



Città di Civitavecchia

Città Metropolitana di Roma Capitale

Servizio 4 Ambiente e Beni Culturali

prot. n. del

Ministero della Transizione Ecologica
Direzione Generale per la crescita sostenibile e
la qualità dello Sviluppo
Divisione V – Sistemi di Valutazione
Ambientale

PEC: CRESS@PEC.minambiente.it

Oggetto: ID_VIP:5108 – Procedimento di valutazione d’impatto ambientale ai sensi dell’art. 23 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. Relativo al progetto di Sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM). Proponente Società Enel Produzione SPA - Invio osservazioni.

In riferimento alla Vs comunicazione, notificata ed acquisita al prot. 69976 del 04/09/2021 relativa al Procedimento di valutazione d’impatto ambientale ai sensi dell’art. 23 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. Relativo al progetto di Sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM). Proposta dalla Società Enel Produzione SPA, il cui avviso è stato pubblicato il 3 Settembre 2021 ai sensi dell’art. 25 c. 5 del Dlgs 52/2006, l’A.C. di Civitavecchia, comunica e trasmette le proprie osservazioni come di seguito elencato:

- ✓ Delibera di Giunta Municipale n° 85 del 14/07/2020 avente ad oggetto: Procedura di Valutazione di impatto ambientale ai sensi dell’art. 23 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. Relativa al “Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia”, proposta da Enel Produzione SPA – Recepimento osservazioni;
- ✓ Delibera di Consiglio Comunale n° 130/2019, con la quale il Consiglio Comunale ha approvato un ODG congiunto di tutte le forze politiche circa la “Netta contrarietà alla costruzione di nuovi impianti e/o sistemi finalizzati alla produzione di energia mediante combustione di qualsiasi sostanza”
- ✓ Nota prot. n° 54035 del 13/07/2020 contenente le osservazioni al progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM).
- ✓ Nota prot. n° 54085 del 13/07/2020 contenente le osservazioni formulate, per quanto di competenza, dal Dirigente del Servizio 5 Edilizia ed Urbanistica, Patrimonio e Demanio del Comune di Civitavecchia.

Rilevato che il nuovo progetto presentato dalla proponente risulta presentare le medesime criticità già evidenziate in sede di osservazioni relativamente al precedente progetto, codesta amministrazione reitera le medesime osservazioni formulate in relazione al progetto antecedente che si intendono integralmente riportate e trascritte nella presente procedura. In particolare rimangono fermi i pareri contrari espressi dal Consiglio Comunale ad unanimità e dalla giunta municipale rispetto alla progettualità in esame, come si evince dalla documentazione allegata.

Cordiali Saluti



Il Dirigente
Ing. Giulio Iorio



Il Sindaco
Avv. Ernesto Tedesco



CITTÀ DI CIVITAVECCHIA

Città Metropolitana di Roma Capitale

VERBALE DI DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA COMUNALE

(Deliberazione n. 85 del 14/07/2020)

OGGETTO: PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE AI SENSI DELL'ART. 23 DEL D.LGS 152/2006 E SS.MM.II. RELATIVA AL "PROGETTO DI SOSTITUZIONE DELLE UNITÀ A CARBONE ESISTENTI CON NUOVA UNITÀ A GAS PRESSO LA CENTRALE TERMOELETTRICA DI TORREVALDALIGA NORD DI CIVITAVECCHIA", PROPOSTA DA ENEL PRODUZIONE SPA – RECEPIMENTO OSSERVAZIONI.

L'anno 2020, addì **quattordici** del mese di **Luglio** alle ore **11:20**, nella Sala delle adunanze;

previa l'osservanza di tutte le formalità previste dal Testo Unico delle Leggi sull'Ordinamento degli Enti Locali, vennero convocati i componenti della Giunta Municipale.

All'appello risultano presenti i Signori:

| | | | Presenti |
|----------|---------------------|--------------|----------|
| 1 | Tedesco Ernesto | Sindaco | P |
| 2 | Grasso Massimiliano | Vice sindaco | P |
| 3 | Riccetti Alessandra | Assessore | P |
| 4 | Galizia Simona | Assessore | P |
| 5 | Di Paolo Emanuela | Assessore | P |
| 6 | Magliani Manuel | Assessore | P |
| 7 | De Paolis Sandro | Assessore | P |
| 8 | Roscioni Leonardo | Assessore | P |

Assiste Il Segretario Generale Pompeo Savarino il quale provvede alla redazione del seguente verbale.

Essendo legale il numero degli intervenuti, Il Sindaco, **Avv. Ernesto Tedesco** assume la presidenza e dichiara aperta la seduta, per la trattazione dell'oggetto sopra indicato.

LA GIUNTA

Esaminata la proposta di deliberazione di seguito riportata.

Visti i pareri favorevoli allegati in ordine alla regolarità tecnica ed alla regolarità contabile espressi ai sensi dell'art. 49 del Testo Unico n. 267/2000;

Ad unanimità dei voti espressi nei modi di legge;

DELIBERA

- Approvare, si come ad ogni effetto approva la proposta di deliberazione n. 134 del 14/07/2020 che forma parte integrante e sostanziale del presente provvedimento;
- Dichiarare, si come dichiara, la presente deliberazione immediatamente eseguibile ai sensi dell'art. 134, 4° comma del Testo Unico n. 267/2000 con successiva e separata votazione.

Proposta n. 134 del 14/07/2020

OGGETTO: Procedura di Valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. Relativa al "Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia", proposta da Enel Produzione SPA – Recepimento osservazioni.

PREMESSO CHE:

- Con nota prot. n° 7764 del 15/05/2019 la Soc. ENEL Produzione Spa ha presentato al Ministero dell'Ambiente istanza di avvio del procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA per la sostituzione delle unità a carbone della Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord con una nuova unità a gas, e contestualmente ha inviato istanza di procedimento di verifica di assoggettabilità a VIA ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii;
- Il Comune di Civitavecchia con Delibera di consiglio Comunale n° 130/2019 ha approvato un ODG congiunto di tutte le forze politiche circa la "Netta contrarietà alla costruzione di nuovi impianti e/o sistemi finalizzati alla produzione di energia mediante combustione di qualsiasi sostanza", allegato al presente atto si da farne parte integrante e sostanziale;
- Il Ministero dell'Ambiente con Decreto n° 456/2019 ha determinato l'assoggettamento alla procedura di valutazione di impatto ambientale del "Progetto di sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia", proposta da Enel Produzione SPA;
- L'Enel Produzione Spa con proprio prot. N° 1164 del 24/01/2020 ha trasmesso al Ministero dell'Ambiente – DG per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali il modulo con i relativi allegati dell'istanza per la valutazione di Impatto Ambientale per il progetto di che trattasi;

CONSIDERATO CHE:

- Il Ministero dell'Ambiente – DG per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali acquisita nota prot. n° 21566 del 05/03/2020, comunicava al Comune di Civitavecchia che *".....Verificata la completezza della documentazione trasmessa a corredo della suddetta istanza ai sensi dell'art.23 c.1 del dlgs 152.....si comunica al proponente ed alle Amministrazioni in indirizzo, la procedibilità dell'istanza.....si precisa che dalla data della presente decorre il termine di 60 gg entro il quale ai sensi dell'art 24, comma 2, del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.chiunque abbia interesse può prendere visione del progetto e può presentare osservazioni alla scrivente autorità competente...."*;
- Causa emergenza covid, in virtù di quanto disposto dall'art. 103 del DL n. 18 del 17.03.2020, come modificato dall'art. 37 del DL n. 23 del 08.04.2020 i termini dei procedimenti amministrativi sono stati sospesi per il periodo 23.02.2020 – 15.05.2020, e pertanto la data di scadenza per la presentazione delle osservazioni è fissata per il 14 Luglio p.v.;
- In considerazione della complessità dell'oggetto del procedimento e verificato che all'interno dell'ente non vi era la disponibilità del personale per un adeguato supporto al dirigente al fine della verifica del progetto di che trattasi, si è provveduto a nominare il

Prof. Vittorio Amadio Guidi, quale figura di supporto al Dirigente al fine di elaborare osservazioni sotto il profilo tecnico da inviare al Ministero dell'Ambiente in merito al progetto presentato da ENEL Produzione Spa circa la sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia, nonché al fine di fornire supporto tecnico per le attività della conferenza dei servizi, ivi compresa l'individuazione di ipotesi di prescrizioni da apporre in detta sede”;

Ritenuto necessario recepire le osservazioni formulate dal Prof. Vittorio Amadio Guidi, trasmesse con nota prot. n° 54035 del 13/07/2020 e facenti parte integrante e sostanziale del presente atto, al fine di trasmetterle al Ministero dell'Ambiente – DG per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali come richiesto con nota prot. n° 21566 del 05/03/2020, agli atti dell'ufficio scrivente, con riserva di eventuali ulteriori contributi da proporre nel corso della conferenza dei servizi;

Ritenuto, altresì, necessario recepire le osservazioni formulate, per quanto di competenza, dal Dirigente del Servizio 5 Edilizia ed Urbanistica, Patrimonio e Demanio del Comune di Civitavecchia, trasmesse con nota prot. 54085 del 13/07/2020, corredate da parere conclusivo negativo al progetto oggetto di procedura di VIA, facenti parte integrante e sostanziale del presente atto, al fine di trasmetterle al Ministero dell'Ambiente – DG per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali come richiesto con nota prot. n° 21566 del 05/03/2020, agli atti dell'ufficio scrivente, con riserva di eventuali ulteriori contributi da proporre nel corso della conferenza dei servizi;

Visti:

il Decreto Legislativo 267/2000 s.m.i.;

il Decreto Legislativo 152/2006 s.m.i.;

lo Statuto Comunale;

il Regolamento Comunale sull'Ordinamento Generale degli Uffici e dei Servizi;

Per le motivazioni espresse in premessa

PROPONE DI DELIBERARE

Per le motivazioni espresse in premessa di:

1. Recepire favorevolmente e fare proprie le osservazioni formulate dal Prof. Vittorio Amadio Guidi, trasmesse con nota prot. n° 54035 del 13/07/2020 e facenti parte integrante e sostanziale del presente atto, al fine di trasmetterle al Ministero dell'Ambiente – DG per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali come richiesto con nota prot. n° 21566 del 05/03/2020, agli atti dell'ufficio scrivente, e per gli effetti esprimere parere NEGATIVO al progetto oggetto di procedura di VIA ;
2. Recepire favorevolmente e fare proprie le osservazioni formulate, per quanto di competenza, dal Dirigente del Servizio 5 Edilizia ed Urbanistica, Patrimonio e Demanio del Comune di Civitavecchia, trasmesse con nota prot. 54085 del 13/07/2020, corredate da parere conclusivo negativo al progetto oggetto di procedura di VIA, facenti parte integrante e sostanziale del presente atto, al fine di trasmetterle al Ministero dell'Ambiente – DG per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali come richiesto con nota prot. n° 21566 del 05/03/2020, agli atti dell'ufficio scrivente;
3. In osservanza dell'indirizzo espresso con la Delibera di CC n° 130/2019, con la quale il Consiglio Comunale ha approvato un ODG congiunto di tutte le forze politiche circa la

“Netta contrarietà alla costruzione di nuovi impianti e/o sistemi finalizzati alla produzione di energia mediante combustione di qualsiasi sostanza”, ribadire il parere contrario al progetto oggetto di VIA e di trasmettere, altresì, unitamente alle osservazioni la Delibera di CC n° 130/2019, facente parte integrante e sostanziale del presente atto;

4. Dare mandato al competente Servizio Ambiente per la trasmissione delle osservazioni e per tutti gli atti consequenziali, entro i termini stabiliti;

INFINE la Giunta, Stante l’urgenza di trasmettere le osservazioni al Ministero dell’Ambiente – DG per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali,

PROPONE

di dichiarare la presente deliberazione immediatamente eseguibile, ai sensi dell’art. 134, comma 4, del d.Lgs. n. 267/2000.

Di quanto sopra si è redatto il verbale che, previa lettura, viene approvato e sottoscritto.

IL SINDACO

Avv. Ernesto Tedesco

(Atto firmato digitalmente)

IL SEGRETARIO GENERALE

Pompeo Savarino

(Atto firmato digitalmente)



COMUNE DI CIVITAVECCHIA
città metropolitana di Roma Capitale
VERBALE DI DELIBERAZIONE N. 130
DEL CONSIGLIO COMUNALE

Adottata dal Consiglio Comunale nella seduta del 24/10/2019 in sessione Straordinaria di Prima convocazione.

OGGETTO: O.D.G. CONGIUNTO DI TUTTE LE FORZE POLITICHE: "NETTA CONTRARIETÀ ALLA COSTRUZIONE DI NUOVI IMPIANTI E/O SISTEMI FINALIZZATI ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE COMBUSTIONE DI QUALSIASI SOSTANZA".

L'anno duemiladiciannove, addì ventiquattro del mese di Ottobre alle ore 15:30 in Civitavecchia, nella Sala Consigliare del Palazzo Comunale, previo espletamento di tutte le formalità prescritte dalle disposizioni vigenti, si è riunito il Consiglio Comunale in Sessione Straordinaria ed in seduta Pubblica di Prima convocazione.

Sono presenti i Consiglieri:

| | | | | | |
|----|-----------------------|---|----|---------------------------|---|
| 1 | TEDESCO ERNESTO | P | 14 | LA ROSA BARBARA | P |
| 2 | MARI EMANUELA | P | 15 | GALIZIA SIMONA | P |
| 3 | DI GENNARO MARCO | P | 16 | MORBIDELLI ROBERTA | P |
| 4 | GIAMMUSSO ANTONIO | P | 17 | ATTIG FABIANA | P |
| 5 | PEPE ELISA | A | 18 | LUCERNONI DANIELA | P |
| 6 | CACCIAPUOTI RAFFAELE | A | 19 | D'ANTO' VINCENZO | A |
| 7 | PERELLO DANIELE | A | 20 | D'AMBROSIO ELENA | P |
| 8 | D'AMICO ALESSANDRO | P | 21 | TARANTINO CARLO | P |
| 9 | FRASCARELLI GIANCARLO | P | 22 | PIENDIBENE MARCO | P |
| 10 | BOSCHINI MASSIMO | P | 23 | DE ANGELIS D'OSSAT MARINA | A |
| 11 | IACOMELLI MATTEO | P | 24 | SCILIPOTI PATRIZIO | P |
| 12 | MARINO PASQUALE | P | 25 | PETRELLI VITTORIO | P |
| 13 | MECOZZI MIRKO | P | | | |

PRESENTI: 20

ASSENTI: 5

Accertato il numero legale per la validità dell'adunanza Il Presidente del Consiglio, Emanuela Mari, assume la Presidenza e dichiara aperta la seduta, alla quale assiste Il Segretario Generale Pompeo Savarino.

Sono presenti gli Assessori: DI PAOLO EMANUELA, DE PAOLIS SANDRO, GRASSO MASSIMILIANO, MAGLIANI MANUEL

Assumono le funzioni di scrutatori i Signori: FRASCARELLI GIANCARLO, MECOZZI MIRKO, PIENDIBENE MARCO

Il Presidente dà lettura dell'ordine del giorno scaturito dalla Conferenza dei capigruppo firmato da tutte le forze politiche presenti in Consiglio Comunale.

Rientrano in aula i consiglieri Pepe e Cacciapuoti - 'presenti 22.

Intervengono sull'argomento i consiglieri Galizia, Tarantino, Scilipoti, Di Gennaro, Lucernoni, Cacciapuoti, Petrelli, Sindaco.

Durante gli interventi esce l'assessore De Paolis e rientra il consigliere Perello – presenti 23.

E, pertanto,

IL CONSIGLIO COMUNALE

- Uditi gli interventi e le dichiarazioni di voto;
- Esaminata l'allegato ordine del giorno presentato da tutti i capigruppo consiliari;
- Visto l'esito della votazione sull'ordine del giorno , accertata dagli scrutatori signori: Frascarelli, Mecozzi e Piendibene, proclamato dal Presidente e che ha dato il seguente risultato:

| | | | |
|------------|----|---------|----|
| PRESENTI | 23 | VOTANTI | 23 |
| FAVOREVOLI | 23 | | |

L'ordine del giorno è approvato.

DELIBERA

1. Approvare l'allegato ordine del giorno presentato da tutti i capigruppo consiliari che forma parte integrante e sostanziale del presente provvedimento.

Dopo la votazione il Presidente pone in votazione una breve sospensione del Consiglio Comunale che viene approvata con voti favorevoli 23 su presenti e votanti n. 23 consiglieri.

Alle ore 17.05 il Presidente sospende la seduta del Consiglio Comunale per ricevere i bambini della scuola elementare Cialdi, ambasciatori dell'Unicef.

O.D.G. CONGIUNTO DI TUTTE LE FORZE POLITICHE: "NETTA
CONTRARIETÀ ALLA COSTRUZIONE DI NUOVI IMPIANTI E/O SISTEMI
FINALIZZATI ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE
COMBUSTIONE DI QUALSIASI SOSTANZA".

Di quanto sopra si è redatto il presente verbale che, previa lettura, viene approvato e sottoscritto.

IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO

Emanuela Mari

Atto firmato digitalmente

IL SEGRETARIO GENERALE

Pompeo Savarino

Atto firmato digitalmente

ORDINE DEL GIORNO CONSIGLIO COMUNALE DEL 24/10/2019

PREMESSO:

- che Civitavecchia è da circa 70 anni interessata dalla presenza di rilevanti fattori di pressione ambientale, tra cui tre centrali termoelettriche insediate nel corso del tempo sul nostro territorio;
- che tale presenza ha determinato una connotazione che ha ostacolato ogni altra possibile prospettiva di sviluppo alternativo alla vocazione energetica;
- che il 15 maggio 2019 Enel ha presentato al Ministero dell'Ambiente "istanza per la sostituzione delle unità a carbone della centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord con nuove unità a gas...";
- che tale impianto a gas in progetto andrebbe in realtà ad affiancare, e non a sostituire, la già esistente centrale a carbone;
- che la sopracitata proposta di Enel, peraltro mai giunta al comune di Civitavecchia in forma ufficiale, è stata oggetto di una nota prot. 53161 del 08/06/2019 con cui il comune di Civitavecchia ha presentato delle osservazioni per richiedere che il progetto fosse assoggettato a VIA, in quanto prevede una potenza termica maggiore di 300 MWh;
- che su questa importante tematica sono state presentate, nel corso di questa nuova consiliatura, tre differenti mozioni che affrontano in modo complementare sia l'aspetto ambientale, sia l'aspetto lavorativo ed occupazionale, sia quello relativo alle prospettive di sviluppo alternativo a quello energetico;
- che le mozioni sopramenzionate si intendono parte integrante del presente ordine del giorno e che saranno votate nella stessa seduta di Consiglio Comunale con l'impegno, del Consiglio tutto, per un voto unanime;
- che in data 1 ottobre scorso si è tenuto un Consiglio Comunale aperto sul tema "Centrale Enel, criticità ed opportunità della riconversione. Riflessi sulla situazione occupazionale del porto";
- che durante la seduta di cui sopra, anche attraverso gli interventi esterni, a fronte della esposizione del progetto da parte di Enel, è emersa una forte preoccupazione sulle conseguenze ambientali, socio-occupazionali e di sviluppo del territorio che un nuovo insediamento avrebbe come effetto.

