La coorte

L'area considerata in questo studio è quella dei comuni di Taranto, Massafra e Statte. Per la selezione della coorte sono stati utilizzati gli archivi anagrafici dei tre Comuni. La coorte è composta dai soggetti residenti al 1 gennaio 1998 e da tutti quelli che sono successivamente entrati come residenti nell'area per nascita o immigrazione fino al 31 dicembre 2010. I file anagrafici trasmessi sono stati sottoposti a rigorose operazioni di controllo di qualità, controllo dei record doppi e di esclusione dei soggetti iscritti all'AIRE (Anagrafe degli italiani residenti all'estero).

Georeferenziazione dei soggetti

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 fornito inoltre, 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.

A ciascuna residenza dei soggetti in studio sono state attribuite le coordinate geografiche attraverso il software ARCGIS; è stato quindi possibile geocodificare tutte le informazioni residenziali della popolazione e trasferirle in un sistema geografico. A ogni soggetto geocodificato è stata attribuita la sezione di censimento di residenza all'inizio del periodo in studio.

Esposizioni in studio

Le esposizioni considerate in questo studio sono le seguenti.

Quartiere di residenza: il Comune di Taranto è stato suddiviso in 9 quartieri sulla base delle sezioni di censimento, ognuno composto da uno o più rioni come di seguito indicato:

1. Borgo (sezioni di censimento 279-400);
2. Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro (sezioni di censimento 1-221, 983,1483, 1511, 1546, 1547, 1548);
3. Italia Montegranaro (sezioni di censimento 401-492);
4. San Vito, Lama, Carelli (sezioni di censimento 886-921, 922, 923, 954, 957, 1553);
5. Paolo VI (sezioni di censimento 222-278, 1522, 1527, 1528, 1529, 1533);
6. Salinella (sezioni di censimento 705-801, 955, 956);

7. Solito Corvisea (sezioni di censimento 617-704, 952, 1512, 1514, 1523, 1524, 1526);
8. 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);
9. Tre Carrare, Battisti (sezioni di censimento 493-616).

I Comuni di Statte e Massafra costituiscono due zone a parte. A ogni soggetto della coorte è stato dunque attribuito un quartiere di residenza all'arruolamento. I quartieri/co-muni più vicini all'area industriale, potenzialmente più colpiti dall'inquinamento, sono Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro), Borgo, Paolo VI e Statte.

Indice di livello socioeconomico: lo stato socioeconomico è una caratteristica dell'individuo di particolare interesse negli studi epidemiologici, perché sono state documentate importanti differenze di salute a seconda del livello sociale, con una generale tendenza al peggioramento degli indici di mortalità e morbosità per le popolazioni più deprivate. Sulla base dell'esperienza italiana della classificazione dello stato socioeconomico per sezione di censimento, è stato adottato l'indice di deprivazione (o indice di posizione socioeconomica) messo a punto nel quadro di un progetto sostenuto dal Ministero della salute sulla base dei dati Istat 2001. Gli indicatori selezionati per comporre l'indice sintetico sono quelli rilevati al censimento 2001: percentuale di popolazione con istruzione pari o inferiore alla licenza elementare (mancato raggiungimento dell'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 nazionale (o altri aggregati geografici) di caratteristiche di deprivazione. È stato classificato in 5 categorie: alto, medio-alto, medio, medio-basso, basso. La classificazione si basa sui quintili di popolazione; nel caso in esame è stata effettuata sulla standardizzazione con media e deviazione standard provinciali (Taranto) e suddivisione in quintili relativi alla popolazione della Provincia. A ogni soggetto della coorte è stato dunque attribuito un valore dell'indicatore di posizione socioeconomica (SES) sulla base della propria sezione di censimento di residenza all'ingresso nella coorte.

Procedure di follow-up e dati sanitari

L'accertamento dello stato in vita dei soggetti della coorte al 31 dicembre 2010 è stato effettuato utilizzando gli archivi anagrafici dei comuni in studio. Per i soggetti deceduti dal 1998 al 2008 la causa di morte (classificata secondo la IX revisione ICD) è stata attribuita con una procedura di *record linkage* con il Registro nominativo delle cause di morte della ASL di Taranto. Il *record linkage* è avvenuto utilizzando chiavi "a cascata", ovvero chiavi di *linkage* via via meno specifiche, elaborate sui record non ancora collegati ai passaggi precedenti. Si sono definiti due set di chiavi di *linkage*: il primo sul quale non sono stati effettuati controlli manuali, ovvero i record correlati con le chiavi di questo set sono stati considerati attendibili; il secondo sul quale sono stati effettuati controlli manuali, ovvero i record legati alle chiavi di questo set sono stati considerati potenzialmente errati e sono stati verificati singolarmente (circa il 5%). Per gli anni 2009 e 2010 non era ancora disponibile l'informazione sulla causa di morte.

Con lo stesso criterio sono stati effettuati *record linkage* della coorte con l'archivio dei ricoveri ospedalieri (1998-2010). 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.

Analisi statistica

Ogni residente 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. Gli anni persona sono stati calcolati separatamente per sesso, classi di età e periodo di calendario (tre periodi: 1998-2001, 2002-2005, 2006-2010).

Sono stati calcolati tassi di mortalità e tassi di persone ricoverate (più semplicemente detti ricoveri) standardizzati con il metodo diretto, usando come popolazione standard la popolazione italiana al 1991 (per 100.000 abitanti), per quartiere di residenza, standardizzati per età. L'associazione tra le esposizioni di interesse (quartiere di residenza e livello socioeconomico) e mortalità/morbidità è stata valutata attraverso un'analisi di sopravvivenza (*Cox proportional hazard model*) con la stima di rischi relativi (HR, IC95%), separatamente per maschi e femmine. Nei modelli di analisi l'età è stata considerata come asse temporale, mentre il periodo di calendario è stato utilizzato come variabile di aggiustamento. Il modello in cui il quartiere di residenza è stato considerato come esposizione è aggiustato anche per livello socioeconomico.

La gestione dei database è stata effettuata utilizzando il software SAS, mentre per le analisi statistiche è stato usato il software STATA (versione 12, StataCorp).

RISULTATI

Caratteristiche descrittive della coorte e delle esposizioni considerate

Nella figura 1 sono riportati i confini amministrativi dei Comuni che costituiscono l'area in studio; i puntini si riferiscono alla localizzazione geografica della residenza (al 1 gennaio 1998 o successive per i nuovi entrati) dei soggetti reclutati nella coorte. La figura 2 rappresenta i quartieri considerati, la figura 3 illustra la distribuzione delle sezioni di censimento secondo l'indicatore di posizione socioeconomica (SES).

Sono state arruolate 321.356 persone (157.031 maschi, 164.325 femmine) le cui caratteristiche principali in termini di sesso, età, livello socioeconomico, stato in vita alla fine del follow-up e anni persona di osservazione sono illustrate in tabella 1. La ripartizione per Comune di residenza all'ingresso era di 265.994 soggetti a Taranto, 38.808 a Massafra, 16.554 a Statte. Il 35% dei soggetti della coorte aveva un livello socioeconomico basso, mentre la proporzione di soggetti con alto livello socioeconomico era del 21,4%. L'84,9% dei soggetti erano già presenti al 1 gennaio 1998 e il 39,1% abitavano nella stessa residenza del reclutamento da più di 20 anni; nel gruppo dei soggetti con una durata di residenza al reclutamento inferiore a 5 anni (43,4%) sono stati inclusi tutti i bambini con meno di 5 anni al 1 gennaio 1998, tutti i nuovi nati nel periodo in esame (34.452 soggetti) e i residenti a Statte per i quali la data di inizio residenza non era disponibile. E' da notare che la proporzione dei soggetti della coorte nati all'estero era molto bassa (2,3%); la maggior parte delle persone risultava nata a Taranto (81,6%) e nell'Italia meridionale (93,5%). Alla fine del follow-up (2010), nella valutazione dello stato in vita il 76,6% dei soggetti sono risultati vivi e residenti, il 14,6% sono risultati emigrati dai comuni in studio e 28.171 soggetti (8,8%) sono risultati deceduti. Per 23.004 deceduti entro il 2008 erano disponibili i dati sulla causa di morte (98%). Nel periodo di osservazione sono stati stimati 3.384.302 anni persona di follow-up. La tabella 2 illustra le caratteristiche della popolazione di Taranto per quartiere e dei Comuni di Massafra e Statte. I quartieri con età media più avanzata all'inizio del follow-up erano Borgo e 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 percentuali elevate di livello alto (62,2%) a San Vito, Lama, Carelli e basso al rione Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro) (69,4%) e nel quartiere Paolo VI (64,3%).

Stato socioeconomico

La tabella 3 mostra l'associazione, nei maschi e nelle femmine, fra stato socioeconomico e mortalità. Sono stati riportati i confronti dello stato socioeconomico basso verso quello alto. E' stato riscontrato

un differenziale rilevante per entrambi i sessi per mortalità totale, cardiovascolare, respiratoria e malattie dell'apparato digerente, con eccessi nelle classi più svantaggiate. Sono state registrate differenze anche per tutti i tumori nei maschi, in particolare per tumore dello stomaco, della laringe, del polmone e della vescica.

In modo analogo, la tabella 4 mostra le associazioni del livello socioeconomico con la frequenza dei soggetti ricoverati per causa. I differenziali di salute per la morbosità hanno confermato quelli riscontrati per la mortalità, con una generale tendenza a uno stato di salute peggiore nei soggetti di livello socioeconomico basso.

Analisi per quartiere

Le tabelle 5 e 6 mostrano, per maschi e femmine rispettivamente, i rischi di mortalità per causa dei quartieri Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro), Borgo, Paolo VI e del Comune di Statte, confrontati con i dati della mortalità osservata in tutti gli altri quartieri di Taranto nel loro insieme e nel Comune di Massafra. Tale classificazione in quartieri è basata sull'ipotesi che quelli situati vicino all'area industriale siano caratterizzati da un livello di inquinamento atmosferico più elevato. Anche dopo aver considerato i determinanti sociali, Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro), Borgo, Paolo VI e Statte hanno mostrato una mortalità totale più elevata (in particolare Tamburi e Paolo VI per entrambi i sessi) rispetto al riferimento. Il differenziale maggiore nei maschi è stato osservato a Paolo VI, con eccessi importanti per tumori maligni (+42%), tra cui il pancreas e il polmone, malattie cardiovascolari, respiratorie e del sistema digestivo. Nel quartiere Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro) si è riscontrato un eccesso di tumori maligni nei maschi (specie la prostata) e di malattie cardiovascolari, specie l'infarto del miocardio. Nelle donne di Paolo VI, gli eccessi sono dovuti alle patologie tumorali, in particolare del fegato, e alle malattie cardiovascolari e dell'apparato digerente. Sono risultati molto elevati nel quartiere Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro) gli eccessi per cause cardiovascolari e malattie renali nelle donne.

Le tabelle 7 e 8 mostrano i risultati delle analisi dei soggetti con almeno un ricovero ospedaliero. Il quadro che è emerso dall'analisi della mortalità ha trovato sostanziale conferma per molte cause di ricovero e ha indicato chiaramente Tamburi (con Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro) e Paolo VI come i quartieri in cui lo stato di salute della popolazione è più compromesso, con eccessi compresi tra 20% e il 400% (pneumoconiosi nel quartiere Paolo VI) rispetto al riferimento considerato.

Tabella 1. Principali caratteristiche della coorte di Taranto, Massafra e Statte, per sesso.

VARIABILI	MASCHI		FEMMINE		TOTALE		ANNI PERSONA	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
Totale	157.031	100,0	164.325	100,0	321.356	100,0	3.384.302	100,0
Classi d'età (anni) al reclutamento								
0*	17.656	11,2	16.796	10,2	34.452	10,7	32.626	1,0
1-9	14.760	9,4	14.285	8,7	29.045	9,0	303.672	9,0
10-19	18.764	11,9	17.409	10,6	36.173	11,3	392.745	11,6
20-29	24.925	15,9	24.698	15,0	49.623	15,4	479.761	14,2
30-39	22.580	14,4	23.147	14,1	45.727	14,2	507.118	15,0
40-49	18.580	11,8	19.235	11,7	37.815	11,8	473.765	14,0
50-59	16.672	10,6	17.566	10,7	34.238	10,7	438.866	13,0
60-69	12.275	7,8	14.708	9,0	26.983	8,4	363.865	10,8
70-79	7.752	4,9	10.813	6,6	18.565	5,8	258.705	7,6
≥ 80	3.067	2,0	5.668	3,4	8.735	2,7	133.179	3,9
Stato socioeconomico								
Alto	33.862	21,6	34.831	21,2	68.693	21,4	723.462	21,4
Medio-Alto	19.077	12,1	20.018	12,2	39.095	12,2	415.870	12,3
Medio	15.828	10,1	16.908	10,3	32.736	10,2	347.660	10,3
Medio-Basso	28.381	18,1	29.653	18,0	58.034	18,1	613.296	18,1
Basso	54.783	34,9	57.698	35,1	112.481	35,0	1.178.188	34,8
Missing	5.100	3,2	5.217	3,2	10.317	3,2	105.826	3,1
Periodo d'ingresso nella coorte								
Presenti al 1 gennaio 1998	132.715	84,5	140.024	85,2	272.739	84,9	3.106.335	91,8
Entrati tra il 1998 e il 2003	11.707	7,5	11.321	6,9	23.028	7,2	196.358	5,8
Entrati tra il 2004 e il 2010	12.609	8,0	12.980	7,9	25.589	8,0	81.609	2,4
Durata residenza al reclutamento (1 gennaio 1998 o successivamente)								
<5 anni*	69.768	44,4	69.718	42,4	139.486	43,4	1.321.382	39,0
5-10 anni	9.417	6,0	9.229	5,6	18.646	5,8	223.233	6,6
10-15 anni	9.494	6,0	9.314	5,7	18.808	5,9	225.100	6,7
15-20 anni	9.396	6,0	9.293	5,7	18.689	5,8	215.024	6,4
>20 anni	58.956	37,5	66.771	40,6	125.727	39,1	1.399.562	41,4
Stato in vita (al 31.12.2010)								
Vivi e residenti	118.349	75,4	127.956	77,9	246.244	76,6	2.928.560	86,5
Emigrati	24.523	15,6	22.357	13,6	46.941	14,6	272.923	8,1
Deceduti	14.012	8,9	14.159	8,6	28.171	8,8	182.819	5,4
Deceduti con causa di morte al 31.12.2008	11.561	7,4	11.443	7,0	23.004	7,2	126.373	3,7

* Include i soggetti nati durante il follow-up.

Tabella 2. Principali caratteristiche della coorte per **quartiere** di Taranto e per Massafra e Statte.

VARIABILI	QUARTIERI TARANTO																					
	Borgo		Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro		Italia Montegranaro		San Vito, Lama, Carelli		Paolo VI		Salinella		Solito Corvisea		Talsano		Tre Carrare, Battisti		Massafra		Statte	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
Totale	34.840	100,0	28.692	100,0	38.034	100,0	21.330	100,0	19.811	100,0	26.742	100,0	30.854	100,0	30.461	100,0	34.577	100,0	38.808	100,0	16.554	100,0
Sesso																						
Maschi	16.312	46,8	14.067	49,0	17.965	47,2	10.750	50,4	10.097	51,0	13.140	49,1	15.014	48,7	15.192	49,9	16.548	47,9	19.300	49,7	8.283	50,0
Femmine	18.528	53,2	14.625	51,0	20.069	52,8	10.580	49,6	9.714	49,0	13.602	50,9	15.840	51,3	15.269	50,1	18.029	52,1	19.508	50,3	8.271	50,0
Età al reclutamento																						
Media(SD)	37,9	(25,3)	32,4	(24,5)	37,9	(24,1)	30,4	(21,8)	28,5	(21,6)	33,3	(22,6)	35,1	(22,8)	30,4	(22,1)	37,2	(25,0)	31,5	(23,0)	31,7	(22,9)
Stato socioeconomico																						
Alto	6.440	18,5	886	3,1	8.640	22,7	13.276	62,2	3.862	19,5	10.534	39,4	12.615	40,9	3.105	10,2	4.163	12,0	2.523	6,5	2.649	16,0
Medio-alto	3.927	11,3	268	0,9	5.963	15,7	2.855	13,4	1.050	5,3	2.164	8,1	3.940	12,8	9.811	32,2	3.259	9,4	4.056	10,5	1.802	10,9
Medio	755	2,2	367	1,3	4.502	11,8	4.127	19,3	711	3,6	1.914	7,2	3.884	12,6	2.816	9,2	2.632	7,6	9.266	23,9	1.762	10,6
Medio-basso	4.584	13,2	6.468	22,5	9.526	25,0	948	4,4	434	2,2	237	0,9	4.499	14,6	8.265	27,1	4.973	14,4	13.060	33,7	5.040	30,4
Basso	17.874	51,3	19.907	69,4	7.671	20,2	124	0,6	12.736	64,3	10.843	40,5	5.440	17,6	6.232	20,5	18.476	53,4	8.832	22,8	4.346	26,3
Missing	1.260	3,6	796	2,8	1.732	4,6	0	0,0	1.018	5,1	1.050	3,9	476	1,5	232	0,8	1.074	3,1	1.071	2,8	955	5,8
Periodo d'ingresso nella coorte																						
Presenti al 1 gennaio 1998	29.230	83,9	24.423	85,1	33.475	88,0	17.387	81,5	16.484	83,2	23.237	86,9	27.490	89,1	25.730	84,5	29.929	86,6	31.279	80,6	13.567	82,0
Entrati tra il 1998 e il 2003	2.703	7,8	2.051	7,1	2.356	6,2	1.792	8,4	1.433	7,2	1.679	6,3	1.720	5,6	2.363	7,8	2.257	6,5	3.344	8,6	1.246	7,5
Entrati tra il 2004 e il 2010	2.907	8,3	2.218	7,7	2.203	5,8	2.151	10,1	1.894	9,6	1.826	6,8	1.644	5,3	2.368	7,8	2.391	6,9	4.185	10,8	1.741	10,5
Durata residenza al 1 gennaio 1998																						
<5 anni*	16.029	46,0	11.716	40,8	13.973	36,7	10.211	47,9	8.492	42,9	11.286	42,2	11.150	36,1	14.904	48,9	14.059	40,7	10.772	27,8	16.488	99,6
5-10 anni	1.669	4,8	1.543	5,4	2.253	5,9	1.491	7,0	1.034	5,2	1.551	5,8	2.048	6,6	2.233	7,3	1.848	5,3	2.946	7,6	5	0,0
10-15 anni	1.659	4,8	1.663	5,8	2.326	6,1	1.370	6,4	1.043	5,3	1.770	6,6	2.207	7,2	1.789	5,9	1.926	5,6	3.017	7,8	4	0,0
15-20 anni	1.618	4,6	1.682	5,9	2.288	6,0	1.339	6,3	1.244	6,3	1.600	6,0	2.097	6,8	1.792	5,9	1.807	5,2	3.188	8,2	6	0,0
>20 anni	13.865	39,8	12.088	42,1	17.194	45,2	6.919	32,4	7.998	40,4	10.535	39,4	13.352	43,3	9.743	32,0	14.937	43,2	18.885	48,7	51	0,3
Stato in vita																						
Vivi e residenti	24.831	71,3	22.149	77,2	28.051	73,8	16.436	77,1	16.246	82,0	20.977	78,4	23.634	76,6	23.546	77,3	25.226	73,0	31.413	80,9	13.383	80,8
Emigrati	5.554	15,9	3.594	12,5	5.922	15,6	3.738	17,5	2.392	12,1	3.833	14,3	4.728	15,3	5.144	16,9	5.167	14,9	4.625	11,9	1.970	11,9
Deceduti	4.455	12,8	2.949	10,3	4.061	10,7	1.156	5,4	1.173	5,9	1.932	7,2	2.492	8,1	1.771	5,8	4.184	12,1	2.770	7,1	1.201	7,3