TUTTO CIO' PREMESSO IL CONSIGLIO COMUNALE DI CIVITAVECCHIA IMPEGNA IL SINDACO E LA GIUNTA:

1) Ad esprimere, in ogni sede, netta contrarietà alla costruzione di nuovi impianti alimentati a gas e/o sistemi finalizzati alla produzione di energia mediante combustione di qualsiasi sostanza, ivi compresi rifiuti di qualsiasi tipo, sia sul territorio comunale sia sui territori di comuni limitrofi a Civitavecchia;

2) A convocare un tavolo per l'avvio di un confronto con il Ministero dell'Ambiente, il Ministero dello sviluppo economico, la Regione Lazio, alla presenza di Enel spa stessa,

che affronti la fase di transizione "Phase out carbone" nell'impianto di TVN, garantendo i livelli occupazionali al momento espressi dal sito Enel e dall'indotto stesso;

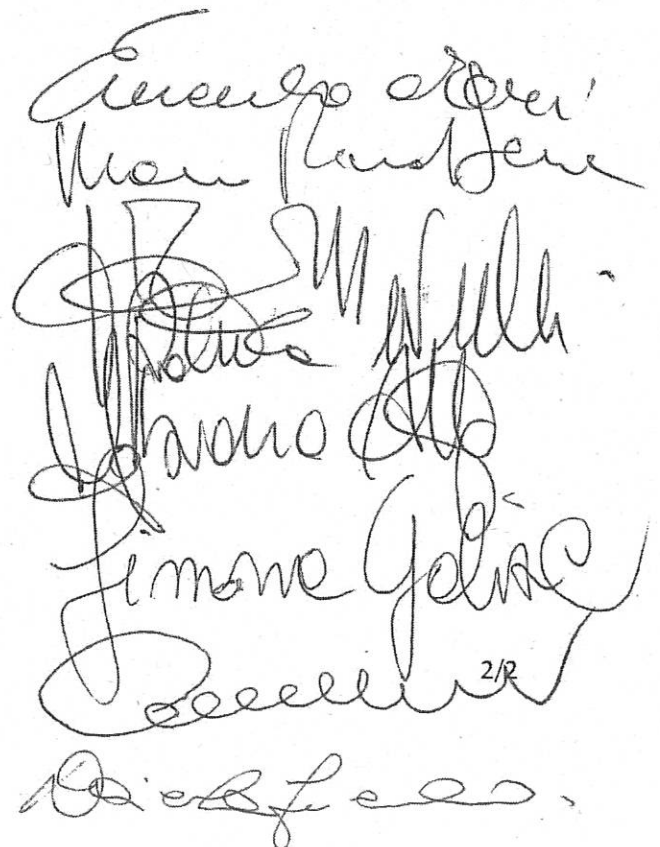
3) A richiedere al Governo e alla Regione Lazio che Civitavecchia sia dichiarata "città pilota e sperimentale" a livello nazionale dei progetti sulle fonti rinnovabili di energia e sull'innovazione tecnologica. Ciò al fine di garantire la tutela ambientale e i livelli occupazionali e nella prospettiva di incrementarli attraverso appositi investimenti nel campo delle rinnovabili quali eolico, fotovoltaico, geotermico, attraverso lo sfruttamento delle maree, nel campo dello sviluppo delle batterie di accumulo ecc;

4) Di attivarsi immediatamente per accedere al fondo per il "Carbon Leakage" in modo da poter sostenere le imprese locali nella fase di transizione ottenendo da Enel, entro il 2025, le garanzie per un certo e celere smantellamento della centrale a carbone ed attivarsi con la Regione Lazio per la riqualificazione delle maestranze al fine di formare professionalità legate alle nuove prospettive di sviluppo del territorio;

5) Ad utilizzare la fase di transizione valutando nuove opportunità quali la ZES (Zona Economica Speciale), promuovendo un tavolo concertato con il Ministero dello Sviluppo Economico, il Ministero dei Trasporti e la Regione Lazio, finalizzato principalmente al completamento dell'autostrada Civitavecchia-Orte, essenziale per lo sviluppo logistico del territorio;

6) A garantire, in qualità di autorità sanitaria pubblica, un sistema di monitoraggio degli inquinanti, che ne permetta un' immediata quantificazione e ne consenta la determinazione della provenienza. Ciò al fine di poter mettere in atto, qualora necessario, tempestivi interventi a tutela della popolazione.

I CONSIGLIERI COMUNALI



Antonio...
Man...
...
...
...
...
... 2/R

Vittorio Amadio Guidi
Professore di Analisi e Valutazione Ambientale
Università Mediterranea

Osservazioni alla Procedura di Valutazione dell'Impatto Ambientale del progetto "Sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM)".

E
comune di civitavecchia
Comune di Civitavecchia
Protocollo N.0054035/2020 del 13/07/2020

In primo luogo è necessario ricordare che il territorio di Civitavecchia, in tutta la sua estensione, anche oltre l'area ristretta della centrale, è caratterizzato dalla presenza di numerose attività che contribuiscono esercitare una forte pressione sull'ambiente, in particolare sulla qualità dell'atmosfera.

A Civitavecchia, dagli anni 50 in poi, sono stati costruiti 11 gruppi termoelettrici, nelle località Fiumaretta, Torrevaldaliga Sud e Torrevaldaliga Nord.

Tra le fonti di pressione la centrale di Torrevaldaliga sicuramente può essere considerata quella maggiormente significativa, sia in termini di quantità emesse, sia per durata nel tempo dell'inquinamento, prodotto dal 2003 attraverso gruppi a carbone -

scelta dissennata anche storicamente - ma pure in precedenza, e per molti anni, con combustibili fossili a forte impatto come l'olio.

La centrale di Torrevaldaliga Nord, esercita a carbone dal 2003, ha una potenza termica totale pari a 4.260 MWt, che ne fanno uno degli impianti più grandi in Italia, superato dal non lontano impianto di Montalto di Castro, anch'esso impattante su questo territorio.

Il quadro emissivo della centrale esercita una pressione sull'atmosfera che è impressionante: gli ossidi di Azoto (NOx) raggiungono il valore di 100 mg/Nm³, l'ossido di Carbonio (CO) con 120 mg/Nm³. La centrale emette, dagli anni della sua prima costruzione anche una quantità notevole di ossidi di Zolfo (SO₂), inquinante ormai eliminato da quasi tutti gli impianti, dagli effetti devastanti sulla salute pubblica e sull'ambiente, causa del tristemente noto fenomeno delle piogge acide, che ha interessato anche questo e i territori circostanti, data l'ampiezza degli effetti che una fonte, anche puntuale, produce.

Che l'area di Civitavecchia sia sottoposta a notevole pressione sulla qualità dell'aria è confermato dai dati epidemiologici, rilevati dallo studio della Regione Lazio "Effetti delle esposizioni ambientali e occupazionali sulla mortalità della popolazione residente nell'area di Civitavecchia" confermano gli effetti delle pressioni sulla popolazione residente. In particolare lo studio rileva che "Gran parte degli eccessi di mortalità osservati nella coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia nei sottogruppi più esposti agli inquinanti di origine industriale sono coerenti con le indicazioni della letteratura scientifica sugli effetti dell'inquinamento atmosferico e sulla base di evidenze scientifiche disponibili è possibile suggerire un nesso di causalità. Il comprensorio ha dunque subito effetti sulla salute della popolazione residente, ascrivibili a esposizioni ambientali ed occupazionali avvenute in passato.."

L'entità degli impatti prodotti e il loro perdurare nel tempo, ormai settantennale, fanno ritenere, oltre ogni ragionevole dubbio, che la pressione sull'ambiente nel territorio di Civitavecchia abbia ormai superato la capacità di carico degli ecosistemi, e pertanto si sia avviata una condizione permanente di forte degrado, conclusione sostenuta dai dati rilevati.

In questo quadro l'attivazione di ogni aggiuntivo fattore di pressione è decisamente da scongiurare, dovendosi invece definire con urgenza un programma operativo di risanamento e bonifica di una condizione tanto compromessa.

Non meno devastante, è stato l'impatto esercitato dalle centrali sul paesaggio. È stato stravolto l'aspetto dei luoghi e di una costa che presentava, e presenta ancora in quello che permane dalla devastazione, elementi di pregio naturali, paesaggistici e storico – archeologici.

A quanto già prodotto si vorrebbe oggi aggiungere un nuovo consumo di suolo di circa 30.000 metri quadrati, e una movimentazione di volumi scavati di circa 60.000 metri cubi, fornendo purtroppo solo alcune sommarie e vaghe indicazioni in merito agli smantellamenti e ripristini delle vecchie unità.

La considerazione, posta dal proponente degli impianti alla base della compatibilità paesaggistica e territoriale della realizzazione della nuova unità a turbo gas e delle relative opere connesse, si basa sullo stato di degrado e compromissione, per la presenza di aree industriali e portuali, dell'ambito territoriale, dove l'intervento è collocato.

Questa considerazione, che giustificherebbe la realizzazione di nuove volumetrie industriali e servizi, con manufatti aggiuntivi, senza attenzione alla compatibilità urbanistica e paesaggistica, non può essere condivisa. Il territorio di Torrevaldaliga, pur se impattato da detrattori visivi, conseguenza di disattenzioni del passato, non deve essere ulteriormente sottoposto a realizzazioni degradanti. L'area presenta ancora valori naturali, archeologici e del paesaggio agrario.

Per il territorio di Civitavecchia, non meno che per l'ambiente, sarebbe invece necessaria una proposta di riqualificazione complessiva, che veda nella dismissione e non nella sostituzione degli impianti esistenti il punto di forza per una più necessaria e urgente occasione di riqualificazione.

Nell'ipotesi non condivisa, che si insista invece per la realizzazione del progetto in argomento, si ritiene debbano essere presi in considerazione i seguenti specifici problemi.

Osservazione 1

La proposta di riconversione delle unità da carbone a gas non avverrebbe attraverso l'adozione rigorosa delle BAT (migliori tecnologie disponibili), come previste dalla normativa specifica.

In particolare i sistemi di riduzione degli NO_x, CO e NH₃, pur adottando gli SCR (riduzione catalitica selettiva) non prevedono tutte le misure sufficienti atte a contenere il rilascio dell'NH₃. Si chiede quindi che nelle nuove unità a gas siano adottati tutti sistemi relativi alla denitrificazione che consentano di ridurre la somma dei valori medi giornalieri delle concentrazioni in emissione di NH₃ e NO_x al valore di 10 ppm (Valore BAT).

Si chiede inoltre che sia monitorata l'efficienza degli stessi prevedendo nello specifico l'integrazione delle concentrazioni di NH₃ tra i parametri monitorati. Il camino a servizio del Turbo Gas dovrà essere dotato di sistemi di monitoraggio in continuo delle emissioni di NO_x, NH₃, CO, O₂ prima della loro dispersione in atmosfera.

Osservazione 2

In particolare, nel progetto presentato dal proponente, la sostituzione delle unità non prevede che la dismissione delle vecchie unità a carbone e dei relativi sistemi di approvvigionamento (nastri trasportatori), avvenga collocando nelle stesse aree le nuove unità a gas. Questo determinerà un nuovo consumo di suolo e nuove cubature per la realizzazione, con impatto conseguente sul paesaggio.

Si chiede quindi la totale dismissione delle unità a carbone e delle relative opere connesse e il ripristino ambientale totale e la bonifica dei siti attualmente occupati dai gruppi a carbone e dalle opere

connesse al funzionamento degli stessi gruppi, quali i depositi e gli impianti trasportatori.

La sostituzione può essere presa in esame soltanto se effettuata sullo stesso sedime, affinché non si produca un ulteriore consumo di suolo.

Prof Vittorio Amadio Guidi

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Vittorio Amadio Guidi". The signature is written in a cursive, flowing style.



Comune di Civitavecchia

Città Metropolitana di Roma Capitale

Servizio 5 Edilizia ed Urbanistica, Patrimonio e Demanio

Sezione Urbanistica

Prot. Gen. n. 54085 del 13.07.2020

Al Rappresentante Unico del Comune di Civitavecchia
Dirigente del Servizio 4 - Ing. Giulio Iorio

E, p.c. al Sindaco di Civitavecchia avv. Ernesto Tedesco

All'Assessore all'Ambiente avv. Manuel Magliani

All'Assessore all'Urbanistica avv. Leonardo Roscioni

Oggetto: Valutazione di Impatto Ambientale sul progetto di *“Sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM)”*. Parere dell'ufficio Urbanistica

In relazione al procedimento in oggetto, per quanto di competenza dell'ufficio Urbanistica, si osserva:

1. Il progetto proposto modifica l'assetto fisico e funzionale approvato con il Decreto del Ministero delle Attività Produttive n. 55/02/2003, riportato nell'allegato 1 “planimetria generale” e, nello specifico, elimina le due aree che erano destinate a verde e che avrebbero dovuto essere già realizzate dopo il 2003. Nello stato di fatto l'area verde più a sud risulta occupata dall'edificio “centro informazioni ENEL”, da un eliporto e da un vasto parcheggio; l'area verde più a nord risulta invece terrazzata su due livelli, priva di alberature e non utilizzata. ***Si osserva che, prima di proporre un nuovo e diverso progetto, andrebbero attuati gli impegni assunti.***
2. Ad eccezione dei due ambiti di limitate dimensioni in cui sono previsti i nuovi interventi ed alcune demolizioni necessarie alla loro realizzazione, indicati rispettivamente in rosso ed in fucsia nelle tavole 3 (NUOVO) e 4 (DEMOLIZIONI), non è prevista la demolizione dei numerosi ed ingombranti manufatti funzionali alla produzione energetica a carbone; in particolare non è chiaro se le due grandi cupole metalliche (depositi di carbone) e i condotti provenienti dal molo abbiano ancora una funzione nella nuova produzione a gas. ***Si osserva***

che, per un corretto uso del suolo, gli impianti non più funzionali devono essere demoliti e il loro sedime deve essere bonificato e rinaturalizzato.

3. Poiché tutta l'area è interessata da vincoli paesaggistici di cui al D.lvo 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio) di tipo dichiarativo "bellezze panoramiche" e ricognitivo di legge "costa mare", ed è contigua ad un'area - "La Frasca" - dichiarata Parco Naturale e ad una zona di notevole interesse archeologico, *si osserva che la realizzazione di due torri alte 90 m. e degli altri edifici alti rispettivamente 48 e 29 metri necessita di una verifica dell'impatto paesaggistico.*
4. In ultimo, la valutazione di impatto ambientale deve prendere in considerazione le diverse alternative progettuali; nel caso in esame non sembra che sia sottoposta a VIA la riconversione della centrale a carbone ma la realizzazione della centrale a gas; non sono proposte alternative di riconversione tra le diverse tecnologie di produzione energetica. *Si osserva quindi che, dagli elaborati messi a disposizione sul sito del Ministero dell'Ambiente, non emerge che sia stata valutata l'alternativa della riconversione mediante produzione energetica da fonti rinnovabili.*

Per quanto sopra e per quanto di competenza, si esprime

PARERE NEGATIVO

sulla proposta progettuale presentata dalla soc. Enel per la "Sostituzione delle unità a carbone esistenti con nuova unità a gas presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia (RM)".

Il Dirigente

Arch. *Lucio Contardi*



DIEP/Lazio

Dipartimento di Epidemiologia
del Servizio Sanitario Regionale
Regione Lazio (ex ASL Roma E)



SISTEMA SANITARIO REGIONALE

ASL
ROMA 1



REGIONE
LAZIO

Effetti delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla mortalità della popolazione residente nell'area di Civitavecchia

Maggio 2016

A cura di:

Carla Ancona, Chiara Antonucci, Lisa Bauleo, Simone Bucci, Marina Davoli e Francesco Forastiere

Dipartimento di Epidemiologia SSR Lazio

Augusto Pizzabiocca

Dipartimento di Prevenzione, ASL Roma 4

Lo studio epidemiologico è stato condotto dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale della regione Lazio in collaborazione con il Dipartimento di Prevenzione della ASL Roma 4 ed ARPA Lazio, nell'ambito del programma di attività dell'Osservatorio Ambientale Centrale Termoelettrica ENEL Civitavecchia Torrevaldaliga Nord della Regione Lazio. Si ringraziano Roberto Sozzi e Andrea Bolignano di ARPA Lazio per la messa a punto dei modelli di dispersione delle concentrazioni degli inquinanti emessi dalle fonti di pressione ambientale presenti nel territorio. Si ringrazia la Procura della Repubblica di Civitavecchia per aver facilitato l'acquisizione dei dati relativi ai contributi pensionistici INPS. Si ringraziano Stefania Massari ed Alessandro Marinaccio, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia e Igiene del Lavoro e Ambientale, INAIL, per l'elaborazione dei dati INPS.

RIASSUNTO

Il comprensorio di Civitavecchia, che include i comuni di Civitavecchia, Allumiere, Santa Marinella, Tarquinia e Tolfa, è da anni oggetto di attenzione per le possibili ripercussioni sulla salute della popolazione delle emissioni ambientali derivanti dagli impianti industriali e commerciali presenti nell'area: le centrali termoelettriche (Torrevaldaliga Nord -TVN- e Torrevaldaliga Sud- TVS) il porto e il traffico veicolare. Nel passato erano anche in attività la centrale termoelettrica ad olii combustibili di Fiumaretta ed un cementificio, entrambi situati nel contesto urbano di Civitavecchia.

In questo studio sono stati valutati gli effetti delle passate esposizioni ambientali ed occupazionali sulla mortalità della popolazione residente utilizzando il disegno epidemiologico della coorte residenziale. Con l'impiego dei dati delle anagrafi comunali è stata definita la coorte di popolazione. Ad ogni individuo della coorte, sulla base dell'indirizzo, sono stati attribuiti gli indicatori della esposizione alle fonti di inquinamento presenti nell'area utilizzando i risultati di modelli di dispersione in atmosfera degli inquinanti scelti come traccianti delle singole fonti. L'impronta al suolo delle concentrazioni degli inquinanti è stata stimata utilizzando le informazioni sulle emissioni, che per il periodo passato erano disponibili al 1988, sotto l'assunto che un'esposizione prolungata e cumulata nel tempo possa essere responsabile di danni alla salute per i residenti.

L'accertamento dello stato in vita e, per i deceduti, l'attribuzione della causa di morte è stata effettuata consultando i sistemi informativi sanitari della Regione Lazio. La coorte in studio è costituita dalle 71,362 persone, di età maggiore a 18 anni, residenti al 1 Gennaio 1996 (primo anno per il quale erano disponibili dati su supporto elettronico) nei comuni di Civitavecchia, Allumiere, Tarquinia, Tolfa e Santa Marinella. Tutti i soggetti sono stati seguiti fino al 31 Dicembre 2013, ovvero fino alla data di morte o di emigrazione. Sono stati utilizzati gli archivi anagrafici comunali per l'arruolamento delle coorti residenziali e il Registro regionale delle Cause di Morte per la definizione degli esiti sanitari. Sono in studio i decessi per cause non accidentali, tumori, disturbi neurologici, patologie cardiovascolari e respiratorie. Il quadro integrato delle pressioni ambientali delle principali sorgenti emissive (siti industriali, traffico stradale) è stato ricostruito mediante il modello di dispersione Lagrangiano a particelle SPRAY. Tutte le simulazioni modellistiche, elaborate in collaborazione con ARPA Lazio, hanno considerato i dati orografici, meteorologici ed emissivi, questi ultimi relativi al 1988, ad indicare le emissioni del passato. Sono stati considerati come inquinanti traccianti: materiale particolato (PM_{10}) di origine industriale per le centrali termoelettriche di Fiumaretta, di Torrevaldaliga Sud e di Torrevaldaliga Nord e del cementificio; ossidi di azoto (NO_x) per il traffico stradale.

Per quanto riguarda il porto, sono stati considerati esposti tutti i residenti la cui abitazione si trovava entro una distanza di 500 metri dal suo perimetro; i dati sulle emissioni in atmosfera delle navi sono disponibili infatti solo per il periodo più recente e, poiché lo studio intende valutare gli effetti cronici dell'esposizione ambientale, si è ritenuto di usare la distanza dall'indirizzo di residenza dal perimetro del porto come indicatore dell'esposizione dell'individuo.

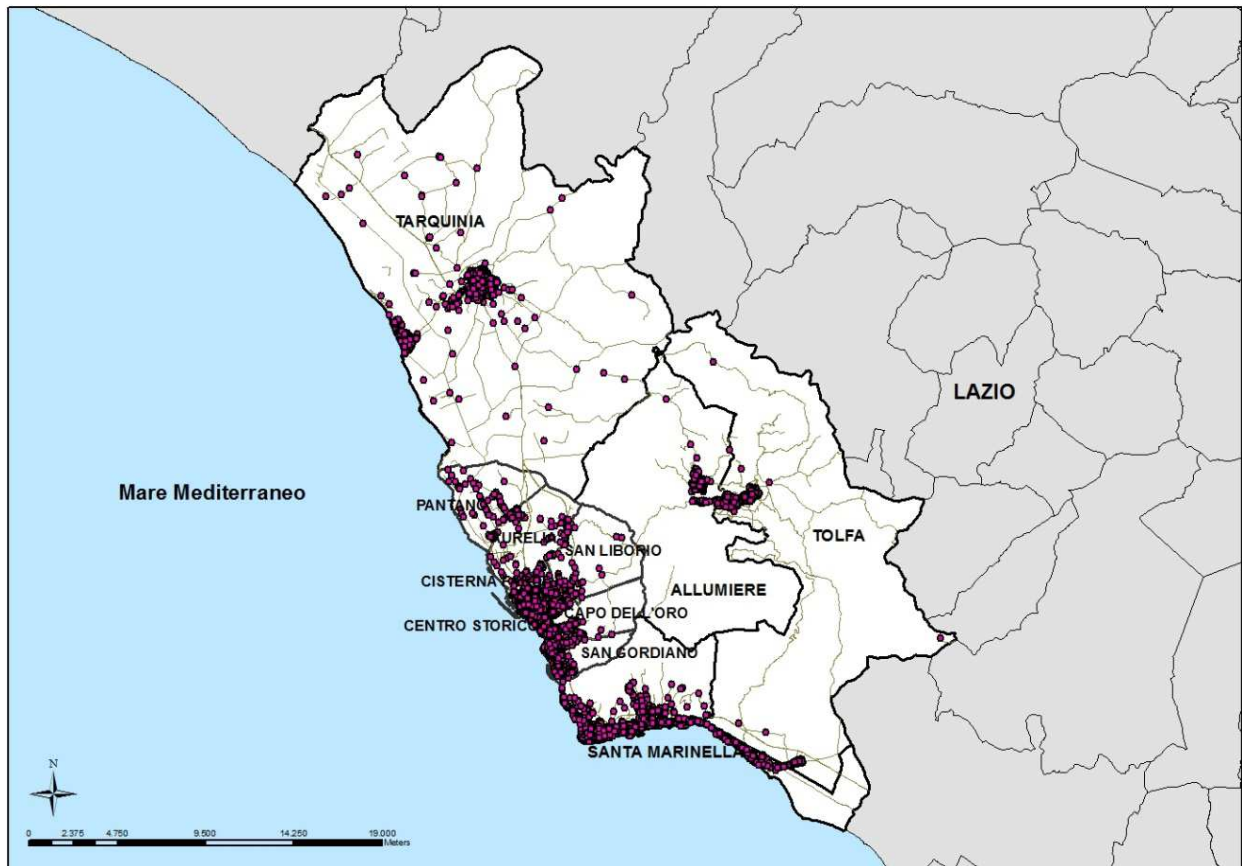
La coorte dei residenti è stata georeferenziata (attribuzione delle coordinate geografiche agli indirizzi di residenza dei soggetti inclusi nello studio), non solo per attribuire la misura dell'esposizione, ma anche per descrivere al meglio le caratteristiche individuali (livello socio-economico della sezione di censimento di residenza e la realtà circostante compresi altri eventuali fattori di pressione ambientale circostanti). Una procedura di record linkage con le informazioni relative ai contributi versati all'INPS dai lavoratori ha consentito di disporre di informazioni sulle passate attività lavorative.

L'associazione tra l'esposizione ai traccianti delle fonti inquinanti e la mortalità della coorte è stata valutata mediante il modello di sopravvivenza di Cox, tenendo conto di diversi fattori di confondimento. Nel caso del confronto tra un gruppo di esposti ed un gruppo di non-esposti, il Rischio Relativo (o Hazard Ratio, HR) stimato dal modello di Cox è stato calcolato come rapporto tra rischi di morte ed esprime l'eccesso (o il difetto) di rischio del gruppo degli esposti rispetto ai non-esposti. Nel caso di valori di esposizione continua, come quella agli inquinanti traccianti, il Rischio Relativo esprime l'eccesso (o il difetto) di rischio del gruppo dei soggetti esposti alle concentrazioni più elevate rispetto ai soggetti esposti alle concentrazioni più basse e viene espresso per incrementi lineari pari alla differenza tra 95° e 5° percentile della concentrazione degli inquinanti. In questo studio tutte le procedure di record-linkage sono state effettuate in anonimato e nel pieno rispetto della normativa vigente sulla privacy.

Risultati

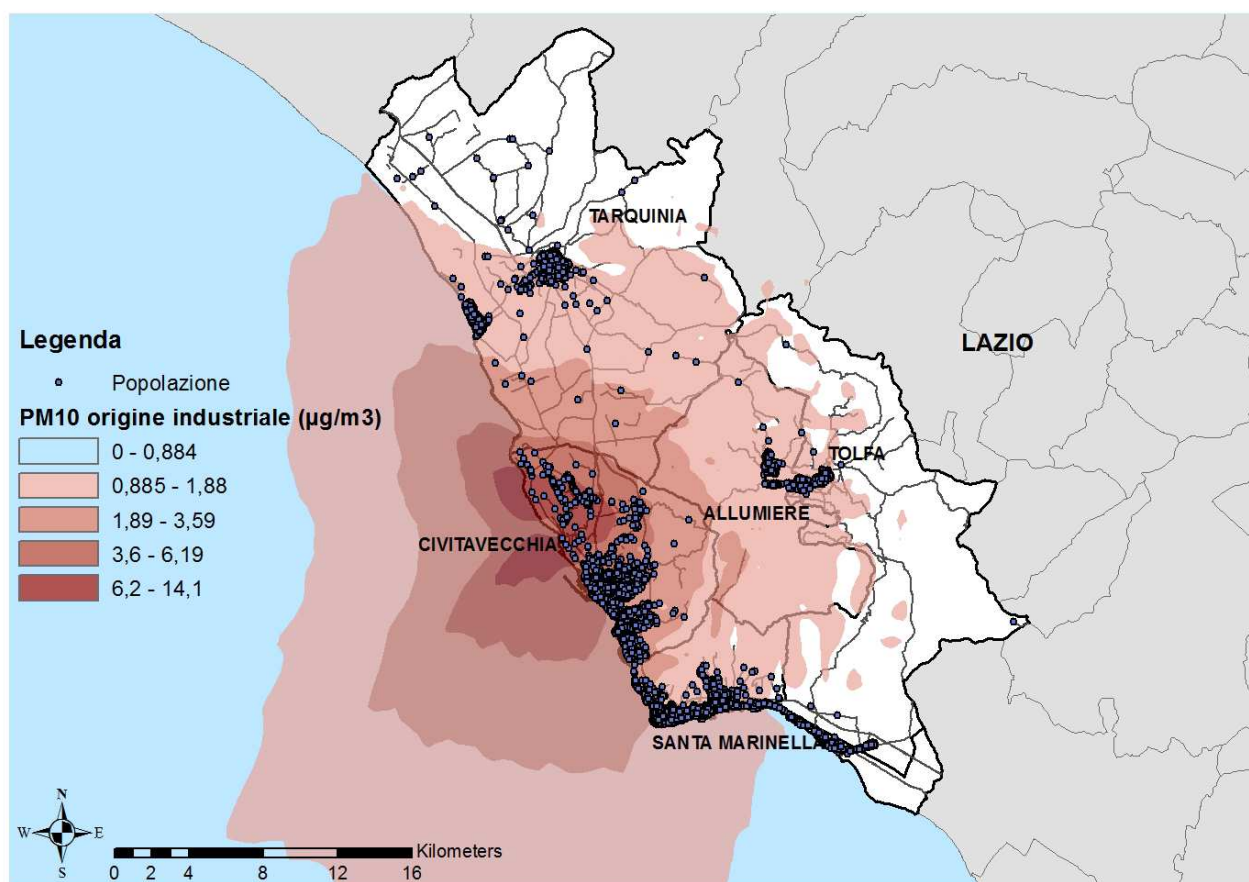
La coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia è composta di 71,362 persone residenti al 1996, di età superiore ai 18 anni, di cui il 52.3% donne. La figura 1 rappresenta la distribuzione geografica della popolazione studiata.

Figura 1 - Popolazione residente nel comprensorio di Civitavecchia



I risultati espressi in concentrazioni medie di PM_{10} e di NO_x per ciascuna fonte e per il totale delle fonti industriali sono riportati nel rapporto. Nella figura 2 sono rappresentate le concentrazioni medie annue al suolo di PM_{10} ($\mu g/m^3$) di origine industriale, derivanti cioè dalle emissioni totali al 1988 delle centrali di TVN, TVS, Fiumaretta e del cementificio.

Figura 2 - Concentrazioni medie annue al suolo di PM₁₀ (µg/m³) di origine industriale nel territorio del comprensorio relative all'anno 1988.



Ad ogni soggetto della coorte è stato quindi attribuito, sulla base dell'indirizzo di residenza all'inizio dello studio, il livello di esposizione alle fonti di pressione ambientale presenti nell'area, ossia la concentrazione, stimata dai modelli di dispersione, dei traccianti specifici delle fonti e la distanza entro, o oltre, 500 metri dal porto.

La coorte dei residenti è risultata esposta a livelli medi annuali (Deviazione Standard -DS -, 50° percentile, range 95°-5° percentile) di PM₁₀ di origine industriale pari a 4.49 µg/m³ (1.97, 4.27, 5.49), e a 5.80 µg/m³ (3.86, 5.17, 12.77) di NO_x da traffico stradale.

Circa il 40% delle persone della coorte (18,299 uomini and 10,047 donne) avevano versato contributi pensionistici INPS nel settore privato per almeno un anno prima dell'ingresso nella coorte. La categoria occupazionale prevalente è quella dei lavoratori del settore dei servizi, con 12,934 addetti; 5,073 persone sono state impiegate nell'edilizia e 4,881 in agricoltura (le altre frequenze di esposizione sono riportate nel testo).

Durante il periodo in studio (gennaio 1996 - dicembre 2013) tra i residenti sono stati osservati 14,844 decessi per cause non accidentali (32.3% tumori maligni, 39.1% malattie cardiovascolari, 6.4% malattie respiratorie). Il livello socio economico più svantaggiato è risultato associato ad una maggiore mortalità per malattie dell'apparato cardio-respiratorio.

Per una differenza di esposizione a PM₁₀ di origine industriale pari a 5.49 µg/m³, ovvero il range tra il 95° percentile (più esposti) ed il 5° (meno esposti) della distribuzione, a parità di età, genere, condizione socio-economica, tipo di occupazione e livelli di inquinamento derivanti dall'esposizione concomitante alle altre fonti presenti nell'area, si è osservato un aumento del rischio di mortalità per cause non-accidentali pari al 6% (HR=1.06 IC 95% 1.01-1.12). Per i tumori maligni l'eccesso è dell'11% e del 12% per le malattie cardiache. Tra le diverse sedi tumorali si osservano eccessi per il tumore del pancreas, della pleura e del rene.

L'esposizione a NO_x scelto come tracciante del traffico stradale è associata nella coorte ad un eccesso della mortalità per tumori maligni pari al 13% (per un aumento del NO_x pari a 12.77 µg/m³) e si è inoltre osservata una associazione con le malattie neurologiche.

La residenza entro 500 metri dal perimetro del porto è risultata associata ad incrementi di rischio di mortalità per tumore al polmone (+31%) e malattie neurologiche rispetto ai residenti in altre zone.

Per quanto riguarda le attività lavorative, si è osservato un eccesso di mortalità per tumori maligni tra i lavoratori del settore edile, in particolare per tumore polmonare, e un eccesso per malattie respiratorie; tra gli agricoltori si osservano eccessi per malattie cardiovascolari, respiratorie e dell'apparato digerente. Singole associazioni sono state riscontrate per le specifiche categorie professionali secondo quanto riportato nel testo. Tutti i confronti sono stati effettuati prendendo come riferimento i lavoratori del settore dei servizi e le stime dell'effetto dell'esposizione occupazionale sono state effettuate tenendo conto delle caratteristiche individuali, del livello socio economico e delle esposizioni ambientali presenti nell'area.

In questo studio, tutti gli eccessi di mortalità segnalati sono significativi dal punto di vista statistico. Nello studio gli esiti di mortalità sono stati selezionati sulla base delle conoscenze disponibili sul tema inquinamento industriale e salute delle popolazioni residenti, ed è dunque difficile dunque che i risultati osservati siano dipendenti dall'elevato numero di confronti effettuati (*multiple testing*). Nello studio sono stati considerati in dettaglio i più importanti fattori di confondimento, quali lo stato sociale e l'esposizione occupazionale. Mancano tuttavia dati sulle abitudini personali (fumo di sigarette, attività fisica, uso di alcol, ecc) difficili da raccogliere in uno studio così ampio. Tali abitudini sono molto legate alle condizioni sociali e aver considerato lo stato socioeconomico tiene conto in gran parte di tali caratteristiche. Infine, l'alta correlazione esistente tra le esposizioni derivanti dalle fonti di pressione ambientale presenti in questo territorio (legata alla vicinanza geografica degli impianti) limita di molto la possibilità di attribuire, con ragionevole certezza, gli effetti osservati ad una fonte specifica.

Gran parte degli eccessi osservati sono coerenti con quanto già noto circa gli effetti dell'inquinamento atmosferico – specie di origine industriale - e da traffico stradale sulla salute delle popolazioni esposte. L'associazione tra inquinamento atmosferico e mortalità generale, i

tumori (in particolare quelli del tratto respiratorio) e le malattie cardiovascolari è stata già descritta in letteratura ed è ritenuta di natura causale dalla Organizzazione Mondiale della Sanità. L'eccesso di mortalità per tumori della pleura era già stato ben documentato tra i lavoratori marittimi e portuali di Civitavecchia per la pregressa esposizione ad amianto, e tale esposizione ad amianto in ambito lavorativo ed ambientale nel territorio potrebbe essere responsabile di parte dei tumori del polmone osservati nella coorte, specie in prossimità del porto. L'eccesso di mortalità per tumori e per tumore polmonare tra i lavoratori edili, anche per effetto della pregressa esposizione ad amianto, rappresenta un dato rilevante per le azioni di prevenzione e di salvaguardia dei diritti per questa categoria lavorativa.

In conclusione, gran parte degli eccessi di mortalità osservati nella coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia più esposti agli inquinanti di origine industriale sono coerenti con le indicazioni della letteratura scientifica sugli effetti dell'inquinamento atmosferico (mortalità generale, per tumori, per malattie cardiovascolari) e sulla base delle evidenze scientifiche disponibili è possibile suggerire un nesso di causalità. La popolazione residente del comprensorio ha dunque subito effetti sulla salute ascrivibili ad esposizioni ambientali ed occupazionali avvenute nel passato. Tali effetti si sommano ai differenziali sociali nella mortalità riscontrati nell'area. Proprio perché lo stato di salute risulta oggi compromesso a seguito di esposizioni ambientali dei decenni trascorsi, è indispensabile attuare oggi le misure di prevenzione primaria limitando la esposizione della popolazione a tutte le fonti inquinanti presenti sul territorio legate agli impianti energetici, al riscaldamento, al traffico stradale e al traffico marittimo.

1. INTRODUZIONE

Il comprensorio di Civitavecchia si trova sul litorale romano a nord della provincia di Roma e comprende i comuni di Civitavecchia, Santa Marinella, Allumiere, Tolfa e Tarquinia. Il comune di Civitavecchia è uno dei più popolosi della provincia romana e conta 52,911 residenti, Santa Marinella 18,680, Tarquinia 16,482, Allumiere e Tolfa hanno rispettivamente 4,105 e 5,220 abitanti (dato ISTAT 2014). Quest'area è interessata da diversi decenni da un quadro ambientale complesso per la presenza del porto e di insediamenti energetici ed industriali. Per questo motivo l'area è oggetto di attenzione per le possibili ripercussioni sulla salute della popolazione delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi da questi impianti.

Nel territorio del comprensorio di Civitavecchia insistono oggi diverse fonti di pressione ambientale, due centrali termoelettriche (Torrevaldaliga Nord e Torrevaldaliga Sud), il porto, il traffico veicolare ed il riscaldamento civile. In passato sono state in attività la centrale elettrica ad olii combustibili di Fiumaretta ed un cementificio.

Le informazioni di seguito sintetizzate sulle principali fonti di pressione ambientale presenti nel comprensorio derivano dai rapporti dell'Osservatorio Ambientale Centrale Termoelettrica ENEL Civitavecchia Torrevaldaliga Nord, attivo da marzo 2010 nella regione Lazio, a seguito della trasformazione a carbone della centrale termoelettrica ENEL di Civitavecchia, ai quali si rimanda per una trattazione più estesa¹⁻³.

Il polo termoelettrico di Torrevaldaliga, composto oggi dagli impianti Torrevaldaliga Nord (TVN) e Torrevaldaliga Sud (TVS) costituisce un sito energetico di importanza nazionale. Il polo è ubicato in un'area, nel territorio del Comune di Civitavecchia, a circa 2 km a N-NW in linea d'aria dalla città, tra la costa tirrenica e la linea ferroviaria Roma-Pisa. Nel passato era attiva anche la centrale di Fiumaretta, ubicata in prossimità del centro di Civitavecchia.

La centrale di Torrevaldaliga Nord attiva nel territorio del comune di Civitavecchia a partire dagli anni '60 nasce come centrale termoelettrica ad olio combustibile ed è composta da 4 gruppi con una capacità totale di 2,640 MW. E' stata riconvertita a carbone con procedimento autorizzativo del 2003, è costituita da tre sezioni di combustione ed ha una potenza termica di 4,260 MW, una potenza elettrica di 1980 MW (660 MW a sez.) ed un rendimento complessivo del 44,7 %. I gas combusti vengono dispersi in atmosfera mediante tre canne metalliche con analoghe caratteristiche: temperatura di uscita dei fumi 110 °C, velocità di uscita dei fumi 16 m/s, diametro interno del camino 5,7 m. Le tre canne sono situate all'interno di una ciminiera alta 250 metri.

La centrale Torrevaldaliga Sud è stata attivata tra il 1964 ed il 1973. L'impianto, originariamente costituito da tre gruppi (1-2-3) da 320 MW elettrici ciascuno e da un gruppo da 180 MW elettrici, ha subito profonde modifiche nel tempo ed i gruppi 1-2-3 sono stati trasformati in gruppi a ciclo combinato – due nuove sezioni denominate TV5 (800 MW) e TV6

(400 MW) – entrando in funzione nel 2005. La configurazione del nuovo impianto prevede 2 moduli a ciclo combinato. Tale tecnologia comporta la combustione del gas naturale in turbogas con diretta produzione di energia elettrica ed il successivo recupero del calore residuo dei fumi di combustione attraverso la generazione di vapore impiegato per l'ulteriore produzione di energia attraverso una turbina a vapore, con connesso turboalternatore. La sezione TV5 (che ha sostituito i gruppi 1 e 2), configurata con due linee turbogas e una a vapore, ha una produzione totale di 760 MW elettrici e un carico termico di 1,472 MW t. La sezione TV6 (che ha sostituito il gruppo 3) configurata con una linea turbogas e una a vapore, ha una produzione totale di 380 MW elettrici ed un carico termico di 750 MW t. I nuovi gruppi in ciclo combinato bruciano come combustibile esclusivamente gas naturale, già presente ed utilizzato in centrale, che arriva attraverso un metanodotto. Il quarto gruppo (TV4), funzionante con un mix di combustibili gas naturale e olio, è tenuto a disposizione delle esigenze della rete elettrica nazionale, così come prescritto dal decreto autorizzativo della riconversione.