* Include i soggetti nati durante il follow-up. ** Per 653 soggetti l'informazione sul quartiere risulta mancante.

Tabella 3. Associazione tra stato socioeconomico e mortalità per causa (HR, IC95%). Maschi e femmine. Taranto, Massafra e Statte, 1998-2008.

CAUSA (ICD-9-CM)	MASCHI					FEMMINE				
	LIVELLO SOCIOECONOMICO									
	ALTO (Rif.) n. 33.862	BASSO n. 54.783				ALTO (Rif.) n. 34.831	BASSO n. 57.698			
	n.	n.	HR	IC 95%		n.	n.	HR	IC 95%	
Tutte le cause (001-999)*	2.517	5.483	1,25	1,19	1,31	2.294	5.770	1,18	1,13	1,24
Cause naturali (001-799)	1.946	4.314	1,24	1,18	1,31	1.793	4.619	1,19	1,13	1,26
Tumori maligni (140-208)	727	1.522	1,26	1,15	1,37	535	1.085	1,05	0,95	1,17
Esofago (150)	4	12	1,91	0,61	5,92	6	7	0,61	0,20	1,82
Stomaco (151)	29	80	1,69	1,10	2,59	30	61	1,02	0,66	1,58
Colon retto (153-154)	50	115	1,33	0,95	1,86	48	140	1,47	1,05	2,04
Fegato e dotti biliari (155-156)	56	121	1,30	0,95	1,79	54	102	0,92	0,66	1,28
Pancreas (157)	34	52	0,96	0,62	1,49	37	60	0,78	0,52	1,18
Laringe (161)	8	41	3,32	1,55	7,09					
Trachea, bronchi e polmoni (162)	226	510	1,40	1,20	1,64	0	77	0,96	0,66	1,39
Pleura (163)	23	46	1,21	0,73	2,00	43	12	0,68	0,29	1,63
Connettivo e tessuti molli (171)	3	7	1,21	0,31	4,69	9	7	0,46	0,16	1,28
Mammella (174)						110	197	1,02	0,80	1,29
Prostata (185)	73	123	0,88	0,66	1,18					
Vescica (188)	40	113	1,55	1,08	2,23	12	25	0,91	0,45	1,82
Rene (189)	9	10	0,63	0,26	1,56	4	3	0,37	0,08	1,67
Encefalo e altri tumori del SNC (191-192 225)	25	52	1,31	0,81	2,12	25	47	1,05	0,64	1,71
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	71	107	0,92	0,68	1,24	64	111	0,87	0,64	1,19
Linfomi non Hodgkin (200-202)	19	44	1,41	0,82	2,42	20	43	1,07	0,63	1,83
Leucemie (204-208)	34	38	0,69	0,43	1,10	23	34	0,77	0,45	1,31
Malattieneurologiche(330-349)	56	96	0,94	0,68	1,31	58	120	0,94	0,69	1,29
Morbo di Parkinson (332)	13	21	0,84	0,42	1,68	9	15	0,74	0,32	1,70
Malattie cardiovascolari (390-459)	668	1.402	1,14	1,04	1,25	721	1.984	1,21	1,11	1,32
Malattie cardiache (390-429)	480	968	1,11	0,99	1,23	465	1.322	1,25	1,13	1,39
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	214	405	1,10	0,93	1,29	166	378	1,01	0,84	1,21
Eventi coronarici acuti (410-411)	120	206	1,03	0,82	1,29	75	151	0,91	0,69	1,20
Malattie cerebrovascolari (430-438)	131	329	1,32	1,08	1,62	217	538	1,08	0,92	1,27
Malattie apparato respiratorio (460-519)	132	488	1,89	1,55	2,29	110	344	1,38	1,11	1,72
Infezioni delle vie respiratorie (460-466,480-487)	30	116	1,97	1,32	2,95	37	129	1,49	1,03	2,15
BPCO(490-492,494,496)	87	339	1,95	1,54	2,47	50	169	1,52	1,10	2,10
Malattie apparato digerente (520-579)	131	323	1,46	1,19	1,79	98	334	1,56	1,24	1,95
Malattie renali (580-599)	40	77	1,02	0,69	1,49	45	106	1,07	0,75	1,51
Maldefinite(780-799)	63	151	1,22	0,91	1,64	75	210	1,22	0,94	1,59
Traumatismi e avvelenamenti (800-999)	83	225	1,58	1,22	2,03	66	179	1,26	0,95	1,67

HR: Hazard Ratio da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e aggiustato per età (asse temporale). **Rif:** livello socioeconomico di riferimento.
* riferito al periodo 1998-2010.

Tabella 4. Associazione tra stato socioeconomico e ricoveri per patologia (HR, IC95%). Maschi e femmine. Taranto, Massafra e Statte, 1998-2010