Dal 1953 al 1990 è stata in attività la centrale "Fiumaretta" localizzata nel territorio del comune di Civitavecchia. Questa centrale, alimentata fino al 1957 a carbone e poi ad olio combustibile, provvedeva ad alimentare la rete elettrica nazionale arrivando ad una potenza di 240 MW. Il trasporto del carbone dal porto alla centrale avveniva a suo tempo mediante camion. Il carbonile all'interno della centrale era a cielo aperto e aveva una capienza di 20000 tonnellate per un'autonomia di circa 7 giorni di produzione. Nel 1957 il carbone venne abbandonato come combustibile e nel 1958 entrò in funzione una nuova seconda unità di produzione con potenza di 140 MW e venne costruita una seconda ciminiera. Alla fine degli anni 60 si iniziò a costruire una terza unità di produzione con potenza di 240 MW. A metà degli anni '70 a causa della sua bassa produttività venne dismessa la prima unità. Nel 1990, a seguito dell'esplosione della terza unità, l'impianto venne chiuso.

Nel polo termoelettrico di Torrevaldaliga sono oggi presenti i depositi costieri dove vengono approvvigionati e stoccati carburanti (*jet fuel*, gasolio, benzina, *heavy fuel*) per la distribuzione ad infrastrutture (ad es. aeroporti), alla rete di distribuzione (stazioni di servizio stradali) o direttamente agli utenti (gasolio da riscaldamento).

Il porto di Civitavecchia può contare oggi su 26 moli operativi e 23 attracchi per yacht tra i 40 ed i 100 metri disposti su 17 km di banchine. Le principali caratteristiche commerciali dello scalo sono il collegamento con la Sardegna, mediante linee giornaliere di traghetti, di passeggeri e di merci su gomma e ferrovia e il rifornimento di combustibili liquidi per l'aeroporto di Fiumicino, per le centrali di Torrevaldaliga e di Montalto di Castro. Lo scalo gestisce gli scambi con la Sardegna e i traffici internazionali di graniglia, carbone, rottami di ferro in arrivo e colli di grande dimensione in partenza. Il porto è inoltre strategico per l'accesso alle più importanti zone turistiche italiane ed alle grandi rotte crocieristiche mediterranee. Le opere di potenziamento delle banchine e delle strutture di accoglienza dei passeggeri hanno permesso di registrare uno

straordinario incremento di navi da crociera, passando dalle 50 navi del 1996 alle 500 unità del 2003 e ai circa 950 attracchi annui di navi da crociera attuali ai quali si aggiungono i 1,500 traghetti che portano il traffico passeggeri annuo dello scalo a circa 4 milioni di unità. Le banchine merci fanno registrare poco meno di 500 accosti l'anno cui si aggiungono i 36 accosti alla boa petrolifera ed i 120 accosti alle banchine carbone e calcare/gesso dell'impianto di Torrevaldaliga Nord. Il porto è sicuramente una fonte di pressione ambientale in quanto rappresenta una importante sorgente di emissioni convogliate (dai camini delle navi e i veicoli in transito) e diffuse (carbone, metalli, idrocarburi, etc).

Il cementificio era in funzione fin dal 1918 e la fabbrica è rimasta un'importante realtà produttiva per tutto il corso degli anni Sessanta e Settanta, diventando uno degli impianti fondamentali nella produzione del cemento bianco. Con la ristrutturazione aziendale del 1982 e l'espansione della Società nei mercati esteri, si è avviata invece la progressiva dimissione dell'impianto. Tra il 1992 e il 1995 gli altoforni sono stati progressivamente spenti, lasciando attiva solo la macinazione. L'intero processo produttivo venne quindi trasferito a Izmir (Turchia) sul mar Egeo. Nel 2000 chiudeva anche la macinazione, rimanendo attivo il solo stoccaggio di pochissime merci; nel 2004 veniva completata la dismissione dell'impianto ⁴.

1.1 Indagini epidemiologiche condotte nell'area

Negli anni '80 e '90 sono stati condotti studi epidemiologici sui lavoratori dei diversi comparti industriali di Civitavecchia e sono stati evidenziati eccessi di mortalità per tumore del polmone e della pleura tra i lavoratori portuali ⁵, i marittimi ⁶ e gli addetti alle centrali ENEL del comprensorio ⁷. Per quanto riguarda la popolazione residente, le prime indagini sui possibili danni dell'inquinamento atmosferico nell'area di Civitavecchia risalgono al 1987 quando, su iniziativa regionale, fu condotta una indagine epidemiologica tra i bambini delle scuole elementari che evidenziò una maggiore frequenza di disturbi respiratori tra gli alunni dell'area di Civitavecchia rispetto a quelli della provincia di Viterbo ^{8,9}. Uno studio caso controllo condotto sui residenti deceduti per tumore polmonare ha riscontrato rischi relativi significativamente elevati per alcune esposizioni lavorative, in particolare esposti ad amianto e impiegati come lavoratori marittimi, confermando dunque i dati degli studi occupazionali specifici. Nello stesso studio veniva registrata una mortalità per tumore polmonare più elevata nella zona a sud della città a pochi km dal centro ¹⁰. Lo studio condotto da Fano et al. ¹¹ ha analizzato la mortalità e i ricoveri ospedalieri dei residenti nel comune di Civitavecchia nei periodi 1997-2004 evidenziando, in coerenza con i dati già disponibili, eccessi di tumore polmonare e pleurico e di asma bronchiale. Da marzo 2010 è attivo nella regione Lazio l'Osservatorio Ambientale Centrale Enel Torrevaldaliga Nord di Civitavecchia, a seguito della trasformazione a carbone della centrale termoelettrica ENEL di Civitavecchia (TVN), con il fine

di esaminare e di valutare le ricadute ambientali e sulla salute pubblica dell'impianto rispetto al territorio interessato.

Nel biennio 2013-14 il Dipartimento di Epidemiologia del SSR della regione Lazio ha condotto lo studio ABC (Ambiente e Biomonitoraggio nell'area di Civitavecchia), in collaborazione con il Dipartimento di Prevenzione della ASL Roma 4, il Dipartimento di Cardiologia e il Laboratorio di Analisi dell'Ospedale San Paolo di Civitavecchia, il Dipartimento Salute Ambiente dell'Istituto Superiore di Sanità, il Dipartimento Medicina, Epidemiologia e Igiene del lavoro ed Ambientale dell'INAIL, la Medicina del Lavoro e Tossicologia della Azienda Ospedaliera di Perugia e la Fondazione Bioteca di Sarroch. Lo studio è stato supportato dalla Autorità Portuale di Civitavecchia. Per 1,177 residenti, di età compresa tra 35 e 70 anni, casualmente estratti dagli archivi anagrafici dei comuni del comprensorio, è stato definito un profilo dello stato di salute (misure antropometriche, prove di funzionalità respiratoria, analisi chimiche del sangue e delle urine, carta del rischio cardiovascolare) e un profilo tossicologico (determinazione della concentrazione di sostanze tossiche nel sangue e nelle urine). In particolare, lo studio di biomonitoraggio umano ha valutato in laboratorio la concentrazione dei metalli nelle urine e nel sangue; dei metaboliti degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nelle urine; dei metaboliti del benzene e della nicotina nelle urine. Il rapporto completo dello studio ABC è disponibile sul sito www.deplazio.net al quale si rimanda per approfondimenti.

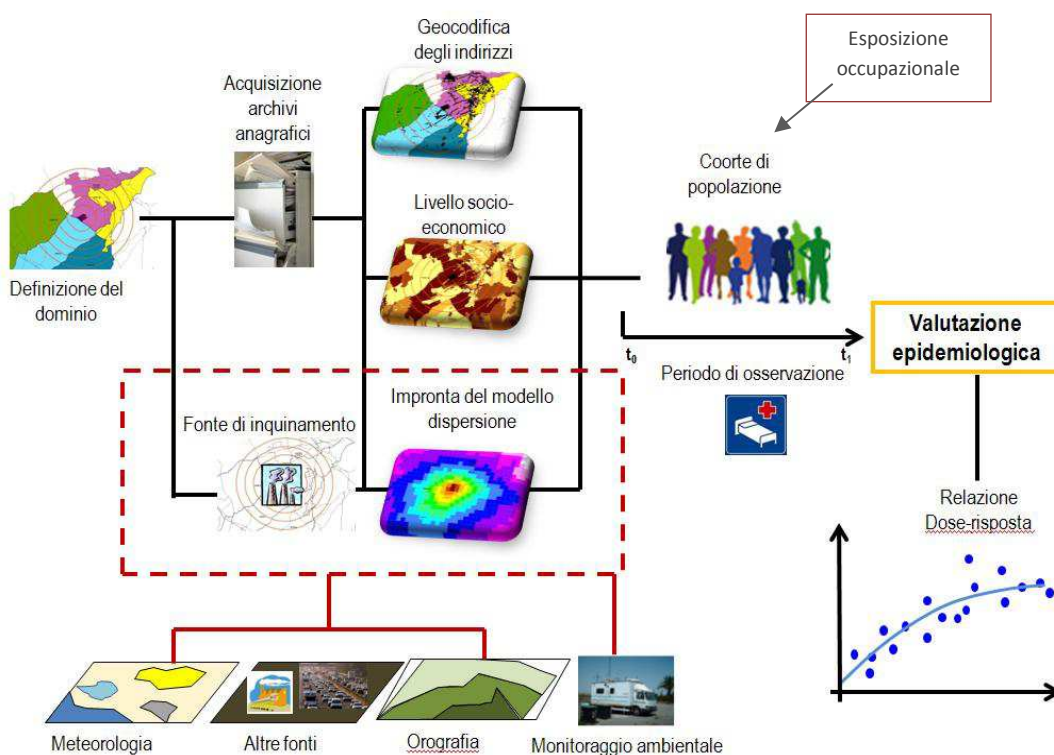
Obiettivo

Il presente studio ha lo scopo di valutare gli effetti delle pregresse esposizioni industriali, del traffico urbano e della residenza in prossimità del porto sulla mortalità della coorte dei residenti nell'area di Civitavecchia. Lo studio intende inoltre valutare l'effetto sulla mortalità delle esposizioni in ambito lavorativo.

2. METODOLOGIA

La metodologia utilizzata in questo studio è riassunta nella Figura 3. Essa prevede l'uso degli archivi anagrafici comunali per l'arruolamento delle coorti residenziali e i Sistemi Informativi Sanitari regionali per la definizione degli esiti sanitari. L'esposizione viene definita sulla base dell'impronta delle concentrazioni al suolo di specifici inquinanti considerati come traccianti di ciascuna fonte di pressione ambientale presente nel territorio: tale impronta è stimata utilizzando opportuni modelli di dispersione degli inquinanti scelti come traccianti. Le coorti dei residenti sono georeferenziate (attribuzione delle coordinate geografiche agli indirizzi di residenza dei soggetti inclusi nello studio), non solo per attribuire ad ognuno la misura dell'esposizione, ma anche per descrivere al meglio le caratteristiche individuali (livello socio-economico) e la realtà circostante (eventuali altri fattori di pressione ambientale presenti nel territorio, incluso il traffico stradale). Una procedura di record linkage con gli archivi dei versamenti effettuati a fine pensionistici è utilizzata per attribuire l'esposizione occupazionale a ciascun residente. Queste procedure consentono di stimare l'associazione tra inquinamento industriale e mortalità al netto dell'effetto del potenziale effetto confondente delle esposizioni occupazionali e del livello socio-economico dei residenti.

Figura 3 - Metodologia integrata ambiente e salute



Fonte: Ancona et al. *Epidemiologia & Prevenzione* 2014

2.1. Valutazione dell'esposizione della popolazione residente

La valutazione dell'esposizione della popolazione residente nei pressi di impianti industriali si basa solitamente sulla distanza tra l'impianto (un punto, nel caso di un camino, un perimetro nel caso di un porto, una linea nel caso di una strada) e la residenza del soggetto, nell'ipotesi che il rischio aumenti all'avvicinarsi alla fonte. Tale approccio non considera la complessità dei meccanismi che intervengono nella dispersione degli inquinanti in aria, dovuta principalmente alla meteorologia e all'orografia del territorio. I modelli di dispersione consentono di tenere conto di questi aspetti, restituendo mappe di concentrazione degli inquinanti che rappresentano l'impronta al suolo dell'impianto considerato. La misura dell'esposizione della popolazione residente nel comprensorio è stata stimata considerando le impronte al suolo degli inquinanti scelti come traccianti degli impianti in studio e del traffico stradale. Tutti i dati emissivi considerati fanno riferimento al dato disponibile per il 1988 quando erano in attività, oltre alle fonti di pressione ambientale ancora presenti nel comprensorio (TVN e TVS) anche il cementificio e la centrale di Fiumaretta. Per il traffico stradale l'impronta al suolo di NO_x si riferisce ad una campagna di misurazione del traffico effettuata nel periodo 2013-2014 nel corso dello studio ABC. Per il porto di Civitavecchia, in assenza di informazioni sulle emissioni del passato si è considerato come proxy di esposizione della popolazione residente la distanza entro ed oltre 500 metri dal perimetro del porto.

Il dominio di simulazione modellistica (50 km x50 Km) è stato scelto in modo tale da includere tutti i comuni del comprensorio.

Le emissioni degli inquinanti emessi dalle fonti industriali (centrali di TVN, TVS, Fiumaretta e cementificio) sono state ricavate dal Censimento delle sorgenti di emissione e calcolo degli inquinanti emessi in atmosfera nel comprensorio di Civitavecchia, Tarquinia e Santa Marinella (SEPA)¹². Tale inventario fu promosso dal Dipartimento Protezione Ambientale e Salute dell'Uomo dell'E.N.E.A e fa riferimento all'anno 1988. E' ovvio che tale documento rappresenta una fonte preziosa ed unica per caratterizzare l'area nel passato. Le emissioni annue sono state calcolate a partire dai valori mensili ed è stata ipotizzata una emissione costante sull'intero periodo simulato.

Il modello di dispersione usato è il modello Lagrangiano a particelle non stazionario "SPRAY"¹³ e le informazioni meteorologiche sono quelle generate dal modello RAMS¹⁴. I risultati delle simulazioni modellistiche hanno consentito di ottenere per ciascuna fonte di pressione ambientale l'impronta al suolo dell'inquinante scelto come tracciante della fonte stessa. Il tracciante scelto per TVN, TVS, Fiumaretta e il cementificio è il PM_{10} .

Qui di seguito vengono presentate le simulazioni modellistiche ottenute per ciascuna fonte (Figure 4-7); la scala cromatica utilizzata suggerisce le aree a maggiore o minore

concentrazione degli inquinanti emessi dalle singole fonti. È importante sottolineare che i valori medi annuali ottenuti sono affetti da incertezza a causa delle assunzioni tipiche dell'approccio modellistico (ad. esempio la meteorologia o i fattori emissivi). Quindi più che il confronto dei valori assoluti delle concentrazioni la mappa deve essere usata per la valutazione dei gradienti relativi di esposizione della popolazione tra un punto ed un altro del campo di ricaduta.

L'impronta della centrale TVN si estende sull'intero Comprensorio di Civitavecchia e ciò deriva principalmente dal fatto che l'emissione dei fumi ha luogo ad una quota molto elevata (250 m) con un galleggiamento (meccanico e termico) tale da produrre un sovrainnalzamento del plume dell'ordine di 1 - 2 volte l'altezza fisica della ciminiera. L'impronta della centrale TVS ha una ricaduta più locale in funzione della ridotta altezza del camino e lo stesso si può affermare per l'impatto sul territorio della centrale di Fiumaretta e del cementificio.

Figura 4 - Concentrazioni medie annue al suolo di PM₁₀ (µg/m³) nel territorio del comprensorio ottenute tramite modello di dispersione per la centrale termoelettrica di TVN relative all'anno 1988.

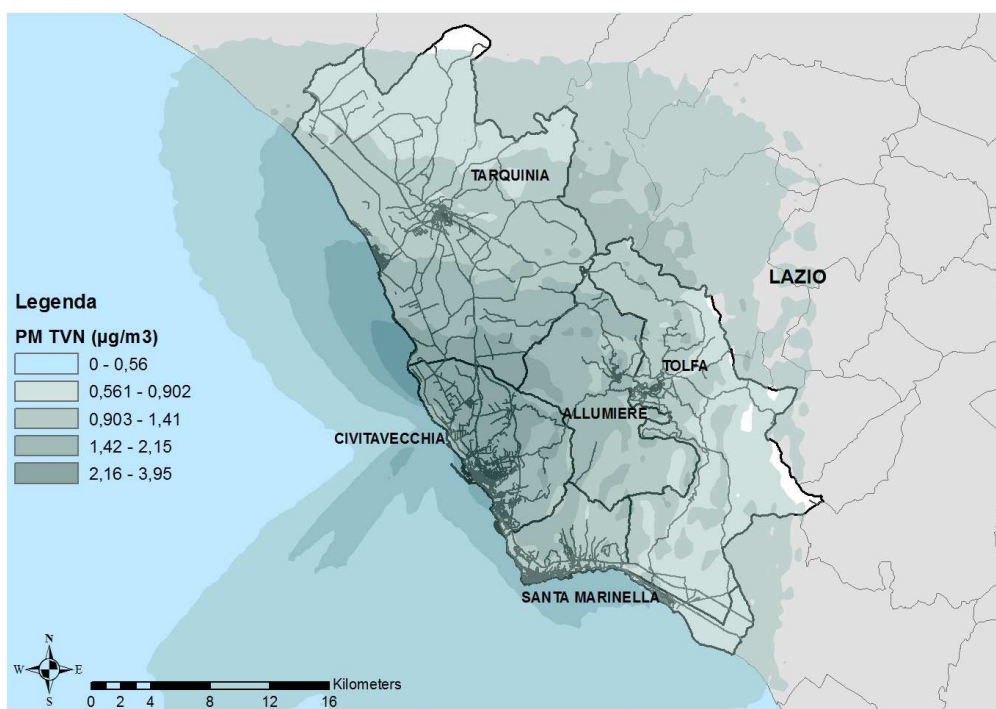


Figura 5. Concentrazioni medie annue al suolo di PM₁₀ (µg/m³) nel territorio del comprensorio ottenute tramite modello di dispersione per la centrale termoelettrica di TVS relative all'anno 1988.

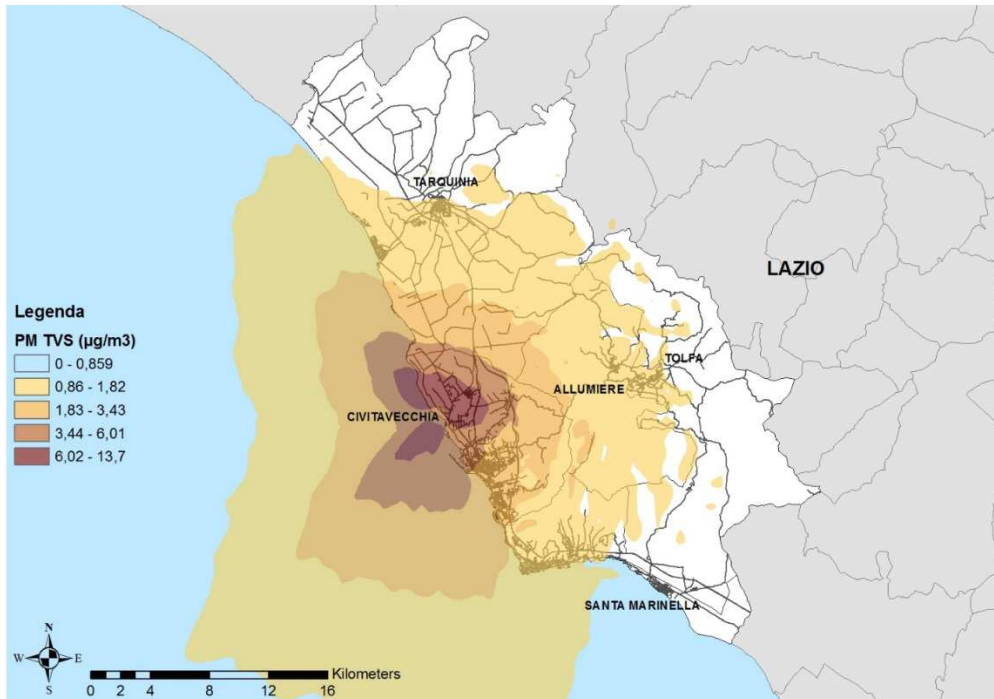


Figura 6 - Concentrazioni medie annue al suolo di PM₁₀ (µg/m³) nel territorio del comprensorio ottenute tramite modello di dispersione per la centrale di Fiumaretta relative all'anno 1988

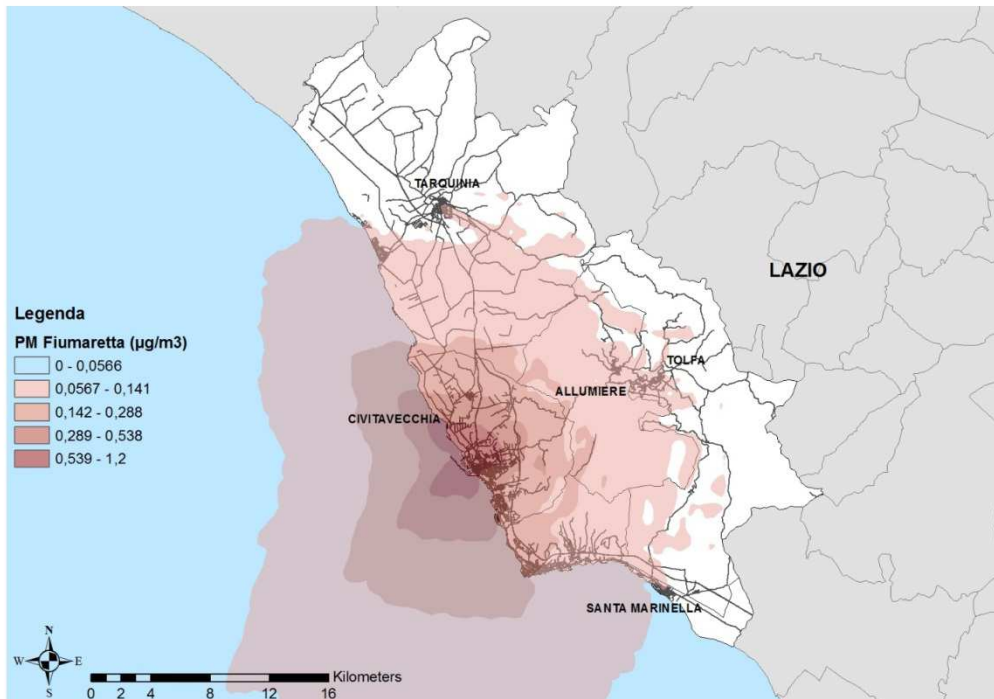
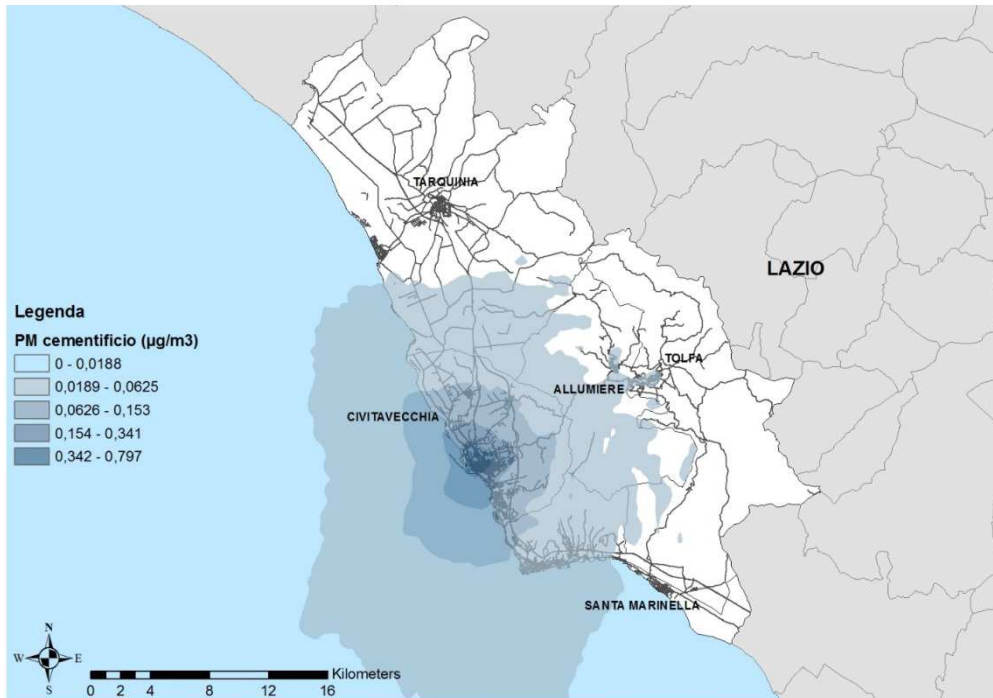


Figura 7 - Concentrazioni medie annue al suolo di PM₁₀ (µg/m³) nel territorio del comprensorio ottenute tramite modello di dispersione per il cementificio relative all'anno 1988

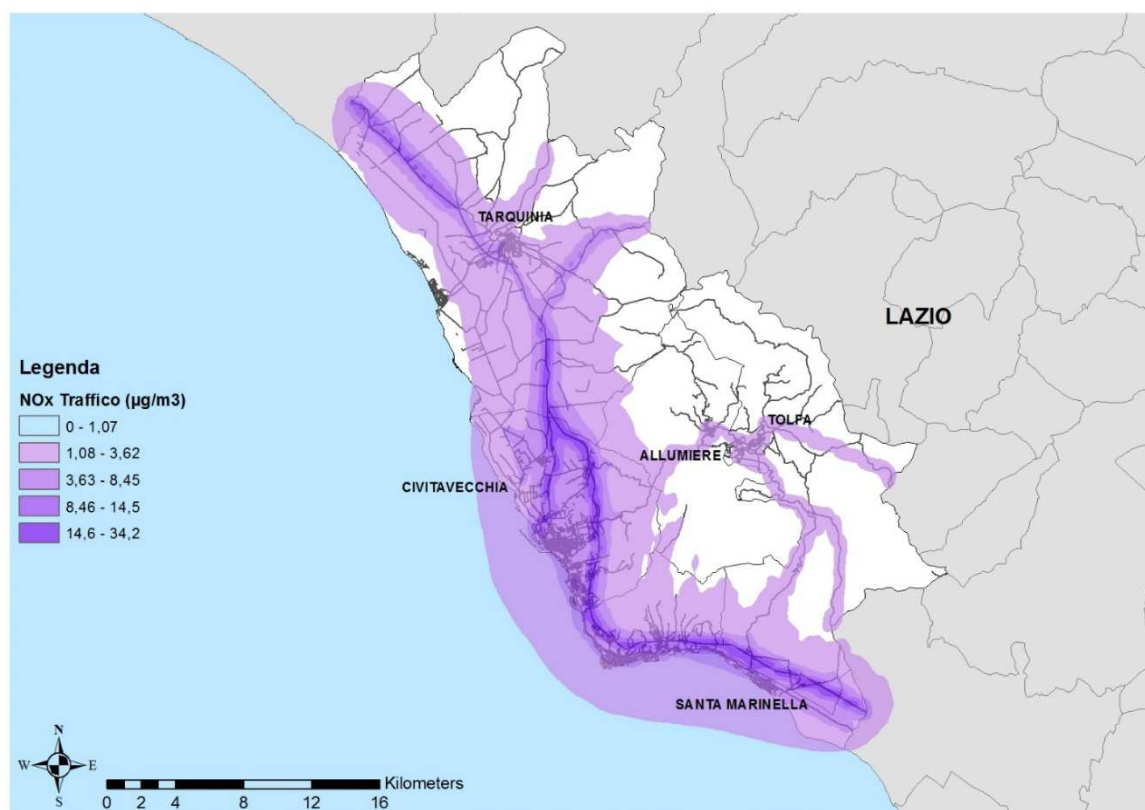


Il traffico veicolare è, insieme alle emissioni degli impianti di riscaldamento civile, la principale sorgente di inquinamento atmosferico negli ambienti urbani. Nel corso del progetto ABC, ambiente e biomonitoraggio a Civitavecchia, sono state realizzate due campagne di misurazione del traffico stradale nei comuni del comprensorio, una estiva (luglio 2013) e una invernale (marzo 2014). Sono state effettuate delle rilevazioni del flusso veicolare per le principali categorie di strade presenti nel territorio. La scelta della strade su cui effettuare la rilevazione ha considerato sia la classificazione dei tratti stradali, dando maggior risalto a quelli catalogati come più trafficati, sia della densità abitativa dell'isolato. In ogni campagna è stato misurato il numero di veicoli pesanti e quello di veicoli leggeri transitati in un intervallo di 15 minuti in ogni tratto stradale scelto. A partire da questi dati è stato ricostruito il flusso totale di autoveicoli (leggeri e pesanti) delle 24 ore per ciascun tratto e, tenendo conto delle due tipologie di rilevazioni (invernale e estiva), è stata ricostruita una modulazione mensile del traffico. Per il tratto autostradale presente nel territorio è stato utilizzato il flusso settimanale di traffico leggero e pesante relativo alla Roma-Fiumicino (dati ANAS 1995 aggiornati al 2005), che è stato moltiplicato per ottenere quello annuale, considerando il traffico a modulazione costante durante l'anno.

Le simulazioni modellistiche sono state effettuate associando a ciascun tratto stradale il flusso annuo (veicoli/anno) in base alla categoria. Questo numero è stato moltiplicato per la

lunghezza della strada in questione (km) e per il fattore emissivo relativo (che dipende dall'inquinante e dalla tipologia di veicolo, espresso in g/(veicoli*km)). In questo modo si è ottenuto un fattore emissivo in g/anno che è stato trasformato in tonnellate annue. Il meteo scelto è quello del 2012. I risultati delle simulazioni realizzate per il traffico leggero e quello pesante sono state poi sommate per ottenere una concentrazione complessiva (Figura 8). Il tracciante scelto per il traffico stradale è l'NO_x.

Figura 8 - Concentrazioni medie annue al suolo di NO_x (µg/m³) nel territorio del comprensorio, ottenute tramite modello di dispersione del traffico stradale nel comprensorio di Civitavecchia, 2014

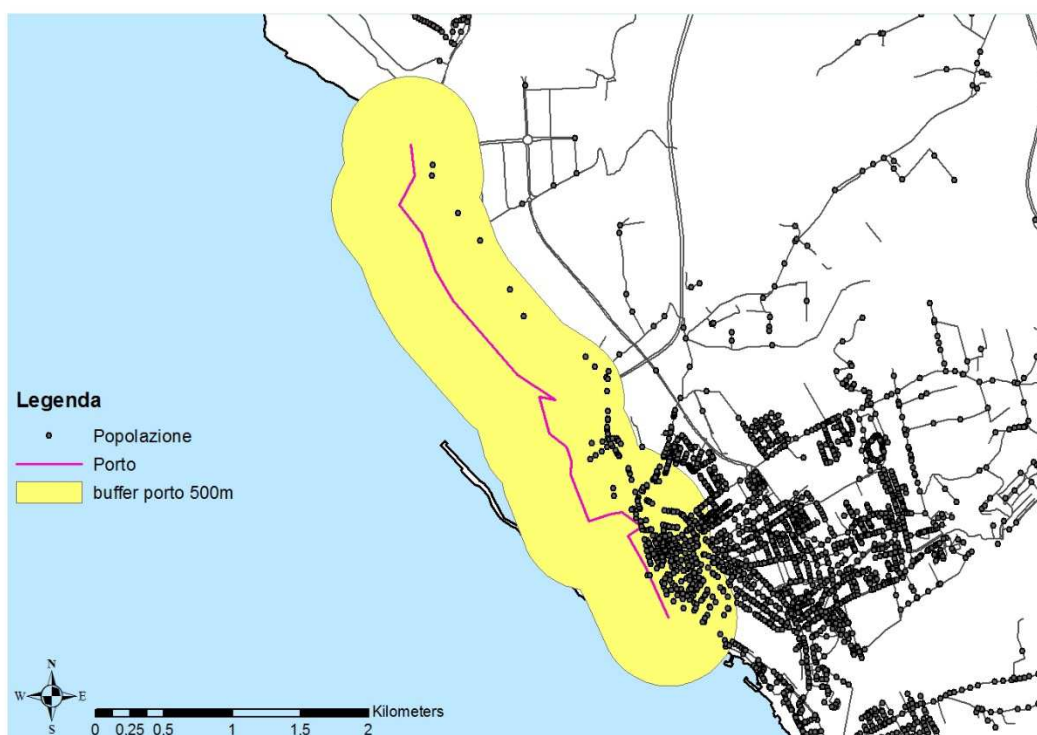


L'impronta del traffico autoveicolare è diversa da quella ottenuta per gli impianti industriali. Infatti essa risulta concentrata attorno alle fonti di emissioni, che sono localizzate al suolo, e si estende anche trasversalmente al grafo stradale. I valori di concentrazione media annua di NO_x ottenuti dal modello non sono trascurabili e sono dell'ordine di 30 µg/m³ per le zone urbanizzate. Per fare considerazioni operative è necessario ricordare che l'inquinante considerato dalla norma vigente è il Biossido di Azoto (NO₂) che è una frazione degli ossidi di azoto totali. Ipotizzando realisticamente che il rapporto NO₂/NO_x sia inferiore 0.5, i valori ottenuti dalla simulazione modellistica risultano confrontabili con quanto rilevato dal sistema di monitoraggio della qualità dell'aria operativo nel comprensorio (circa 15 µg/m³ nel 2014) facendo del traffico autoveicolare una delle principali cause di inquinamento locale di NO₂. E'

ovvio che in questo lavoro si assume che i gradienti spaziali relativi delle concentrazioni di ossidi di azoto da traffico siano stati costanti negli anni passati, anche in presenza di valori assoluti diversi per effetto delle variazioni dei flussi di traffico.

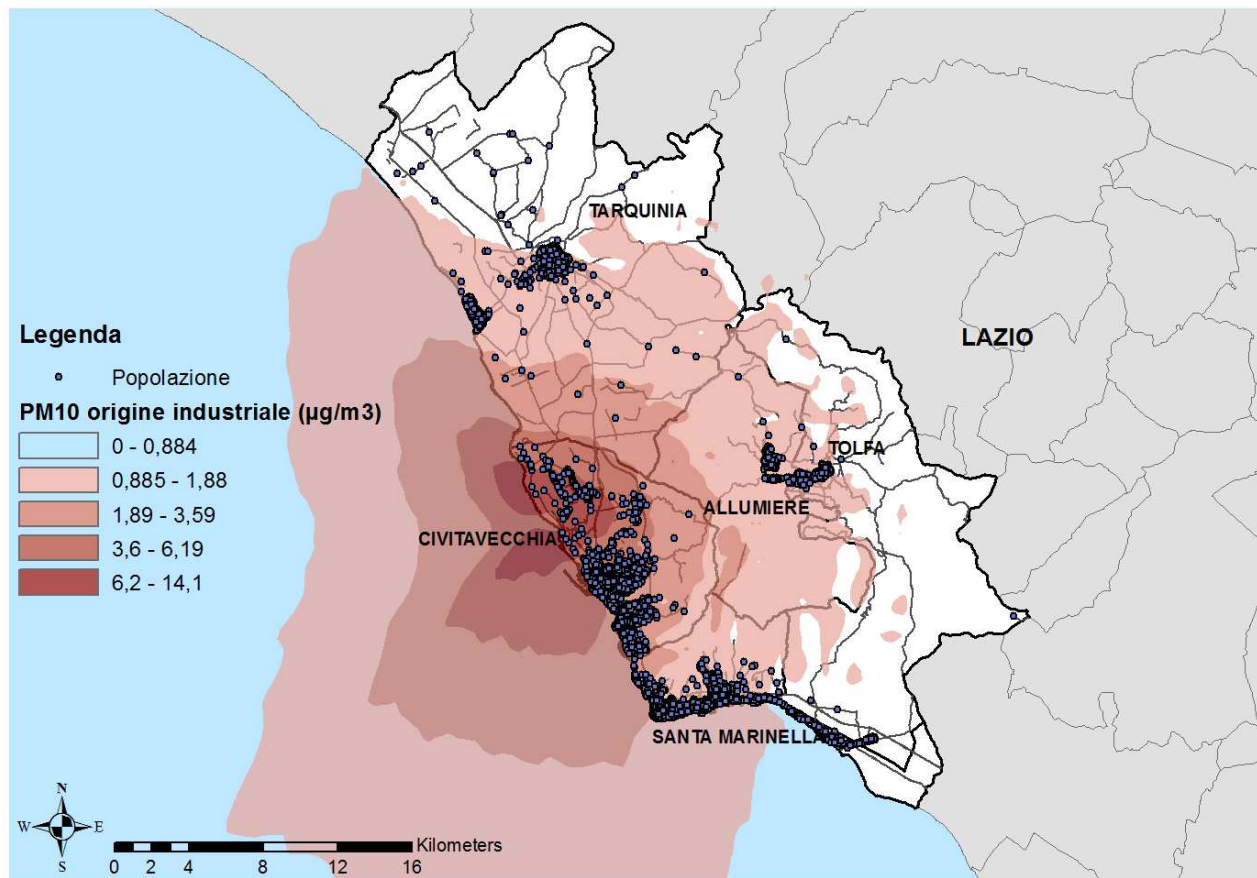
In assenza di informazioni affidabili sui dati emissivi del passato delle attività portuali, in questo studio la distanza lineare tra la residenza dei soggetti e il perimetro del porto è stata considerata come indicatore dell'esposizione all'inquinamento del porto. Sono stati considerati come esposti tutti i residenti che vivevano entro 500 metri dal porto (Figura 9).

Figura 9 – Perimetro del porto e area di 500 metri intorno al porto



A causa della vicinanza geografica tra le fonti industriali presenti in questa area, le correlazioni tra gli inquinanti stimati per la singola fonte sono piuttosto elevate. Oltre alle singole fonti si è quindi deciso di considerare il totale delle emissioni stimate di PM_{10} di origine industriale. Nella figura 10 si riporta il risultato del modello di dispersione del PM_{10} di origine industriale.

Figura 10 - Concentrazioni medie annue al suolo di PM₁₀ (µg/m³) di origine industriale nel territorio del comprensorio di Civitavecchia relative al 1988.



La dispersione del PM₁₀ industriale deriva dunque da camini di altezze molto variabili (da 29m del cementificio, responsabile di una dispersione più locale, fino a 250m di TVN, responsabile di una più ampia dispersione) e l’impatto coinvolge tutta l’area del comprensorio di Civitavecchia.

3. LO STUDIO DI COORTE DEI RESIDENTI NEL COMPRESORIO DI CIVITAVECCHIA

Selezione della coorte e georeferenziazione degli indirizzi di residenza

Agli uffici anagrafici dei comuni di Civitavecchia, Allumiere, Tolfa, Tarquinia e Santa Marinella è stata inviata una lettera di richiesta dati della popolazione residente dal 1 gennaio 1996 al 31 dicembre 2013 e di tutti coloro che sono entrati (per nascita o immigrazione) o usciti dal comune (per morte o emigrazione) nel periodo in studio. L'anno 1996 è giustificato dalla disponibilità di dati su supporto informatico.

Per ogni residente sono state richieste le informazioni anagrafiche, l'indirizzo di residenza e tutte le date relative ad eventuali movimenti da e per il comune (data di emigrazione, immigrazione). Sono stati richiesti anche i cambiamenti di residenza all'interno dello stesso comune se disponibili.

I dati inviati dagli uffici anagrafici sono stati sottoposti a controlli di qualità per testare la completezza e la coerenza delle informazioni. I controlli includevano l'accertamento della coerenza all'interno del dataset (numero di nati/immigrati/morti/emigrati non molto diveso da un anno all'altro) e il controllo con i dati forniti dall' ISTAT.

Per valutare lo stato in vita sono stati usati i dati anagrafici e il registro nominative delle cause di morte regionale (ReNCaM) che include tutti i decessi della popolazione residente. Lo stato in vita per le persone che erano emigrate fuori dall'area nel periodo in studio (1996-2013) è stato verificato mediante record linkage con l'anagrafe sanitaria regionale. I soggetti sono stati considerati a rischio fino alla loro morte o fino all'emigrazione dalla regione o fino alla fine del follow-up (31 Dicembre 2013).