DIAGNOSI (ICD-9)	MASCHI					FEMMINE				
	LIVELLO SOCIOECONOMICO									
	ALTO (Rif.) n. 33.862	BASSO n. 54.783				ALTO (Rif.) n. 34.831	BASSO n. 57.698			
	n.	n.	HR	IC 95%		n.	n.	HR	IC 95%	
Cause naturali (001-799)	14.994	27.622	1,23	1,21	1,26	18.171	34.527	1,24	1,22	1,26
Tumori maligni (140-208)	1.451	2.637	1,16	1,08	1,23	1.110	2.121	1,09	1,01	1,17
Esofago (150)	6	17	1,89	0,74	4,80	2	4	1,13	0,21	6,21
Stomaco (151)	43	104	1,57	1,10	2,25	30	69	1,24	0,80	1,91
Colon retto (153-154)	168	223	0,86	0,70	1,05	110	249	1,24	0,99	1,56
Fegato e dotti biliari (155-156)	96	226	1,52	1,20	1,93	62	126	1,01	0,74	1,37
Pancreas (157)	42	59	0,88	0,59	1,31	33	58	0,88	0,57	1,35
Laringe (161)	25	58	1,58	0,99	2,53	5	10	1,21	0,41	3,56
Trachea, bronchi e polmoni (162)	240	540	1,47	1,26	1,71	56	74	0,76	0,53	1,07
Pleura (163)	20	49	1,53	0,91	2,57	5	12	1,33	0,47	3,78
Connettivo e tessuti molli (171)	13	22	1,06	0,53	2,12	11	25	1,24	0,61	2,52
Mammella (174)						294	533	1,11	0,97	1,28
Prostata (185)	202	307	0,94	0,79	1,12					
Testicolo (186)	11	24	1,32	0,64	2,69					
Vescica (188)	241	405	1,05	0,90	1,23	46	77	0,88	0,61	1,26
Rene (189)	46	90	1,26	0,88	1,80	18	43	1,29	0,75	2,25
Encefalo e altri tumori del SNC (191-192 225)	55	99	1,18	0,85	1,64	51	109	1,26	0,91	1,77
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	137	210	0,99	0,79	1,22	109	201	1,02	0,81	1,29
Linfomi non Hodgkin (200-202)	63	109	1,13	0,83	1,54	37	98	1,51	1,03	2,20
Leucemie (204-208)	58	74	0,81	0,57	1,14	49	63	0,71	0,49	1,03
Malattieneurologiche(330-349)	522	1.182	1,41	1,27	1,56	537	1.289	1,34	1,21	1,48
Morbo di Parkinson (332)	28	41	0,88	0,54	1,42	6	34	2,83	1,19	6,76
Sclerosi multipla (340)	12	16	0,85	0,40	1,80	20	22	0,72	0,39	1,32
Malattie cardiovascolari (390-459)	4.417	7.801	1,15	1,10	1,19	3.684	7.748	1,18	1,14	1,23
Malattie cardiache (390-429)	3.105	5.240	1,10	1,05	1,15	2.525	5.499	1,21	1,16	1,27
Eventi coronarici acuti (410-411)	744	1.215	1,11	1,02	1,22	296	700	1,26	1,10	1,44
Scopenso cardiaco (428)	518	1.179	1,37	1,24	1,52	564	1.631	1,42	1,29	1,56
Malattie cerebrovascolari (430-438)	876	1.814	1,29	1,19	1,40	881	2.170	1,23	1,14	1,33
Malattie apparato respiratorio (460-519)	2.314	6.138	1,62	1,55	1,70	1.701	4.634	1,53	1,44	1,61
Infezioni delle vie respiratorie (460-466,480-487)	911	3.012	1,94	1,80	2,08	734	2.304	1,75	1,61	1,90
BPCO(490-492,494,496)	547	1.599	1,83	1,66	2,01	357	994	1,41	1,25	1,59
Asma (493)	61	121	1,18	0,87	1,61	61	147	1,46	1,09	1,97
Pneumoconiosi (500-505)	15	22	1,06	0,55	2,05					
Malattie apparato digerente (520-579)	4.507	8.812	1,29	1,24	1,33	3.564	7.424	1,26	1,21	1,32
Malattie renali (580-599)	980	1.814	1,15	1,07	1,25	851	2.053	1,38	1,27	1,50
Endometriosi (617)						119	154	0,79	0,62	1,01
Gravidanza con esito abortivo (630-634)						795	1.478	1,13	1,04	1,23
Traumatismi e avvelenamenti (800-999)	3.361	7.374	1,37	1,31	1,42	2.521	5.616	1,26	1,20	1,32

HR: Hazard Ratio da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e aggiustato per età (asse temporale). Rif: livello socioeconomico di riferimento.

Tabella 5. Associazione tra quartiere di residenza e mortalità per causa (HR, IC95%). **Maschi.** 1998-2008.

CAUSA (ICD-9-CM)	Quartieri di riferimento n.107.909	QUARTIERI TARANTO															
		Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro n. 14.067			Borgo n. 16.312			Paolo VI n. 10.097			Statte n. 8.283						
		n.	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%			
Tutte le cause (001-999)*	9.378	1.470	1,12	1,06	1,19	1.973	1,07	1,02	1,12	684	1,27	1,18	1,38	654	1,08	0,99	1,17
Cause naturali (001-799)	7.299	1.148	1,10	1,04	1,18	1.579	1,03	0,97	1,09	519	1,35	1,23	1,48	454	1,01	0,92	1,11
Tumori maligni (140-208)	2.650	400	1,11	0,99	1,24	505	1,00	0,91	1,11	223	1,42	1,23	1,63	178	1,05	0,91	1,23
Esofago (150)	21	4	1,77	0,56	5,59	4	1,12	0,38	3,32	1	0,76	0,10	5,78	3	2,27	0,67	7,68
Stomaco (151)	126	22	1,24	0,77	1,99	28	1,20	0,79	1,83	12	1,62	0,88	2,97	7	0,85	0,39	1,82
Colon retto (153-154)	220	19	0,62	0,38	1,00	48	1,13	0,82	1,56	12	1,07	0,59	1,93	11	0,79	0,43	1,46
Fegato e dotti biliari (155-156)	210	27	0,91	0,60	1,38	34	0,85	0,59	1,22	11	0,82	0,44	1,51	14	1,07	0,62	1,84
Pancreas (157)	100	19	1,62	0,96	2,74	13	0,74	0,41	1,33	12	1,98	1,07	3,67	5	0,77	0,31	1,90
Laringe (161)	44	10	1,32	0,65	2,70	11	1,23	0,63	2,42	7	1,91	0,84	4,35	5	1,63	0,64	4,12
Trachea, bronchi e polmoni (162)	829	127	1,09	0,90	1,32	150	0,97	0,82	1,16	94	1,76	1,41	2,19	61	1,12	0,86	1,45
Pleura (163)	80	12	1,09	0,58	2,06	16	1,08	0,63	1,87	6	1,19	0,51	2,78	2	0,39	0,10	1,60
Connettivo e tessuti molli (171)	12	4	2,84	0,83	9,74	4	1,92	0,60	6,16	1	1,65	0,20	13,35	0	0,00	0,00	0,00
Prostata (185)	244	45	1,42	1,02	1,99	53	0,98	0,72	1,33	8	0,84	0,41	1,71	12	0,85	0,48	1,53
Vescica (188)	189	34	1,20	0,82	1,76	29	0,73	0,49	1,09	13	1,45	0,82	2,58	13	1,17	0,66	2,06
Rene (189)	21	5	2,23	0,79	6,32	5	1,30	0,48	3,50	2	1,85	0,42	8,14	5	3,69	1,37	9,93
Encefalo e altri tumori del SNC (191-192; 225)	83	15	1,37	0,77	2,45	18	1,23	0,73	2,07	10	1,64	0,83	3,22	6	1,07	0,46	2,46
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	212	27	1,05	0,69	1,60	41	1,07	0,76	1,51	14	1,01	0,58	1,76	9	0,69	0,35	1,34
Linfomi non Hodgkin (200-202)	65	10	1,12	0,56	2,25	12	1,00	0,54	1,88	8	1,73	0,81	3,68	6	1,52	0,66	3,52
Leucemie (204-208)	79	7	0,79	0,35	1,77	24	1,70	1,07	2,72	4	0,71	0,26	1,96	1	0,21	0,03	1,49
Malattieneurologiche(330-349)	190	28	1,09	0,72	1,65	30	0,76	0,51	1,12	7	0,72	0,33	1,54	15	1,32	0,78	2,24
Morbo di Parkinson (332)	44	7	1,25	0,54	2,92	6	0,62	0,26	1,47	2	1,22	0,29	5,15	3	1,28	0,40	4,17
Malattie cardiovascolari (390-459)	2.442	378	1,10	0,98	1,23	551	1,02	0,92	1,12	147	1,28	1,08	1,51	137	0,93	0,78	1,11
Malattie cardiache (390-429)	1.688	260	1,09	0,95	1,25	387	1,03	0,92	1,15	106	1,27	1,04	1,56	84	0,82	0,66	1,02
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	733	116	1,20	0,98	1,47	152	1,04	0,87	1,24	56	1,37	1,04	1,82	30	0,66	0,46	0,95
Eventi coronarici acuti (410-411)	385	59	1,18	0,89	1,58	76	1,03	0,80	1,33	32	1,37	0,94	1,98	17	0,68	0,42	1,11
Malattie cerebrovascolari (430-438)	551	86	1,06	0,83	1,34	109	0,87	0,71	1,07	25	1,07	0,71	1,61	43	1,34	0,98	1,84
Malattie apparato respiratorio (460-519)	697	122	1,08	0,88	1,31	177	1,05	0,88	1,24	48	1,64	1,22	2,21	59	1,46	1,12	1,91
Infezioni delle vie respiratorie (460-466,480-487)	164	20	0,76	0,47	1,23	50	1,23	0,89	1,70	11	1,58	0,84	2,94	16	1,71	1,02	2,87
BPCO(490-492,494,496)	469	93	1,17	0,92	1,47	110	0,94	0,76	1,16	32	1,70	1,18	2,46	39	1,44	1,04	2,01
Malattie apparato digerente (520-579)	527	81	1,06	0,83	1,36	111	1,07	0,87	1,31	47	1,47	1,08	1,99	27	0,79	0,54	1,16
Malattie renali (580-599)	146	27	1,36	0,88	2,09	37	1,13	0,78	1,64	3	0,50	0,16	1,57	9	1,00	0,51	1,97
Maldefinite(780-799)	235	33	0,86	0,59	1,26	65	1,11	0,84	1,47	13	1,24	0,70	2,19	14	1,02	0,59	1,75
Traumatismi e avvelenamenti (800-999)	356	65	1,22	0,92	1,61	79	1,17	0,91	1,50	34	1,30	0,90	1,87	28	1,13	0,77	1,66

HR: Hazard Ratio da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e aggiustato per età (asse temporale) e stato socioeconomico. Riferimento: tutti gli altri quartieri.
*riferito al periodo 1998-2010.