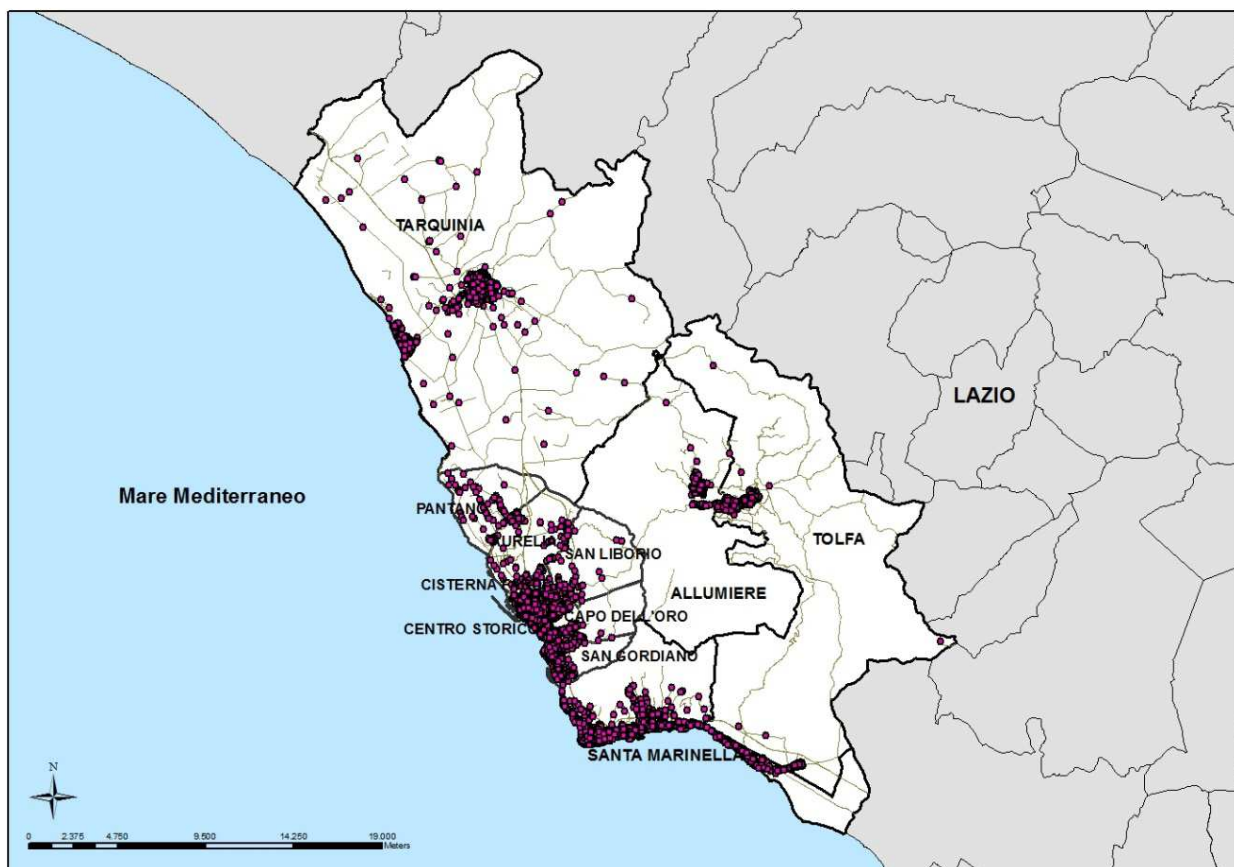
L'attribuzione della causa di decesso è stata effettuata attraverso una procedura di record linkage con RenCaM.

La popolazione dei comuni interessati è stata georeferenzata mediante l'utilizzo del programma ArcGis. Per georeferenziazione si intende l'attribuzione ad un indirizzo della informazione relativa alla sua dislocazione geografica. Nella figura 8 la distribuzione geografica della coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia.

In questo studio tutte le procedure di record-linkage sono state effettuate garantendo l'assoluto anonimato, secondo precise regole nella gestione dei sistemi informativi regionali, e nel pieno rispetto della normativa vigente sulla privacy.

Lo studio di coorte è stato condotto sui 71,362 residenti che al 1 gennaio 1996 avevano compiuto 18 anni (residenti a Civitavecchia 51.3%, Santa Marinella 22.5%, Tarquinia 16.8% Tolfa 5.2%, Allumiere 4.2%).

Figura 11 – Distribuzione geografica della coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia.



Gli esiti in studio sono la mortalità naturale e la mortalità causa specifica relativamente a quelle cause di morte per le quali esistono delle ipotesi *a priori* di associazione con le esposizioni ambientali ed occupazionali tipiche di questa area. Le cause di morte analizzate e i relativi codici ICD IX sono riportati nell'appendice 1 di questo rapporto.

Ad ogni soggetto della coorte è stato assegnato, per ciascuna fonte di pressione ambientale in studio, il valore di inquinante tracciante stimato all'indirizzo di residenza alla data di ingresso nella coorte.

Occupazione e altri confondenti

Ogni soggetto della coorte è stato cercato all'interno del database dell'Istituto Nazionale della Previdenza Sociale (INPS), che include informazioni sui contributi versati a fini pensionistici da tutti i lavoratori del settore privato a partire dal 1974. E' stato dunque possibile individuare tra tutti i residenti i lavoratori del settore dei servizi, edilizia, prodotti per l'edilizia (cementificio), agricoltura, costruzioni meccaniche, industria metallurgica e siderurgica, costruzioni navali,

porto, settore dei trasporti, gas ed elettricità e manifattura e raffinaria del petrolio, sulla base dei versamenti contributivi, per un periodo di almeno un anno, effettuati precedentemente alla data di arruolamento nella coorte.

Ad ogni soggetto della coorte inoltre è stato anche attribuito un valore dell'indicatore di posizione socioeconomica (SEP) sulla base della sezione di censimento di residenza al momento dell'ingresso nella coorte. L'indice sintetico considerato è stato costruito a partire da indicatori rilevati al censimento 2001: percentuale di popolazione con istruzione pari o inferiore alla licenza elementare (mancato raggiungimento obbligo scolastico), percentuale di popolazione attiva disoccupata o in cerca di prima occupazione, percentuale di abitazioni occupate in affitto, percentuale di famiglie monogenitoriali con figli dipendenti conviventi, densità abitativa (numero di occupanti per 100 m²). L'indice è una variabile continua e rappresenta lo scarto rispetto alla media regionale delle caratteristiche di deprivazione. L'indice è classificato in modo da diventare una variabile ordinale con 5 categorie: alto, medio-alto, medio, medio-basso, basso ¹⁵.

Inoltre, per ogni soggetto, le stime dell'associazione tra esposizioni ambientali e mortalità tengono conto di altri fattori quali età, genere e luogo di nascita (nord, centro (escluso Lazio), Lazio, sud e fuori dall'Italia) dei partecipanti alla coorte.

Analisi statistica e misure di associazione

L'approccio di coorte seguito in questa valutazione epidemiologica ha consentito di stimare per ciascun soggetto della coorte il tempo esatto in cui ciascuno è stato a rischio di sviluppare l'evento in studio, la mortalità (tempo-persona). Ciascun membro della coorte ha contribuito al calcolo del tempo-persona a rischio per il periodo che va dall'inizio (1 Gennaio 1996) alla fine del follow-up (31 dicembre 2013) se vivo e residente a quest'ultima data, fino alla data di emigrazione o quella di morte. Il tempo-persona è stato calcolato separatamente per genere, età e periodo di calendario (1996-2001; 2002-2007; 2008-2013). È stato usato un modello di regressione dei rischi proporzionali di Cox [Hazard Ratios (HRs, IC 95%)] per studiare l'associazione tra inquinamento e mortalità causa-specifica degli individui della coorte, considerando l'età come variabile tempo-dipendente (si rimanda all'appendice 2 per una spiegazione più dettagliata dell'interpretazione del HR). L'esposizione a PM₁₀ da inquinamento industriale, nel suo totale e separatamente per ciascuna fonte, e a NO_x da traffico sono state considerate come variabili continue usando l'esposizione annuale media all'indirizzo di residenza. A causa della grandezza variabile dell'indicatore di esposizione, l'associazione lineare è stata stimata per un incremento pari alla differenza tra il 95 ° e il 5 ° percentile della distribuzione di ciascun inquinante, per esempio nel caso del PM₁₀ di origine industriale i Rischi

Relativi (Hazard ratios) sono espressi per incrementi lineari di 5.49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e nel caso del NO_x da traffico stradale per incrementi 12.77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Una variabile dicotomica è stata invece utilizzata per indicare le persone residenti a meno di 500 metri dal porto di Civitavecchia.

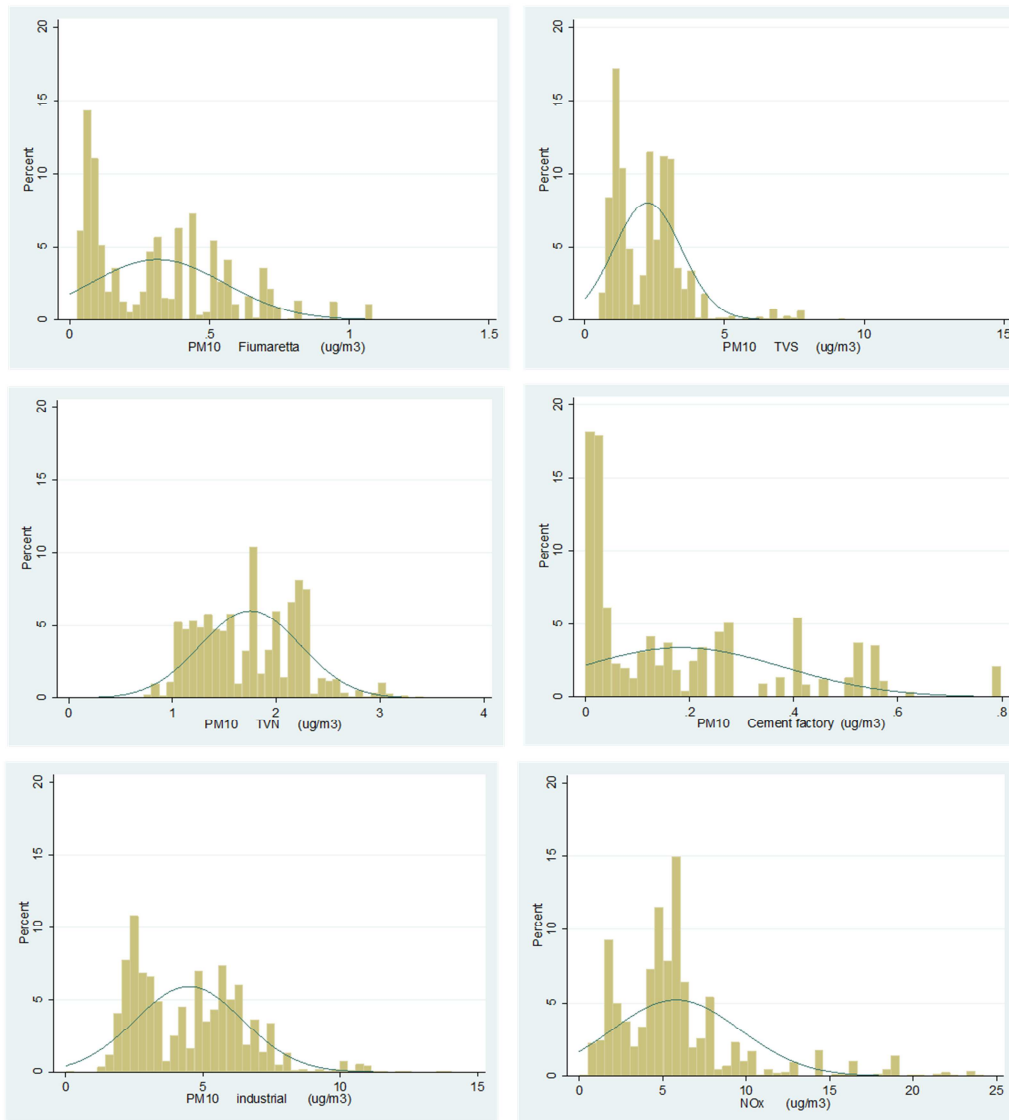
Per ciascuna esposizione ambientale le stime di effetto tengono conto del luogo di nascita, del livello socio economico e della esposizione occupazionale nonché delle altre esposizioni ambientali.

L'effetto dell'esposizione occupazionale è stata analizzato solo tra gli uomini residenti nel comprensorio perché la numerosità della popolazione femminile nelle singole categorie era troppo limitata. Sono stati considerati i settori edilizia, prodotti dell'edilizia, agricoltura, costruzioni meccaniche, industria metallurgica e siderurgica, costruzioni navali, lavoratori portuali, settore dei trasporti, gas ed elettricità e manifattura e raffinaria del petrolio, lavoratori nel settore dei servizi, lavoratori in altri settori e persone senza versamenti pensionistici in nessun settore privato. Gli effetti dell'esposizione occupazionale sono stati stimati al netto delle caratteristiche individuali (luogo di nascita, SEP), della qualifica professionale del lavoratore e dell'esposizione ambientale.

4. RISULTATI

La coorte in studio è composta di 71,362 persone residenti al 1996, di cui il 52.3% donne. Ad ogni soggetto è stato attribuito, sulla base dell'indirizzo di residenza all'inizio dello studio, il livello di esposizione alle fonti di pressione ambientale presenti nell'area nel 1988, ossia la concentrazione, stimata dai modelli di dispersione, di ciascun inquinante e la distanza entro, o oltre, 500 metri dal porto. La Figura 12 mostra la distribuzione di frequenza della popolazione in funzione dei livelli di esposizione a PM₁₀ di origine industriale (TVS, TVN, centrale di Fiumaretta e cementificio) e NO_x da traffico stradale.

Figura 12 - Distribuzione della popolazione residente per livelli di PM₁₀ (µg/m³) derivante da fonti industriali (TVS, TVN, centrale di Fiumaretta e cementificio) e NO_x (µg/m³) da traffico stradale



La popolazione risultava esposta a livelli medi annuali (Deviazione Standard - DS, 50° percentile, 95°-5° percentile) di PM₁₀ di origine industriale pari a 4.49 µg/m³ (1.97, 4.27, 5.49), e 5.80 µg/m³ (3.86, 5.17, 12.77) di NO_x. Il 6.5% degli individui della coorte risiedeva entro 500 m dal porto di Civitavecchia.

Nella tabella 1 sono riportate le correlazioni tra i livelli di esposizione della popolazione a PM₁₀ da ciascuna fonte industriale e dell'NO_x da traffico stradale. Si noti l'alto grado di correlazione della esposizioni da fonte industriale, in particolare tra PM₁₀ da Fiumaretta e da Cementificio (0.91) ovvero da TVN e da TVS (0.83). La categoria PM₁₀ industriale ben rappresenta le altre fonti, in particolare TVN e TVS.

Tabella 1 - Matrice dei coefficienti di correlazione di Pearson tra i livelli di esposizione degli individui della coorte a PM₁₀ (µg/m³) di Fiumaretta, TVS, TVN, cementificio e NO_x (µg/m³) da traffico stradale

| | PM ₁₀ Fiumaretta | PM ₁₀ TVS | PM ₁₀ TVN | PM ₁₀ cementificio | PM ₁₀ industriale | NO _x |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| PM₁₀ Fiumaretta | 1 | | | | | |
| PM₁₀ TVS | 0.7213 | 1 | | | | |
| PM₁₀ TVN | 0.7101 | 0.8337 | 1 | | | |
| PM₁₀ cementificio | 0.9116 | 0.6226 | 0.5859 | 1 | | |
| PM₁₀ industriale | 0.8338 | 0.9733 | 0.906 | 0.7404 | 1 | |
| NO_x da traffico | 0.1598 | 0.1064 | -0.0141 | 0.1036 | 0.0923 | 1 |

La tabella 2 presenta le caratteristiche principali dei soggetti in studio in base a diverse categorie di esposizione a PM₁₀ industriale e NO_x: il gruppo di coloro che hanno valori di esposizione sotto il 5° percentile (considerati come gruppo a più bassa esposizione), coloro che hanno un valore di esposizione sopra il 95° percentile della distribuzione (gruppo dei più esposti), e il gruppo intermedio (esposti a concentrazioni comprese tra il 5° e il 95° percentile) e per distanza dal porto (≤500 m, >500 m). Per ciascun inquinante la distribuzione di genere, età, luogo di nascita e stato civile è piuttosto simile tra le diverse categorie di esposizione. Tuttavia, le persone che vivono in zone con alta concentrazione di PM₁₀ e NO_x e/o vicino al porto tendono ad essere più giovani, ad avere una bassa posizione socio-economica e ad essere nati in una regione del sud Italia rispetto al gruppo di persone considerate come riferimento. Circa il 40% delle persone della coorte (18,299 uomini and 10,047 donne) avevano versato contributi pensionistici nel settore privato per almeno un anno prima dell'arruolamento. In questa coorte la categoria occupazionale prevalente è il settore dei servizi, con 12,934 addetti; 5,073 persone sono state impiegate nell'edilizia, 4,881 in

agricoltura, 2,491 in costruzioni meccaniche etc (dettaglio nella tabella). Gli agricoltori vivono in aree con più basse concentrazioni di PM₁₀ industriale o NO_x da traffico stradale.

Durante il periodo in studio (gennaio 1996 - dicembre 2013) sono stati osservati 14,844 decessi per cause non accidentali (32.3% tumori maligni, 39.1% malattie cardiovascolari, 6.4% malattie respiratorie), mentre 3,110 persone sono uscite dalla coorte per emigrazione fuori dalla regione Lazio. Sono stati stimati 196,306 anni-persona di osservazione durante il periodo di follow-up.

Tabella 2 - Caratteristiche della coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia (1996, 18 anni e più)

| | | | PM ₁₀ da fonte industriale | | | NO _x da traffico | | | Prossimità al porto | | |
|-----------------------------------|------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------|---------------|--------------|---------------------|--------------|------|
| | | | <5th | 5°- 95° | >95° | <5° | 5°- 95° | >95° | >500 m | ≤500 m | |
| Coorte totale | | 71,362 | 3,639 | 64,540 | 3,183 | 3,488 | 64,371 | 3,503 | 66,698 | 4,664 | |
| Genere | Maschi | 34,016 | 47.7 | 48.0 | 47.4 | 51.7 | 50.1 | 47.4 | 50.0 | 47.7 | 46.9 |
| | Femmine | 37,346 | 52.3 | 52.0 | 52.6 | 48.3 | 49.9 | 52.6 | 50.0 | 52.3 | 53.1 |
| Età in classi | 18-44 | 35,466 | 49.7 | 46.7 | 49.3 | 61.3 | 52.6 | 48.6 | 67.1 | 50.0 | 45.9 |
| | 45-64 | 21,690 | 30.4 | 31.0 | 30.6 | 25.7 | 29.0 | 30.9 | 23.2 | 30.5 | 28.9 |
| | 65-80 | 11,502 | 16.1 | 17.9 | 16.3 | 10.6 | 14.5 | 16.6 | 8.5 | 15.9 | 19.8 |
| | >80 | 2,704 | 3.8 | 4.5 | 3.8 | 2.5 | 3.9 | 3.9 | 1.3 | 3.7 | 5.3 |
| Regione di nascita | Lazio | 51,813 | 72.6 | 73.5 | 72.6 | 70.7 | 81.3 | 72.1 | 72.5 | 72.9 | 68.6 |
| | Nord | 2,340 | 3.3 | 3.8 | 3.3 | 3.1 | 2.8 | 3.3 | 2.6 | 3.3 | 3.4 |
| | Centro (eccetto Lazio) | 3,572 | 5.0 | 7.7 | 4.8 | 5.8 | 4.8 | 5.1 | 4.2 | 5.1 | 4.1 |
| | Sud | 11,531 | 16.2 | 10.7 | 16.4 | 17.9 | 8.6 | 16.5 | 18.1 | 15.8 | 21.2 |
| | Altre nazioni | 2,106 | 3.0 | 4.2 | 2.9 | 2.5 | 2.6 | 3.0 | 2.5 | 3.0 | 2.7 |
| Posizione Socio Economica* | Alto | 9,592 | 15.2 | 18.4 | 15.8 | 0.4 | 13.8 | 15.2 | 13.5 | 13.9 | 9.6 |
| | Medio-alto | 10,078 | 16.0 | 28.0 | 15.4 | 14.6 | 32.3 | 15.9 | 0.8 | 14.1 | 19.9 |
| | Medio | 13,360 | 21.2 | 27.8 | 21.0 | 19.3 | 21.7 | 21.9 | 5.2 | 19.8 | 5.2 |
| | Medio-basso | 13,247 | 21.0 | 20.9 | 21.0 | 20.9 | 21.4 | 21.0 | 17.4 | 19.1 | 14.3 |
| | Basso | 16,697 | 26.5 | 5.0 | 26.7 | 44.7 | 10.8 | 25.9 | 45.3 | 22.5 | 51.0 |

*il totale può variare a causa di valori mancanti

segue

Tabella 2 - (continua)

| | | | | | | | | | | |
|--|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Qualsiasi occupazione | 28,346 | 39.7 | 45.3 | 39.2 | 44.1 | 45.7 | 39.2 | 42.8 | 40.3 | 31.3 |
| Servizi | 12,934 | 18.1 | 17.4 | 18.2 | 17.8 | 15.3 | 18.2 | 18.8 | 18.2 | 16.8 |
| Edilizia | 5,073 | 7.1 | 7.5 | 7.0 | 7.9 | 10.0 | 6.8 | 9.3 | 7.3 | 4.4 |
| Prodotti per l'edilizia (cementificio) | 485 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 1.6 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.7 | 0.7 |
| Agricoltura | 4,881 | 6.8 | 18.0 | 6.2 | 8.0 | 16.7 | 6.4 | 6.0 | 7.2 | 1.7 |
| Costruzioni meccaniche | 2,491 | 3.5 | 2.7 | 3.5 | 4.8 | 3.9 | 3.5 | 3.8 | 3.5 | 2.8 |
| Siderurgia e metallurgia | 588 | 0.8 | 0.2 | 0.8 | 1.7 | 0.4 | 0.8 | 1.3 | 0.8 | 0.9 |
| Costruzioni meccaniche | 124 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |
| Portuali | 1,580 | 2.2 | 0.1 | 2.3 | 3.3 | 0.4 | 2.3 | 2.7 | 2.2 | 3.1 |
| Transporti | 1,121 | 1.6 | 1.3 | 1.6 | 1.7 | 1.1 | 1.6 | 1.4 | 1.6 | 1.4 |
| Elettricità e gas | 1,678 | 2.4 | 0.6 | 2.4 | 4.1 | 1.7 | 2.4 | 2.3 | 2.4 | 1.9 |
| Manifattura e raffinaria del petrolio | 159 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| Altro | 2,225 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.3 | 3.1 | 3.8 | 3.1 | 2.7 |
| Stato in vita (al 31-12-2013) | | | | | | | | | | |
| Vivi | 53,408 | 74.8 | 72.6 | 74.7 | 79.5 | 76.4 | 74.1 | 86.2 | 75.3 | 67.9 |
| Emigrati o Irrintracciabili | 3,110 | 4.4 | 4.8 | 4.3 | 5.2 | 4.4 | 4.5 | 2.0 | 4.2 | 6.0 |
| Deceduti | 14,844 | 20.8 | 22.6 | 21.0 | 15.4 | 19.2 | 21.4 | 11.7 | 20.4 | 26.1 |
| Anni persona | | | | | | | | | | |
| 1996-2001 | 71,357 | 36.4 | 36.6 | 36.4 | 35.8 | 36.3 | 36.4 | 34.8 | 36.3 | 37.4 |
| 2002-2007 | 65,327 | 33.3 | 33.4 | 33.3 | 33.2 | 33.2 | 33.3 | 33.4 | 33.3 | 33.2 |
| 2008-2013 | 59,622 | 30.4 | 30.0 | 30.4 | 31.0 | 30.5 | 30.3 | 31.9 | 30.4 | 29.5 |

* il totale può variare a causa di valori mancanti.

Vengono di seguito illustrati i risultati della analisi di mortalità per posizione socioeconomica (SEP) e per livelli di esposizione a PM₁₀ industriale, NO_x da traffico e per distanza dal porto.

In tabella 3 sono riportati i risultati relativi all'associazione tra mortalità e posizione socioeconomica. La categoria SEP alto rappresenta la categoria di riferimento. A parità di esposizione a PM₁₀ di origine industriale, NO_x da traffico, residenza in prossimità del porto ed occupazione, per la mortalità generale e per quella cardio respiratoria si osservano rischi crescenti al peggiorare del SEP. Nello specifico i residenti con SEP basso e medio basso hanno rischi maggiori rispetto ai residenti con SEP alto per mortalità non accidentale (HR=1.18 IC 95% 1.11-1.25 e HR=1.09 IC 95% 1.02-1.16) e malattie cardiovascolari (HR=1.19 IC 95% 1.07-1.31 e HR=1.26 IC 95% 1.15-1.39) in particolare per malattie cardiache (HR=1.23 IC 95% 1.09-1.38 e HR=1.27 IC 95% 1.13-1.43) e malattie ischemiche del cuore (HR=1.19 IC 95% 1.00-1.42 e HR=1.28 IC 95% 1.08-1.52). Eccessi di rischio si osservano anche per i residenti con SEP basso rispetto a quelli con SEP alto per malattie respiratorie (HR=1.57 IC 95% 1.23-1.99), in particolare per la Bronco-Pneumopatia Cronico Ostruttiva - BPCO (HR=1.65 IC 95% 1.13-2.41).

Tabella 3 - Associazione tra posizione socioeconomica (SEP) e mortalità causa-specifica della coorte di Civitavecchia, 1996-2013

| | N | Alto | Medio-Alto | | Medio | | Medio-Basso | | Basso | |
|--------------------------------|--------|------|------------|--------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|
| | | HR | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% |
| Mortalità non-accidentale | 13,687 | 1.00 | 1.01 | 0.95 - 1.08 | 1.03 | 0.97 - 1.10 | 1.09 | 1.02 - 1.16 | 1.18 | 1.11 - 1.25 |
| Tumori maligni | 4,427 | 1.00 | 1.00 | 0.90 - 1.12 | 0.99 | 0.89 - 1.10 | 1.02 | 0.91 - 1.13 | 1.05 | 0.95 - 1.17 |
| Stomaco | 294 | 1.00 | 1.16 | 0.75 - 1.82 | 1.04 | 0.68 - 1.61 | 1.21 | 0.80 - 1.85 | 1.28 | 0.85 - 1.93 |
| Colon e retto | 585 | 1.00 | 0.97 | 0.71 - 1.31 | 0.93 | 0.69 - 1.24 | 1.12 | 0.84 - 1.48 | 1.04 | 0.79 - 1.38 |
| Fegato | 291 | 1.00 | 1.37 | 0.86 - 2.20 | 1.25 | 0.79 - 1.99 | 1.41 | 0.90 - 2.22 | 1.53 | 0.99 - 2.36 |
| Pancreas | 240 | 1.00 | 1.35 | 0.85 - 2.16 | 0.89 | 0.55 - 1.45 | 1.11 | 0.69 - 1.78 | 1.05 | 0.66 - 1.66 |
| Laringe | 38 | 1.00 | 0.37 | 0.12 - 1.19 | 0.20 | 0.06 - 0.74 | 0.47 | 0.18 - 1.24 | 0.53 | 0.21 - 1.31 |
| Trachea, bronchi e polmoni | 1,046 | 1.00 | 0.92 | 0.72 - 1.16 | 1.09 | 0.88 - 1.36 | 1.09 | 0.88 - 1.36 | 0.99 | 0.80 - 1.23 |
| Pleura | 29 | 1.00 | 2.99 | 0.61 - 14.59 | 0.99 | 0.16 - 5.96 | 1.46 | 0.27 - 8.06 | 1.83 | 0.38 - 8.73 |
| Vescica | 181 | 1.00 | 1.15 | 0.66 - 2.00 | 1.23 | 0.73 - 2.08 | 0.87 | 0.50 - 1.53 | 1.33 | 0.80 - 2.23 |
| Reni | 103 | 1.00 | 1.51 | 0.75 - 3.03 | 0.72 | 0.33 - 1.57 | 1.04 | 0.51 - 2.13 | 1.22 | 0.63 - 2.38 |
| Cervello e altre parti del SNC | 92 | 1.00 | 0.66 | 0.32 - 1.37 | 0.48 | 0.23 - 1.02 | 0.59 | 0.29 - 1.20 | 0.70 | 0.37 - 1.34 |

segue

Hazard Ratio aggiustati per età, genere, regione di nascita PM₁₀ da fonte industriale, NO_x da traffico, esposizione al porto, occupazione.

Tabella 3 - (continua)

| | N | Alto | | Medio-Alto | | Medio | | Medio-Basso | | Basso | |
|------------------------------------|-------|------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| | | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% |
| Tessuti linfatici ed ematopoietici | 368 | 1.00 | 0.92 | 0.64 - 1.32 | 0.94 | 0.67 - 1.33 | 0.72 | 0.50 - 1.04 | 0.73 | 0.52 - 1.04 | |
| Malattie neurologiche | 341 | 1.00 | 0.86 | 0.58 - 1.29 | 0.78 | 0.52 - 1.16 | 0.87 | 0.59 - 1.28 | 1.19 | 0.84 - 1.69 | |
| Malattie cardiovascolari | 5,354 | 1.00 | 0.97 | 0.87 - 1.08 | 1.03 | 0.93 - 1.14 | 1.19 | 1.07 - 1.31 | 1.26 | 1.15 - 1.39 | |
| Malattie cardiache | 3,694 | 1.00 | 1.00 | 0.88 - 1.13 | 1.01 | 0.89 - 1.14 | 1.23 | 1.09 - 1.38 | 1.27 | 1.13 - 1.43 | |
| Malattia ischemica del cuore | 1,623 | 1.00 | 0.90 | 0.74 - 1.10 | 0.91 | 0.76 - 1.10 | 1.19 | 1.00 - 1.42 | 1.28 | 1.08 - 1.52 | |
| Eventi coronarici acuti | 847 | 1.00 | 0.92 | 0.71 - 1.21 | 0.89 | 0.69 - 1.15 | 1.14 | 0.90 - 1.46 | 1.23 | 0.97 - 1.56 | |
| Malattie cerebrovascolari | 1,324 | 1.00 | 0.96 | 0.78 - 1.19 | 1.04 | 0.85 - 1.28 | 1.16 | 0.95 - 1.41 | 1.27 | 1.04 - 1.54 | |
| Malattie respiratorie | 874 | 1.00 | 1.29 | 1.00 - 1.68 | 1.05 | 0.81 - 1.37 | 1.17 | 0.90 - 1.51 | 1.57 | 1.23 - 1.99 | |
| BPCO | 358 | 1.00 | 1.25 | 0.83 - 1.90 | 1.28 | 0.86 - 1.91 | 1.07 | 0.71 - 1.61 | 1.65 | 1.13 - 2.41 | |
| Malattie del sistema digestivo | 561 | 1.00 | 0.94 | 0.67 - 1.31 | 1.12 | 0.82 - 1.53 | 1.23 | 0.91 - 1.66 | 1.22 | 0.90 - 1.64 | |
| Malattie renali | 242 | 1.00 | 1.00 | 0.61 - 1.62 | 1.10 | 0.69 - 1.74 | 1.09 | 0.69 - 1.73 | 1.01 | 0.64 - 1.60 | |

Hazard Ratio aggiustati per età, genere, regione di nascita, PM₁₀ da fonte industriale, NO_x da traffico, esposizione al porto, occupazione.

La tabella 4 mostra le stime dell'associazione tra mortalità e livelli di esposizione a PM₁₀ industriale nel suo complesso e limitatamente a quello attribuibile alle sole centrali (escludendo cioè il contributo del cementificio). Per incrementi lineari di 5.49 µg/m³ di PM₁₀ di origine industriale (differenza tra 95° e 5° percentile della distribuzione) si osserva un aumento del rischio di mortalità per cause non-accidentali pari al 6% (HR=1.06 IC 95% 1.01-1.12). Per i tumori maligni l'eccesso stimato è dell'11% (HR=1.11 IC 95% 1.01-1.21), per le malattie cardiache l'eccesso è del 12% (HR=1.12 IC 95% 1.01-1.23). Per le diverse sedi tumorali si osservano eccessi per il tumore del pancreas (HR=1.49 IC 95% 1.02-2.16), della pleura (HR=3.75 IC 95% 1.46-9.64) e del rene (HR=1.79 IC 95% 1.05-3.06). I modelli statistici tengono conto di età, genere, luogo di nascita, condizione socio-economica, tipo di occupazione, e livelli di inquinamento derivanti dall'esposizione concomitante alle altre fonti presenti nell'area. Non considerando il contributo delle emissioni del cementificio, quindi l'effetto attribuibile alle sole centrali elettriche, il quadro di mortalità rimane sostanzialmente lo stesso.

Tabella 4 - Associazione tra esposizione pregressa a PM₁₀ dal totale delle fonti industriali (TVN, TVS, Fiumaretta e cementificio) e PM₁₀ da sole centrali elettriche e mortalità causa-specifica della coorte di Civitavecchia, 1996-2013. Hazard Ratios espressi per incrementi lineari pari alla differenza tra 95° e 5° percentile della concentrazione degli inquinanti (5.49 e 5.01 µg/m³, rispettivamente) (HRs e IC 95%)

| | n | PM ₁₀ da tutte le fonti industriali | | | PM ₁₀ da centrali elettriche | | |
|------------------------------------|--------|--|--------|--------|---|--------|--------|
| | | HR | IC 95% | | HR | IC 95% | |
| Mortalità non-accidentale | 13,687 | 1.06 | 1.01 | - 1.12 | 1.06 | 1.00 | - 1.11 |
| Tumori maligni | 4,427 | 1.11 | 1.01 | - 1.21 | 1.09 | 1.00 | - 1.19 |
| Stomaco | 294 | 0.87 | 0.61 | - 1.25 | 0.88 | 0.62 | - 1.26 |
| Colon e retto | 585 | 1.05 | 0.82 | - 1.35 | 1.04 | 0.81 | - 1.33 |
| Fegato | 291 | 1.33 | 0.94 | - 1.86 | 1.32 | 0.95 | - 1.83 |
| Pancreas | 240 | 1.49 | 1.02 | - 2.16 | 1.45 | 1.00 | - 2.08 |
| Laringe | 38 | 1.09 | 0.40 | - 2.93 | 1.01 | 0.38 | - 2.72 |
| Trachea, bronchi e polmoni | 1,046 | 1.10 | 0.92 | - 1.33 | 1.08 | 0.91 | - 1.30 |
| Pleura | 29 | 3.75 | 1.46 | - 9.64 | 3.64 | 1.52 | - 8.70 |
| Vescica | 181 | 1.03 | 0.65 | - 1.61 | 1.00 | 0.64 | - 1.56 |
| Reni | 103 | 1.79 | 1.05 | - 3.06 | 1.73 | 1.03 | - 2.91 |
| Cervello e altre parti del SNC | 92 | 0.96 | 0.51 | - 1.81 | 0.94 | 0.51 | - 1.76 |
| Tessuti linfatici ed ematopoietici | 368 | 1.28 | 0.95 | - 1.74 | 1.24 | 0.92 | - 1.68 |
| Malattie neurologiche | 341 | 0.89 | 0.63 | - 1.25 | 0.87 | 0.62 | - 1.22 |
| Malattie cardiovascolari | 5,354 | 1.06 | 0.97 | - 1.15 | 1.06 | 0.97 | - 1.15 |
| Malattie cardiache | 3,694 | 1.12 | 1.01 | - 1.23 | 1.12 | 1.01 | - 1.23 |
| Malattia ischemica del cuore | 1,623 | 1.14 | 0.98 | - 1.33 | 1.14 | 0.98 | - 1.32 |
| Eventi coronarici acuti | 847 | 1.06 | 0.86 | - 1.31 | 1.05 | 0.86 | - 1.30 |
| Malattie cerebrovascolari | 1,324 | 1.04 | 0.88 | - 1.23 | 1.04 | 0.88 | - 1.23 |
| Malattie respiratorie | 874 | 1.10 | 0.90 | - 1.34 | 1.09 | 0.89 | - 1.33 |
| BPCO | 358 | 0.98 | 0.72 | - 1.35 | 0.97 | 0.71 | - 1.32 |
| Malattie del sistema digestivo | 561 | 1.22 | 0.95 | - 1.56 | 1.20 | 0.94 | - 1.54 |
| Malattie renali | 242 | 1.17 | 0.80 | - 1.73 | 1.19 | 0.81 | - 1.73 |

Hazard Ratio aggiustati per età, genere, SEP, regione di nascita, NO_x da traffico, prossimità al porto, occupazione

La tabella 5 mostra le stime di associazione tra livelli di esposizione a PM₁₀ industriale e mortalità causa specifica, sia per il complesso delle fonti industriali sia rispetto al contributo specifico delle singole fonti (PM₁₀ da TVS, TVN, Fiumaretta e cementificio). Gli effetti delle centrali di TVS e TVN sono sostanzialmente sovrapponibili a quanto si osserva per la somma del PM₁₀ industriale che include tutte le fonti. Per quanto riguarda l'esposizione a PM₁₀ da centrale di Fiumaretta vengono confermati l'eccesso di rischio per la mortalità totale e per tutti i tumori, in particolare si confermano gli incrementi osservati per tumore del pancreas, del rene e del tessuto linfatico ed ematopoietico. Per quanto riguarda il PM₁₀ derivante dal cementificio si osserva un'associazione con il tumore polmonare (HR=1.26 IC 95% 1.04-1.52). E' necessario ricordare che l'alta correlazione esistente tra le esposizioni derivanti dalle fonti di pressione ambientale presenti in questo territorio (legata alla vicinanza geografica degli impianti) limita di molto la possibilità di attribuire, con ragionevole certezza, gli effetti osservati ad una fonte specifica.