Tabella 6. Associazione tra quartiere di residenza e mortalità per causa (HR, IC95%). **Femmine.** 1998-2008.

CAUSA (ICD-9-CM)	Quartieri di riferimento n.112.897	QUARTIERI TARANTO															
		Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro n. 14.625				Borgo n. 18.528			Paolo VI n. 9.714			Statte n. 8.271					
		n.	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%			
Tutte le cause (001-999)*	9.015	1.479	1,09	1,03	1,16	2.482	1,01	0,97	1,06	489	1,28	1,16	1,40	547	1,06	0,97	1,15
Cause naturali (001-799)	7.108	1.156	1,05	0,99	1,12	1.979	0,95	0,90	1,00	385	1,28	1,15	1,42	400	0,98	0,88	1,08
Tumori maligni (140-208)	1.900	230	0,84	0,73	0,97	434	0,95	0,85	1,06	126	1,23	1,03	1,48	102	0,92	0,75	1,12
Esofago (150)	14	0				6	1,77	0,66	4,74	1	1,12	0,14	8,80	0	0,00	0,00	0,00
Stomaco (151)	96	20	1,52	0,91	2,54	24	1,01	0,64	1,59	7	1,47	0,67	3,22	7	1,31	0,61	2,84
Colon retto (153-154)	226	23	0,62	0,40	0,97	45	0,78	0,56	1,08	16	1,35	0,80	2,26	7	0,54	0,25	1,15
Fegato e dotti biliari (155-156)	188	33	1,30	0,88	1,92	43	0,93	0,66	1,30	16	2,04	1,21	3,45	12	1,13	0,63	2,03
Pancreas (157)	121	18	1,16	0,69	1,95	33	1,13	0,77	1,68	6	1,23	0,54	2,83	9	1,31	0,66	2,60
Trachea, bronchi e polmoni (162)	144	15	0,76	0,44	1,31	34	1,06	0,72	1,55	13	1,71	0,96	3,07	6	0,68	0,30	1,54
Pleura (163)	20	2	0,66	0,15	2,94	6	1,16	0,46	2,93	3	2,95	0,84	10,39	0	0,00	0,00	0,00
Connettivo e tessuti molli (171)	14	1	0,59	0,07	4,78	5	1,54	0,54	4,42	1	1,24	0,16	9,81	0	0,00	0,00	0,00
Mammella (174)	349	41	0,92	0,66	1,29	89	1,18	0,93	1,49	28	1,29	0,87	1,91	22	1,04	0,67	1,60
Vescica (188)	33	7	1,23	0,53	2,87	12	1,13	0,58	2,20	2	1,29	0,30	5,49	1	0,58	0,08	4,23
Rene (189)	17	0	0,00	0,00	0,00	3	0,87	0,25	3,06	0	0,00	0,00	0,00	1	1,06	0,14	8,06
Encefalo e altri tumori del SNC (191-192; 225)	90	6	0,48	0,20	1,11	17	0,85	0,50	1,45	4	0,67	0,24	1,86	7	1,30	0,60	2,81
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	202	22	0,74	0,47	1,16	33	0,65	0,45	0,94	11	0,98	0,53	1,82	11	0,99	0,54	1,83
Linfomi non Hodgkin (200-202)	67	7	0,64	0,29	1,42	11	0,62	0,32	1,18	5	1,25	0,49	3,16	0	0,00	0,00	0,00
Leucemie (204-208)	63	7	0,75	0,33	1,68	11	0,71	0,37	1,36	1	0,27	0,04	1,93	7	1,95	0,89	4,29
Malattie neurologiche (330-349)	216	35	1,08	0,74	1,57	50	0,83	0,61	1,13	13	1,68	0,95	2,98	11	0,87	0,47	1,60
Morbo di Parkinson (332)	36	4	0,72	0,25	2,07	8	0,84	0,38	1,82	2	2,01	0,47	8,64	3	1,26	0,38	4,11
Malattie cardiovascolari (390-459)	2.945	529	1,15	1,04	1,26	876	0,93	0,86	1,01	125	1,18	0,98	1,41	166	0,98	0,84	1,15
Malattie cardiache (390-429)	1.910	371	1,24	1,10	1,39	623	1,04	0,95	1,14	84	1,22	0,98	1,52	90	0,81	0,66	1,01
Malattie ischemiche del cuore (410-414)	565	124	1,46	1,19	1,79	171	1,02	0,85	1,21	24	1,15	0,76	1,74	27	0,86	0,58	1,27
Eventi coronarici acuti (410-411)	243	51	1,45	1,05	1,99	67	0,96	0,73	1,26	14	1,51	0,87	2,61	12	0,87	0,49	1,56
Malattie cerebrovascolari (430-438)	820	122	0,93	0,77	1,14	207	0,77	0,66	0,90	35	1,19	0,85	1,68	62	1,38	1,06	1,79
Malattie apparato respiratorio (460-519)	476	82	1,09	0,85	1,39	169	1,09	0,91	1,30	22	1,26	0,82	1,95	34	1,28	0,90	1,81
Infezioni delle vie respiratorie (460-466,480-487)	192	21	0,68	0,43	1,08	70	1,08	0,81	1,43	4	0,55	0,20	1,50	17	1,49	0,90	2,47
BPCO (490-492,494,496)	220	49	1,39	1,00	1,92	70	0,97	0,73	1,27	16	2,14	1,27	3,59	14	1,16	0,67	2,00
Malattie apparato digerente (520-579)	484	77	0,95	0,74	1,21	119	0,88	0,71	1,08	29	1,43	0,98	2,09	30	1,13	0,78	1,64
Malattie renali (580-599)	166	38	1,57	1,08	2,28	49	1,01	0,73	1,40	10	1,68	0,88	3,23	11	1,12	0,61	2,07
Maldefinite (780-799)	332	48	0,95	0,69	1,30	109	0,98	0,79	1,23	13	1,11	0,63	1,95	17	0,85	0,52	1,39
Traumatismi e avvelenamenti (800-999)	224	65	2,06	1,53	2,76	98	1,56	1,22	1,99	9	0,89	0,45	1,74	19	1,49	0,93	2,38

HR: Hazard Ratio da modello di Cox stratificato per periodo di follow-up (tre classi) e aggiustato per età (asse temporale) e stato socioeconomico. Riferimento: tutti gli altri quartieri.
*riferito al periodo 1998-2010

Tabella 7. Associazione tra quartiere di residenza e ricoveri per patologia (HR, IC95%). **Maschi.** 1998-2010.

DIAGNOSI (ICD-9)	Quartieri di riferimento n.108.272	QUARTIERI TARANTO															
		Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro n. 14.067				Borgo n. 16.312				Paolo VI n. 10.097				Statte n. 8.283			
		n.	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%			
Cause naturali (001-799)	50.171	7.615	1,22	1,19	1,25	7.723	0,97	0,95	1,00	5.325	1,30	1,26	1,34	3.936	1,08	1,04	1,12
Tumori maligni (140-208)	4.818	685	1,12	1,03	1,22	861	1,06	0,98	1,14	444	1,31	1,19	1,45	354	1,06	0,95	1,18
Esofago (150)	32	3	0,80	0,23	2,75	6	1,12	0,46	2,74	1	0,38	0,05	2,85	2	0,95	0,23	3,97
Stomaco (151)	166	27	1,21	0,79	1,85	30	1,05	0,71	1,56	19	1,63	1,00	2,66	15	1,29	0,76	2,20
Colon retto (153-154)	520	52	0,86	0,64	1,15	73	0,87	0,68	1,11	28	0,82	0,55	1,20	39	1,08	0,78	1,49
Fegato e dotti biliari (155-156)	368	59	1,16	0,87	1,55	60	0,93	0,70	1,22	28	1,01	0,69	1,50	23	0,91	0,59	1,38
Pancreas (157)	122	17	1,19	0,70	2,02	23	1,10	0,70	1,73	9	1,12	0,56	2,23	4	0,49	0,18	1,33
Laringe (161)	81	12	1,04	0,56	1,96	15	1,09	0,62	1,91	13	1,82	0,99	3,33	10	1,70	0,88	3,29
Trachea, bronchi e polmoni (162)	866	149	1,29	1,07	1,54	156	1,06	0,89	1,26	101	1,61	1,30	1,98	60	0,98	0,75	1,27
Pleura (163)	75	18	1,80	1,04	3,10	18	1,38	0,82	2,34	7	1,44	0,65	3,17	4	0,77	0,28	2,11
Connettivo e tessuti molli (171)	32	4	0,91	0,31	2,66	10	1,80	0,87	3,72	5	1,66	0,63	4,36	3	1,30	0,40	4,28
Prostata (185)	639	80	1,10	0,86	1,40	113	1,04	0,85	1,28	40	0,98	0,71	1,36	51	1,22	0,92	1,63
Testicolo (186)	49	3	0,42	0,13	1,37	9	1,23	0,59	2,54	2	0,40	0,10	1,69	5	1,31	0,52	3,30
escica (188)	787	106	1,12	0,91	1,38	121	0,90	0,74	1,10	84	1,62	1,29	2,05	50	0,95	0,71	1,26
Rene (189)	149	23	1,26	0,79	1,99	37	1,47	1,02	2,12	15	1,41	0,82	2,42	14	1,37	0,79	2,37
Encefalo e altri tumori del SNC (191-192; 225)	187	23	0,98	0,62	1,54	30	1,01	0,68	1,50	14	0,89	0,51	1,55	16	1,19	0,71	1,99
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	400	58	1,20	0,90	1,60	80	1,26	0,99	1,61	35	1,13	0,80	1,61	24	0,84	0,56	1,28
Linfomi non Hodgkin (200-202)	201	31	1,26	0,84	1,87	36	1,16	0,81	1,66	21	1,27	0,80	2,02	13	0,89	0,51	1,56
Leucemie (204-208)	144	21	1,30	0,80	2,10	34	1,47	1,00	2,16	12	1,09	0,60	1,99	6	0,62	0,27	1,40
Malattieneurologiche(330-349)	1.850	329	1,26	1,11	1,43	337	1,11	0,98	1,25	226	1,43	1,24	1,65	140	1,04	0,88	1,24
Morbo di Parkinson (332)	94	9	0,83	0,41	1,71	9	0,55	0,27	1,10	3	0,49	0,15	1,56	5	0,90	0,36	2,21
Sclerosi multipla (340)	40	5	1,32	0,49	3,58	6	1,31	0,54	3,17	4	1,32	0,45	3,85	1	0,36	0,05	2,65
Malattie cardiovascolari (390-459)	14.504	2.078	1,18	1,12	1,24	2.457	1,03	0,99	1,08	1.388	1,32	1,25	1,40	1.076	1,06	1,00	1,13
Malattie cardiache (390-429)	9.866	1.411	1,20	1,14	1,28	1.699	1,04	0,99	1,10	957	1,41	1,31	1,50	752	1,10	1,02	1,19
Eventi coronarici acuti (410-411)	2.328	310	1,13	1,00	1,28	396	1,09	0,98	1,21	241	1,39	1,22	1,60	167	1,00	0,85	1,17
Scopenso cardiaco(428)	1.878	317	1,21	1,07	1,37	375	1,03	0,92	1,16	180	1,54	1,32	1,81	119	0,97	0,80	1,17
Malattie cerebrovascolari (430-438)	3.124	525	1,30	1,18	1,43	581	1,04	0,95	1,13	211	1,01	0,87	1,16	226	1,09	0,95	1,25
Malattie apparato respiratorio (460-519)	8.906	1.836	1,36	1,29	1,44	1.493	1,01	0,95	1,07	1.255	1,52	1,43	1,62	752	1,12	1,04	1,20
Infezioni delle vie respiratorie (460-466,480-487)	3.769	961	1,51	1,40	1,63	746	1,19	1,10	1,29	625	1,54	1,41	1,69	315	1,05	0,93	1,17
BPCO(490-492,494,496)	2.350	450	1,31	1,18	1,46	379	0,85	0,76	0,95	252	1,60	1,40	1,83	203	1,29	1,12	1,49
Asma (493)	236	38	1,11	0,77	1,60	24	0,72	0,47	1,10	18	0,74	0,45	1,20	20	1,07	0,68	1,70
Pneumoconiosi (500-505)	33	8	2,06	0,91	4,66	2	0,40	0,09	1,66	11	4,09	1,99	8,40	5	2,01	0,78	5,19
Malattie apparato digerente (520-579)	15.628	2.465	1,20	1,15	1,25	2.301	0,94	0,90	0,99	1.682	1,23	1,17	1,30	1.229	1,06	1,00	1,13
Malattie renali (580-599)	3.252	562	1,35	1,23	1,48	521	0,98	0,89	1,07	331	1,35	1,20	1,52	282	1,22	1,08	1,38
Traumatismi e avvelenamenti (800-999)	11.651	2.263	1,37	1,31	1,44	1.905	1,07	1,02	1,13	1.413	1,25	1,18	1,32	1.093	1,26	1,18	1,34

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

Tabella 8. Associazione tra quartiere di residenza e ricoveri per patologia (HR, IC95%). **Femmine.** 1998-2010.

DIAGNOSI (ICD-9)	Quartieri di riferimento n.113.187	QUARTIERI TARANTO															
		Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro n. 14.625				Borgo n. 18.528				Paolo VI n. 9.714				Statte n. 8.271			
		n.	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%	n.	HR	IC 95%
Cause naturali (001-799)	62.962	9.275	1,18	1,16	1,21	0.204	0,93	0,91	0,95	6.025	1,25	1,22	1,28	4.600	1,07	1,04	1,10
Malattie infettive e parassitarie (001-139)	113	30	1,70	1,11	2,60	33	1,51	1,01	2,24	12	1,16	0,63	2,14	16	2,13	1,26	3,61
Tumori maligni (140-208)	3.878	530	1,03	0,94	1,13	713	0,91	0,84	0,99	295	1,17	1,04	1,32	225	0,91	0,80	1,04
Esofago (150)	9	1	0,99	0,12	8,56	1	0,60	0,07	4,85	1	1,74	0,21	14,51	1	1,72	0,21	13,87
Stomaco (151)	129	23	1,26	0,79	2,00	24	0,89	0,57	1,38	7	1,06	0,49	2,30	9	1,10	0,56	2,17
Colon retto (153-154)	483	60	0,93	0,71	1,23	62	0,62	0,48	0,81	35	1,21	0,85	1,72	17	0,58	0,36	0,95
Fegato e dotti biliari (155-156)	213	37	1,25	0,87	1,80	52	1,07	0,79	1,46	23	2,31	1,48	3,60	11	0,91	0,49	1,67
Pancreas (157)	108	16	1,16	0,67	2,02	27	1,11	0,72	1,70	3	0,54	0,17	1,70	9	1,51	0,76	2,99
Laringe (161)	14	2	0,91	0,20	4,19	5	1,75	0,62	4,97	1	0,82	0,10	6,40	0	0,00	0,00	0,00
Trachea, bronchi e polmoni (162)	149	17	0,89	0,53	1,49	30	0,94	0,63	1,42	10	1,04	0,54	2,00	5	0,53	0,22	1,29
Pleura (163)	23	3	0,87	0,25	2,99	2	0,44	0,10	1,88	4	3,35	1,09	10,25	2	1,25	0,29	5,35
Connettivo e tessuti molli (171)	31	7	1,53	0,65	3,61	9	1,33	0,62	2,83	6	2,60	1,05	6,42	1	0,52	0,07	3,81
Mammella (174)	990	127	1,03	0,85	1,24	179	0,98	0,83	1,15	94	1,33	1,07	1,65	59	0,89	0,69	1,16
Vescica (188)	146	22	1,12	0,70	1,79	37	1,16	0,80	1,68	5	0,61	0,25	1,49	5	0,56	0,23	1,37
Rene (189)	78	10	0,95	0,48	1,88	13	0,84	0,46	1,53	5	1,06	0,42	2,65	10	2,10	1,08	4,08
Encefalo e altri tumori del SNC (191-192; 225)	204	25	0,94	0,61	1,44	30	0,77	0,52	1,13	17	1,18	0,71	1,96	17	1,27	0,77	2,09
Tessuto linfatico ed ematopoietico (200-208)	398	55	1,03	0,76	1,38	58	0,72	0,55	0,96	26	1,00	0,67	1,50	24	0,95	0,63	1,44
Linfomi non Hodgkin (200-202)	182	26	1,00	0,65	1,53	23	0,64	0,41	1,00	12	0,89	0,49	1,62	8	0,67	0,33	1,36
Leucemie (204-208)	124	17	1,03	0,61	1,75	25	1,00	0,64	1,54	7	0,88	0,40	1,90	13	1,62	0,91	2,87
Malattie neurologiche(330-349)	2.151	351	1,11	0,99	1,25	378	0,89	0,80	1,00	168	1,06	0,90	1,25	141	0,98	0,83	1,17
Morbo di Parkinson (332)	63	9	0,85	0,41	1,74	7	0,50	0,23	1,10	3	0,97	0,30	3,15	2	0,49	0,12	2,03
Sclerosi multipla (340)	50	6	1,26	0,51	3,11	12	1,97	1,03	3,78	5	1,24	0,48	3,20	1	0,29	0,04	2,12
Malattie cardiovascolari (390-459)	13.500	2.072	1,15	1,10	1,21	2.611	0,90	0,86	0,94	1.059	1,31	1,23	1,40	888	1,05	0,98	1,12
Malattie cardiache (390-429)	9.366	1.478	1,17	1,11	1,24	1.897	0,93	0,88	0,98	752	1,40	1,29	1,51	632	1,09	1,01	1,18
Eventi coronarici acuti (410-411)	1.060	197	1,32	1,13	1,55	254	1,08	0,94	1,24	88	1,42	1,14	1,78	64	1,02	0,79	1,31
Scenpenso cardiaco (428)	2.449	368	0,95	0,85	1,07	628	1,02	0,93	1,11	154	1,32	1,12	1,56	106	0,77	0,63	0,93
Malattie cerebrovascolari (430-438)	3.595	600	1,15	1,05	1,25	728	0,84	0,77	0,91	220	1,21	1,05	1,38	212	1,01	0,88	1,16
Malattie apparato respiratorio (460-519)	6.673	1.336	1,28	1,20	1,36	1.273	1,00	0,94	1,07	813	1,39	1,29	1,50	514	1,07	0,98	1,17
Infezioni delle vie respiratorie (460-466,480-487)	3.020	705	1,39	1,27	1,52	599	1,08	0,99	1,18	422	1,37	1,23	1,52	228	0,98	0,86	1,12
BPCO(490-492,494,496)	1.433	262	1,19	1,03	1,36	325	0,94	0,83	1,06	126	1,62	1,34	1,95	91	1,09	0,88	1,34
Asma (493)	249	44	1,26	0,90	1,77	29	0,73	0,49	1,08	34	1,51	1,04	2,20	17	0,93	0,57	1,52
Malattie apparato digerente (520-579)	12.952	2.067	1,18	1,12	1,23	2.038	0,89	0,84	0,93	1.288	1,25	1,18	1,33	905	1,00	0,94	1,07
Malattie renali (580-599)	3.187	662	1,47	1,35	1,61	609	0,99	0,91	1,08	320	1,35	1,20	1,52	248	1,17	1,03	1,33
Endometriosi (617)	368	43	1,01	0,72	1,40	37	0,76	0,54	1,07	45	1,37	0,99	1,89	19	0,69	0,43	1,09
Gravidanza con esito abortivo (630-634)	2.628	424	1,20	1,08	1,34	373	0,99	0,88	1,10	311	1,17	1,04	1,32	184	0,94	0,81	1,09
Traumatismi e avvelenamenti (800-999)	9.157	1.614	1,27	1,20	1,34	1.853	1,05	0,99	1,10	798	1,18	1,10	1,27	659	1,09	1,00	1,18

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

DISCUSSIONE

La città di Taranto (e i due Comuni limitrofi di Statte e Massafra) presenta un quadro sociale variegato con presenza contemporanea di aree a elevata emarginazione e povertà e aree abbienti. A questa stratificazione sociale si associano differenze importanti di salute e di probabilità di morte: le classi sociali più basse mostrano tassi di mortalità e di ricorso al ricovero ospedaliero più alti di circa il 20% rispetto alle classi sociali più abbienti. Anche tenendo conto degli effetti della stratificazione sociale, la situazione sanitaria in termini di mortalità e ricoveri ospedalieri non è risultata uniforme nella città. In particolare, tassi più elevati sono stati osservati nei quartieri Paolo VI e Tamburi (Tamburi, Isola, Porta Napoli, Lido Azzurro). Gli eccessi sono dovuti ai tumori, alle malattie cardiovascolari e respiratorie. E' da sottolineare che una quota dei residenti in studio, specie nel quartiere Paolo VI, è stata occupata nelle aziende dell'area industriale; questa potrebbe essere una possibile spiegazione per alcuni eccessi di mortalità/morbosità riscontrati (per esempio, negli uomini, per pneumoconiosi e tumore della pleura).

Il presente studio ha diversi punti di forza (novità dell'indagine epidemiologica rispetto alla letteratura dell'area in studio, rigore nell'arruolamento della coorte e della caratterizzazione anagrafica, buona disponibilità dei dati sulla storia residenziale e di georeferenziazione), ma vi sono alcuni aspetti metodologici che richiedono una discussione approfondita. Per quanto riguarda la qualità dei dati sanitari è da sottolineare che la validità delle informazioni sul decesso è stata ottimale: è stato recuperato il 98% delle cause di morte grazie al *linkage* dei dati anagrafici con il database della ASL. I risultati relativi alla mortalità si possono considerare dunque molto affidabili. Il discorso è più articolato per i ricoveri ospedalieri, per i quali manca uno standard italiano di qualità. In questo studio la selezione delle cause di ricovero da analizzare è stata fatta cercando di evitare le patologie per le quali il ricovero è generalmente inappropriato (vedi diabete, ipertensione). In ogni caso, il confronto è stato svolto sempre all'interno all'area di Taranto, dove i centri ospedalieri sono pochi, assumendo che il potenziale errore non potesse essere differenziale. Il limite principale dell'analisi dei ricoveri è rappresentato dal fatto che non è stato possibile considerare la mobilità extraregionale e quindi i ricoveri fuori regione. Questo fattore può aver introdotto una distorsione probabilmente legata alla posizione sociale (in prima ipotesi, sottorappresentazione dei ricoveri dei soggetti di classe sociale più elevata), ma non relativa alle associazioni riportate per livello socioeconomico e quartiere. E' da considerare, infine, che le schede di dimissione ospedaliera sono compilate dagli operatori sanitari e la diagnosi principale, quando si verifica il caso di pazienti con più patologie, può essere quella più remunerativa sotto l'aspetto economico e non quella maggiormente rilevante sotto l'aspetto diagnostico. Nell'analisi condotta è stata considerata solo la diagnosi principale e non quelle secondarie. Tale scelta può portare a sottostimare le frequenze di patologia, soprattutto nei casi di pazienti con presenza di patologie multiple. Tuttavia la validità delle diagnosi secondarie è sempre molto critica. Nello studio di Biggeri et al. sono state usate sia la diagnosi principale sia le diagnosi secondarie e sono state discusse le differenti modalità di utilizzo dei dati di dimissione ospedaliera. In generale «[...] le misure di prevalenza basate sui ricoverati definiti in base alla diagnosi principale sono più specifiche (meno falsi positivi), mentre le misure basate sui ricoveri prendendo in considerazione tutte le diagnosi sono più sensibili (meno falsi negativi)». Quindi, è meglio privilegiare le strategie di definizione dei casi con meno falsi positivi.

Non erano disponibili dati sulle abitudini personali delle persone incluse nella coorte che hanno un possibile ruolo eziologico per le patologie indagate: il fumo di sigarette, l'alcol, l'attività fisica e l'obesità. Il reperimento di queste informazioni, per esempio tramite interviste telefoniche o visite domiciliari, sarebbe stato proibitivo per una coorte composta da più di 320.000 persone. Occorre

però valutare quanto la non disponibilità di questi dati possa aver falsato i risultati, aver cioè introdotto un confondimento non controllato nella fase di analisi dei dati. E' da osservare che molte delle abitudini personali elencate sono associate allo stato sociale. E' ragionevole dunque ritenere che l'aggiustamento effettuato nell'analisi statistica per indicatore socioeconomico (che si è rilevato un potente fattore di rischio per la popolazione indagata) abbia anche aggiustato in gran parte per le variabili individuali non misurate. Ciononostante, l'utilizzo di un indicatore di livello socioeconomico aggregato a livello di sezione di censimento potrebbe aver causato una misclassificazione a livello individuale.

In conclusione, i quartieri più vicini alla zona industriale presentano un quadro di mortalità e ospedalizzazione superiore al resto dell'area studiata, anche dopo aver tenuto conto del fatto che sono stati riscontrati rischi di mortalità e ricovero elevati per le classi meno abbienti. E' ovvio che l'ulteriore passo è un'analisi più approfondita dell'area che tenga conto dei livelli di inquinamento atmosferico e del rischio occupazionale. I risultati di tali analisi, presenti nella perizia per il tribunale di Taranto, saranno oggetto di successive pubblicazioni scientifiche.

BIBLIOGRAFIA

1. 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)*. Istituto superiore di sanità, Roma, 2007, pp. 155-65.
2. 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;47:192-9.
3. 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 (1-2):37-44.
4. Pirastu R, Iavarone I, Pasetto R, Zona A, Comba P. SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Risultati. *Epidemiol Prev* 2011;35(5-6) Suppl. 4:134-8.
5. Pirastu R, Ancona C, Iavarone I, Mitis F, Zona A, Comba P. SENTIERI – Studio Epidemiologico Nazionale dei Territori e degli Insediamenti Esposti a Rischio da Inquinamento: Valutazione dell'evidenza epidemiologica. *Epidemiol Prev* 2010;34(5-6) Suppl. 3:1-96.
6. 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:1-100.
7. 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). Disponibile in: www.euro.who.int/document/e88700.pdf
8. Berti G, Galassi C, Faustini A, Forastiere F. EPIAIR Project. Air pollution and health: epidemiological surveillance and prevention. *Epidemiol Prev* 2009;33(5-6) Suppl. 1:1-143.
9. Stafoggia M, Faustini A, Rognoni M et al. Inquinamento atmosferico e mortalità in dieci città italiane. Risultati del Progetto EpiAir. *Epidemiol Prev* 2009;33(6) Suppl. 1:65-76.
10. Colais P, Serinelli M, Faustini A et al. Inquinamento atmosferico e ricoveri ospedalieri urgenti in nove città italiane. Risultati del Progetto EpiAir. *Epidemiol Prev* 2009;33(6) Suppl. 1:77-94.
11. 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.
12. 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.
13. Primerano R, Liberti L, Notarnicola M et al. Monitoraggio della qualità dell'aria: episodi acuti di inquinamento da fonti industriali nell'area di Taranto. *Atti seminari di Ecomondo* Vol. 2, pp. 341-9. Maggioli Editore, 2006.

14. Liberti L, Notarnicola M, Primerano R, Vitucci G. Air pollution from a large steel factory: toxic contaminants from coke-oven plants. In: Brebbia CA (ed). *Air Pollution XII*. WIT Press, Southampton (GB), 2004, pp. 485-96.
15. 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(3):255-60.
16. Bruno P, Caselli M, de Gennaro G, Traini A. Source apportionment of gaseous atmospheric pollutants by means of an absolute principal component scores (APCS) receptor model. *Fresenius J Anal Chem* 2001; 371(8):1119-23.
17. Bruno P, Caselli M, de Gennaro G, Tutino M. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in particulate matter collected with low volume samplers. *Talanta* 2007;72(4):1357-61.
18. 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.
19. Rotatori M, Di Filippo P, Guerriero G, Cecinato A. *PCB, PCDD e PCDF nel particolato atmosferico di Taranto e Provincia*. Atti del Workshop nazionale ISPESL su Sicurezza, salute e ambiente come fattori competitivi per le moderne aree industriale. Poster. Lecce, 19 maggio 2006.
20. Di Leo A, Cardellicchio N, Giandomenico S, Spada L. Mercury and methylmercury contamination in *Mytilus galloprovincialis* from Taranto Gulf (Ionian Sea, Southern Italy): risk evaluation for consumers. *Food Chem Toxicol* 2010;48(11):3131-6.
21. Storelli MM, Marcotrigiano GO. Polycyclic aromatic hydrocarbons in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the Ionian Sea, Italy. *J Food Prot* 2001;64:405-09.
22. Storelli MM, Marcotrigiano GO. Bioindicator organisms: heavy metal pollution evaluation in the Ionian Sea (Mediterranean Sea – Italy). *Environ Monit Assess* 2005;102(1-3): 159-66.
23. 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 Suppl. 3:32-4.
24. 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(2); 199-201.
25. Buccolieri A, Buccolieri G, Cardellicchio N et al. Distribution and speciation of metals in surface sediments of Taranto [corrected] gulf (Ionian Sea, Southern Italy). *Ann Chim* 2004;94(7-8):469-78.
26. ARPA Puglia 2007. Relazione sullo stato dell'ambiente 2007. <https://arpapuglia.box.net/shared/omqa7jpio>
27. ARPA Puglia 2008. Relazione sullo stato dell'ambiente 2008. <https://arpapuglia.box.net/shared/itzdpqkxlh>
28. ARPA Puglia 2008. Criticità ambientali nell'area industriale di Taranto e Statte con particolare riferimento alla problematica delle emissioni e della qualità dell'aria. Relazione alla V Commissione del Consiglio della Regione Puglia. 19 Novembre 2008.
29. ARPA Puglia 2008. *Analisi effettuate, criticità riscontrate e necessità di nuove analisi nell'area di Taranto e Statte. Relazione tecnica*. Bari, 16 settembre 2008.
30. Giua R, Spagnolo S, Potenza A. *Le emissioni industriali in Puglia. Rapporto sulle emissioni in atmosfera dei complessi IPPC*. Direzione scientifica ARPA Puglia. ARPA Puglia, 2009
31. ARPA Puglia 2009. Relazione sui dati ambientali dell'area di Taranto, 08.09.2009. Disponibile in: <http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti>
32. ARPA Puglia 2010. Relazione tecnica preliminare sul benzo(a)pirene aerodisperso a Taranto, 04.06.10. Disponibile in: <http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti>
33. 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* 2012.
34. Giarazzo C. *Analisi modellistica dell'inquinamento atmosferico di origine industriale e antropica nell'area di Taranto*. Texmat Editore, Roma, 2006.

35. Gariazzo C, Papaleo V, Pelliccioni A, Calori G, Radice P, 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* 2007;41:6432-44.
36. Cernigliaro A, Cesaroni G, Pollina Addario S et al. Un indicatore comunale di posizione socioeconomica e mortalità nell'anziano in Sicilia. *Epidemiol Prev* 2009;33(4-5):169-75.
37. Agabiti N, Pirani M, Schifano P et al. Income level and chronic ambulatory care sensitive conditions in adults: a multicity population-based study in Italy. *BMC Public Health* 2009;9:457.
38. Cesaroni G, Agabiti N, Forastiere F, Perucci CA. Socioeconomic differences in stroke incidence and prognosis under a universal healthcare system. *Stroke* 2009; 40(8):2812-9.
39. Agabiti N, Picciotto S, Cesaroni G et al. The influence of socioeconomic status on utilization and outcomes of elective total hip replacement: a multicity population-based longitudinal study. *Int J Qual Health Care* 2007;19(1):37-44.
40. 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. *Epidemiol Prev* 2010;34(4): 167-76.
41. Biggeri A, Lagazio C, Catelan D, Pirastu R, Casson F, Terracini B. Ambiente e salute nelle aree a rischio della Sardegna. *Epidemiol Prev* 2006;30(1) Suppl 1:5-95.
42. Tyczynski JE, Démaret E, Parkin DM. Standards and Guidelines for Cancer Registration in Europe. *IARC Technical Publ* n. 40, IARC Press, Lyon, 2003.
43. Tsuang MT, Tohen M. Textbook in Psychiatric Epidemiology. 2nd edition. New York, Wiley- Liss, 2002.

12. Conclusioni

La valutazione del rischio cancerogeno inalatorio prodotto dalle emissioni in aria dello stabilimento ILVA di Taranto ha evidenziato, sia per il quadro emissivo 2010 che per lo scenario successivo all'adempimento all'AIA, una probabilità aggiuntiva di sviluppare un tumore nell'arco dell'intera vita superiore a 1:10.000 per una popolazione di circa 22.500 residenti a Taranto (situazione precedente all'AIA) e per una popolazione di circa 12.000 residenti a Taranto (situazione post-AIA).

Il quadro epidemiologico mostra, in riferimento ai risultati dello studio "Sentieri", uno stato di compromissione della salute della popolazione residente a Taranto, con tassi di mortalità significativamente superiori alla media regionale per la quasi totalità del periodo e delle cause esaminate.

Anche i risultati di uno studio di coorte sulla mortalità e morbosità nell'area di Taranto mostrano come i quartieri più vicini alla zona industriale presentino un quadro di mortalità e ospedalizzazione superiore al resto dell'area studiata.

Di conseguenza, si riscontra una concordanza tra i dati sanitari osservati ed i risultati della modellistica delle ricadute delle emissioni dello stabilimento ILVA di Taranto, in relazione a quanto previsto dall'art. 6 – ultimo comma – del Regolamento Regionale n. 24 del 3 ottobre 2012, che disciplina le modalità di applicazione della Legge Regionale n. 21 del 24 luglio 2012.

Vigono pertanto a carico dell'azienda oggetto di accertamento gli obblighi di cui agli artt. 3 e seguenti della citata Legge 21/2012.