Tabella 5 - Associazione tra esposizione a PM₁₀ dal totale delle fonti industriali e a PM₁₀ da ciascuna fonte (TVS, TVN, Fiumaretta e cementificio) e mortalità causa-specifica della coorte di Civitavecchia, 1996-2013. Hazard ratios espressi per incrementi lineari pari alla differenza tra 95° e 5° percentile della concentrazione degli inquinanti* (HRs e IC 95%)

| | N | PM ₁₀ da fonte industriale | | | PM ₁₀ da TVS | | PM ₁₀ da TVN | | PM ₁₀ da Fiumaretta | | PM ₁₀ da cementificio | |
|--------------------------------|--------|---------------------------------------|-------------|--|-------------------------|-------------|-------------------------|--------------|--------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| | | HR | IC 95% | | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% |
| Mortalità non-accidentale | 13,687 | 1.06 | 1.01 - 1.12 | | 1.04 | 1.00 - 1.09 | 1.05 | 1.00 - 1.11 | 1.08 | 1.03 - 1.14 | 1.10 | 1.04 - 1.16 |
| Tumori maligni | 4,427 | 1.11 | 1.01 - 1.21 | | 1.07 | 0.99 - 1.16 | 1.07 | 0.98 - 1.18 | 1.16 | 1.06 - 1.27 | 1.21 | 1.11 - 1.33 |
| Stomaco | 294 | 0.87 | 0.61 - 1.25 | | 0.88 | 0.63 - 1.22 | 0.95 | 0.67 - 1.36 | 0.87 | 0.60 - 1.26 | 0.82 | 0.56 - 1.20 |
| Colon e retto | 585 | 1.05 | 0.82 - 1.35 | | 1.03 | 0.83 - 1.30 | 1.00 | 0.78 - 1.29 | 1.10 | 0.86 - 1.42 | 1.19 | 0.93 - 1.53 |
| Fegato | 291 | 1.33 | 0.94 - 1.86 | | 1.26 | 0.94 - 1.69 | 1.34 | 0.95 - 1.90 | 1.26 | 0.89 - 1.78 | 1.23 | 0.87 - 1.74 |
| Pancreas | 240 | 1.49 | 1.02 - 2.16 | | 1.38 | 1.01 - 1.90 | 1.36 | 0.92 - 2.00 | 1.47 | 1.01 - 2.14 | 1.59 | 1.09 - 2.31 |
| Laringe | 38 | 1.09 | 0.40 - 2.93 | | 0.93 | 0.36 - 2.37 | 1.05 | 0.39 - 2.81 | 1.46 | 0.56 - 3.79 | 1.88 | 0.76 - 4.61 |
| Trachea, bronchi e polmoni | 1,046 | 1.10 | 0.92 - 1.33 | | 1.06 | 0.90 - 1.25 | 1.08 | 0.90 - 1.30 | 1.14 | 0.95 - 1.38 | 1.26 | 1.04 - 1.52 |
| Pleura | 29 | 3.75 | 1.46 - 9.64 | | 2.94 | 1.54 - 5.61 | 3.54 | 1.23 - 10.16 | 1.56 | 0.53 - 4.60 | 1.28 | 0.43 - 3.79 |
| Vescica | 181 | 1.03 | 0.65 - 1.61 | | 1.01 | 0.68 - 1.51 | 0.94 | 0.60 - 1.49 | 1.06 | 0.67 - 1.67 | 1.31 | 0.84 - 2.04 |
| Reni | 103 | 1.79 | 1.05 - 3.06 | | 1.59 | 1.02 - 2.47 | 1.61 | 0.92 - 2.82 | 1.90 | 1.11 - 3.26 | 1.74 | 1.02 - 2.95 |
| Cervello e altre parti del SNC | 92 | 0.96 | 0.51 - 1.81 | | 0.92 | 0.51 - 1.65 | 0.97 | 0.52 - 1.80 | 1.06 | 0.56 - 2.01 | 1.14 | 0.60 - 2.18 |

segue

Hazard Ratio aggiustati per età, genere, SEP, regione di nascita, NO_x da traffico, esposizione al porto, occupazione.

* differenza tra 95° e 5° percentile della concentrazione di PM₁₀ pari a 5.49 µg/m³ totale fonti industriali, 3 µg/m³ TVS, 1.40 µg/m³ TVN, 0.67 µg/m³ Fiumaretta, 0.55 µg/m³ cementificio.

Tabella 5 - (continua)

| | PM ₁₀ da fonte industriale | | | | PM ₁₀ da TVS | | | | PM ₁₀ da TVN | | | | PM ₁₀ da Fiumaretta | | | | PM ₁₀ da cementificio | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|------|-------------|--------|-------------------------|------|-------------|------|-------------------------|------|-------------|----|--------------------------------|----|--------|----|----------------------------------|----|--------|--|
| | N | HR | IC 95% | HR adj | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | |
| Tessuti linfatici ed ematopoietici | 368 | 1.28 | 0.95 - 1.74 | 1.17 | 0.90 - 1.53 | 1.20 | 0.88 - 1.63 | 1.57 | 1.16 - 2.13 | 1.52 | 1.12 - 2.06 | | | | | | | | | |
| Malattie neurologiche | 341 | 0.89 | 0.63 - 1.25 | 0.90 | 0.66 - 1.24 | 0.78 | 0.56 - 1.10 | 1.00 | 0.72 - 1.40 | 1.11 | 0.80 - 1.53 | | | | | | | | | |
| Malattie cardiovascolari | 5,354 | 1.06 | 0.97 - 1.15 | 1.05 | 0.98 - 1.14 | 1.06 | 0.97 - 1.15 | 1.02 | 0.94 - 1.11 | 1.05 | 0.96 - 1.14 | | | | | | | | | |
| Malattie cardiache | 3,694 | 1.12 | 1.01 - 1.23 | 1.11 | 1.01 - 1.21 | 1.11 | 1.00 - 1.22 | 1.08 | 0.98 - 1.19 | 1.08 | 0.98 - 1.19 | | | | | | | | | |
| Malattia ischemica del cuore | 1,623 | 1.14 | 0.98 - 1.33 | 1.11 | 0.97 - 1.27 | 1.18 | 1.02 - 1.38 | 1.10 | 0.94 - 1.28 | 1.11 | 0.96 - 1.29 | | | | | | | | | |
| Eventi coronarici acuti | 847 | 1.06 | 0.86 - 1.31 | 1.02 | 0.85 - 1.23 | 1.10 | 0.89 - 1.35 | 1.12 | 0.91 - 1.38 | 1.08 | 0.88 - 1.33 | | | | | | | | | |
| Malattie cerebrovascolari | 1,324 | 1.04 | 0.88 - 1.23 | 1.02 | 0.88 - 1.19 | 1.09 | 0.92 - 1.30 | 0.99 | 0.84 - 1.17 | 1.05 | 0.89 - 1.24 | | | | | | | | | |
| Malattie respiratorie | 874 | 1.10 | 0.90 - 1.34 | 1.05 | 0.87 - 1.26 | 1.15 | 0.94 - 1.41 | 1.15 | 0.95 - 1.41 | 1.12 | 0.92 - 1.36 | | | | | | | | | |
| BPCO | 358 | 0.98 | 0.72 - 1.35 | 0.94 | 0.70 - 1.26 | 0.98 | 0.71 - 1.35 | 1.11 | 0.81 - 1.52 | 1.16 | 0.86 - 1.57 | | | | | | | | | |
| Malattie del sistema digestivo | 561 | 1.22 | 0.95 - 1.56 | 1.16 | 0.93 - 1.45 | 1.18 | 0.92 - 1.52 | 1.29 | 1.01 - 1.66 | 1.22 | 0.95 - 1.57 | | | | | | | | | |
| Malattie renali | 242 | 1.17 | 0.80 - 1.73 | 1.16 | 0.82 - 1.63 | 1.20 | 0.81 - 1.78 | 1.14 | 0.77 - 1.69 | 0.97 | 0.65 - 1.45 | | | | | | | | | |

Hazard ratio aggiustati per età, genere, SEP, regione di nascita, NO_x da traffico, prossimità al porto, occupazione.

* differenza tra 95° e 5° percentile della concentrazione di PM₁₀ pari a 5.49 µg/m³ totale fonti industriali, 3 µg/m³ TVS, 1.40 µg/m³ TVN, 0.67 µg/m³ Fiumaretta, 0.55 µg/m³ cementificio.

L'esposizione a NO_x scelto come tracciante del traffico stradale è associata ad un eccesso della mortalità per tumori maligni pari a +13% (HR=1.13 IC 95% 1.01-1.26); si osserva inoltre un' associazione con la mortalità per malattie neurologiche (HR=1.50 IC 95% 1.01-2.20). La residenza entro 500 metri dal perimetro del porto risulta associata ad incrementi di rischio di mortalità per tumore al polmone (HR=1.31 IC 95% 1.04-1.66) e malattie neurologiche (HR=1.51 IC 95% 1.05-2.18) (Tabella 6).

Tabella 6 - Associazione tra esposizione a NO_x da traffico e distanza dal porto e mortalità causa-specifica della coorte di Civitavecchia, 1996-2013. Hazard ratios espressi per incrementi lineari pari alla differenza tra 95° e 5° percentile della concentrazione dell'inquinante (12.77 µg/m³) (HRs e IC 95%)

| | n | NO _x da traffico | | Prossimità al porto* | |
|------------------------------------|--------|-----------------------------|-------------|----------------------|-------------|
| | | HR ** | IC 95% | HR *** | IC 95% |
| Mortalità non-accidentale | 13,687 | 0.98 | 0.91 - 1.05 | 1.03 | 0.96 - 1.10 |
| Tumori maligni | 4,427 | 1.13 | 1.01 - 1.26 | 1.11 | 0.99 - 1.25 |
| Stomaco | 294 | 1.05 | 0.68 - 1.63 | 1.39 | 0.89 - 2.17 |
| Colon e retto | 585 | 1.14 | 0.83 - 1.57 | 1.09 | 0.79 - 1.50 |
| Fegato | 291 | 1.22 | 0.79 - 1.88 | 0.99 | 0.63 - 1.54 |
| Pancreas | 240 | 0.86 | 0.50 - 1.47 | 1.05 | 0.65 - 1.68 |
| Laringe | 38 | 1.78 | 0.65 - 4.85 | 0.34 | 0.04 - 2.59 |
| Trachea, bronchi e polmoni | 1,046 | 1.19 | 0.95 - 1.49 | 1.31 | 1.04 - 1.66 |
| Pleura | 29 | 2.53 | 0.82 - 7.75 | 0.61 | 0.14 - 2.63 |
| Vescica | 181 | 0.72 | 0.38 - 1.38 | 1.11 | 0.62 - 1.98 |
| Reni | 103 | 1.83 | 0.96 - 3.52 | 0.29 | 0.09 - 0.95 |
| Cervello e altre parti del SNC | 92 | 1.31 | 0.67 - 2.59 | 0.84 | 0.35 - 2.02 |
| Tessuti linfatici ed ematopoietici | 368 | 1.29 | 0.87 - 1.90 | 1.08 | 0.73 - 1.61 |
| Malattie neurologiche | 341 | 1.50 | 1.01 - 2.20 | 1.51 | 1.05 - 2.18 |
| Malattie cardiovascolari | 5,354 | 0.83 | 0.74 - 0.93 | 0.97 | 0.88 - 1.08 |
| Malattie cardiache | 3,694 | 0.88 | 0.77 - 1.01 | 1.04 | 0.92 - 1.17 |
| Malattia ischemica del cuore | 1,623 | 0.83 | 0.67 - 1.01 | 1.10 | 0.91 - 1.32 |
| Eventi coronarici acuti | 847 | 0.82 | 0.62 - 1.08 | 1.20 | 0.94 - 1.54 |
| Malattie cerebrovascolari | 1,324 | 0.78 | 0.61 - 0.99 | 0.86 | 0.69 - 1.08 |
| Malattie respiratorie | 874 | 1.14 | 0.87 - 1.49 | 0.79 | 0.60 - 1.04 |
| BPCO | 358 | 1.34 | 0.90 - 1.99 | 0.93 | 0.61 - 1.41 |
| Malattie del sistema digestivo | 561 | 0.81 | 0.57 - 1.15 | 1.04 | 0.75 - 1.43 |
| Malattie renali | 242 | 0.85 | 0.49 - 1.48 | 0.91 | 0.56 - 1.50 |

* residenti entro 500m dal porto verso residenti a più di 500m dal porto

** Hazard Ratios aggiustati per età, genere, SEP, regione di nascita, PM₁₀ industriale, prossimità al porto, occupazione

*** Hazard Ratios aggiustati per età, genere, SEP, regione di nascita, PM₁₀ industriale, NO_x da traffico, occupazione

La tabella 7 riporta le stime di associazione tra le categorie occupazionali e la mortalità causa-specifica degli uomini residenti. Le stime sono calcolate tenendo conto delle caratteristiche individuali, del livello socio economico e dell'esposizione ambientale. Prendendo come riferimento i lavoratori del settore terziario, tra i lavoratori del settore edile e dell'agricoltura si evidenzia un eccesso di rischio per mortalità non accidentale (HR=1.14 IC 95% 1.04-1.25 e HR=1.20 IC 95% 1.07-1.34, rispettivamente). Tra gli edili si osserva un eccesso di mortalità per tumori maligni (HR=1.16 IC 95% 1.01-1.34), in particolare per tumore polmonare (HR=1.41 IC 95% 1.11-1.81) e per malattie respiratorie (HR=1.47 IC 95% 1.01-2.14). Tra i lavoratori del cementificio si osserva un eccesso di mortalità per tumore del rene (HR=3.74 IC 95% 1.26-11.08). Per tutte le altre categorie professionali non si osservano associazioni con la mortalità generale o per tumori totali ma emergono associazioni per singole cause di morte, ad esempio: tra gli agricoltori si osservano eccessi per malattie cardiovascolari (HR=1.24 IC 95% 1.03-1.51), respiratorie (HR=1.61 IC 95% 1.00-2.59) e dell'apparato digerente (HR=2.13 IC 95% 1.19-3.81); tra i portuali si osserva un aumento del rischio di mortalità per tumore della laringe (HR=2.13 IC 95% 1.19-3.81); mentre il settore trasporti è associato a tumori del sistema linfatico ed ematopoietico (HR=2.24 IC 95% 1.12-4.46) e a malattie neurologiche (HR=2.13 IC 95% 1.19-3.81). Ovviamente tutte queste associazioni vanno considerate con cautela dati i confronti multipli effettuati e la ridotta numerosità di alcune categorie lavorative.

Tabella 7. Associazione tra categorie professionali di esposizione (riferimento lavoratori del settore terziario) e mortalità causa-specifica della coorte di Civitavecchia, 1996-2013. (HRs e IC 95%)

| | n | Edilizia | | Prodotti per l'edilizia (cementificio) | | Agricoltura | | Costruzioni meccaniche | | Siderurgia e metallurgia | | Portuali | | Transporti | | Elettricità e gas | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------|--------|--|--------|-------------|--------|------------------------|--------|--------------------------|--------|----------|--------|------------|--------|-------------------|--------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | HR | IC 95% | | | | | | | | |
| Mortalità non-accidentale | 6,830 | 1.14 | 1.04 | 1.25 | 0.81 | 0.66 | 0.98 | 1.20 | 1.07 | 1.34 | 0.93 | 0.80 | 1.09 | 0.92 | 0.73 | 1.17 | 1.04 | 0.91 | 1.19 | 1.14 | 0.97 | 1.34 | 0.91 | 0.78 | 1.07 |
| Tumori maligni | 2,561 | 1.16 | 1.01 | 1.34 | 0.78 | 0.57 | 1.06 | 1.09 | 0.91 | 1.31 | 0.85 | 0.67 | 1.08 | 1.03 | 0.74 | 1.44 | 0.94 | 0.77 | 1.15 | 1.08 | 0.85 | 1.37 | 1.02 | 0.81 | 1.28 |
| Stomaco | 156 | 1.53 | 0.89 | 2.63 | 1.16 | 0.40 | 3.35 | 1.63 | 0.85 | 3.15 | 1.23 | 0.53 | 2.85 | 0.90 | 0.21 | 3.79 | 1.11 | 0.50 | 2.46 | 0.90 | 0.32 | 2.59 | 1.35 | 0.58 | 3.10 |
| Colon e retto | 304 | 0.76 | 0.49 | 1.17 | 0.65 | 0.26 | 1.62 | 0.58 | 0.34 | 1.00 | 0.67 | 0.32 | 1.42 | 0.65 | 0.20 | 2.10 | 0.48 | 0.24 | 0.95 | 1.08 | 0.55 | 2.11 | 1.06 | 0.57 | 1.97 |
| Fegato | 171 | 1.06 | 0.62 | 1.81 | 0.46 | 0.11 | 1.92 | 0.59 | 0.27 | 1.30 | 1.21 | 0.57 | 2.54 | 1.31 | 0.46 | 3.74 | 1.01 | 0.49 | 2.10 | 1.46 | 0.67 | 3.15 | 1.15 | 0.53 | 2.49 |
| Pancreas | 113 | 0.95 | 0.47 | 1.90 | 0.70 | 0.16 | 2.99 | 0.97 | 0.44 | 2.14 | 0.20 | 0.03 | 1.45 | 1.53 | 0.46 | 5.13 | 1.02 | 0.44 | 2.40 | 0.23 | 0.03 | 1.73 | 1.79 | 0.83 | 3.83 |
| Laringe | 32 | 1.70 | 0.55 | 5.27 | 1.18 | 0.14 | 9.81 | 1.99 | 0.40 | 9.89 | 0.79 | 0.09 | 6.71 | 0.00 | | | 6.08 | 1.10 | 33.66 | 0.00 | | | | | |
| Trachea, bronchi e polmoni | 828 | 1.41 | 1.11 | 1.81 | 0.98 | 0.59 | 1.62 | 1.30 | 0.95 | 1.77 | 0.83 | 0.54 | 1.28 | 1.06 | 0.58 | 1.91 | 1.08 | 0.76 | 1.53 | 1.04 | 0.68 | 1.59 | 1.00 | 0.66 | 1.51 |
| Pleura | 26 | 0.50 | 0.13 | 1.96 | 0.00 | | | 0.00 | | | 1.33 | 0.27 | 6.53 | 1.15 | 0.14 | 9.43 | 1.88 | 0.44 | 8.06 | 0.00 | | | 2.87 | 0.85 | 9.70 |
| Vescica | 139 | 1.10 | 0.59 | 2.07 | 0.30 | 0.04 | 2.23 | 0.87 | 0.37 | 2.02 | 0.67 | 0.20 | 2.26 | 1.60 | 0.48 | 5.38 | 0.79 | 0.31 | 2.06 | 0.55 | 0.13 | 2.33 | 0.98 | 0.34 | 2.86 |
| Reni | 61 | 0.52 | 0.18 | 1.56 | 0.374 | 1.26 | 11.08 | 0.83 | 0.27 | 2.56 | 1.22 | 0.34 | 4.40 | 1.07 | 0.14 | 8.35 | 0.79 | 0.21 | 2.97 | 1.54 | 0.43 | 5.48 | 0.42 | 0.05 | 3.25 |
| Cervello e altre parti del SNC | 47 | 0.84 | 0.28 | 2.50 | 0.00 | | | 0.60 | 0.12 | 3.00 | 1.12 | 0.30 | 4.13 | 1.07 | 0.13 | 8.49 | 1.00 | 0.26 | 3.87 | 0.00 | | | 0.46 | 0.06 | 3.58 |
| Tessuti linfatici ed ematopoietici | 211 | 1.09 | 0.65 | 1.84 | 0.76 | 0.23 | 2.51 | 1.55 | 0.83 | 2.88 | 0.47 | 0.14 | 1.54 | 1.21 | 0.37 | 3.98 | 1.28 | 0.63 | 2.60 | 2.24 | 1.12 | 4.46 | 0.83 | 0.32 | 2.13 |
| Malattie neurologiche | 138 | 0.98 | 0.49 | 1.98 | 1.53 | 0.51 | 4.58 | 0.99 | 0.43 | 2.24 | 0.29 | 0.04 | 2.14 | 0.68 | 0.09 | 5.15 | 0.78 | 0.28 | 2.18 | 2.71 | 1.13 | 6.51 | 0.52 | 0.12 | 2.23 |
| Malattie cardiovascolari | 2,487 | 0.97 | 0.82 | 1.15 | 0.66 | 0.46 | 0.95 | 1.24 | 1.03 | 1.51 | 1.04 | 0.79 | 1.36 | 0.88 | 0.58 | 1.35 | 1.15 | 0.92 | 1.44 | 1.30 | 0.99 | 1.70 | 0.84 | 0.63 | 1.11 |
| Malattie cardiache | 1,755 | 1.02 | 0.84 | 1.24 | 0.69 | 0.45 | 1.05 | 1.24 | 0.98 | 1.55 | 1.02 | 0.74 | 1.40 | 1.13 | 0.72 | 1.77 | 1.17 | 0.90 | 1.52 | 1.23 | 0.88 | 1.70 | 0.85 | 0.61 | 1.19 |
| Malattia ischemica del cuore | 941 | 1.16 | 0.90 | 1.50 | 0.52 | 0.27 | 0.99 | 1.30 | 0.96 | 1.76 | 0.83 | 0.52 | 1.30 | 1.00 | 0.54 | 1.86 | 1.07 | 0.75 | 1.53 | 1.16 | 0.75 | 1.81 | 0.87 | 0.57 | 1.35 |
| Eventi coronarici acuti | 524 | 1.19 | 0.85 | 1.67 | 0.67 | 0.31 | 1.46 | 1.36 | 0.91 | 2.04 | 1.00 | 0.59 | 1.70 | 0.61 | 0.22 | 1.66 | 1.08 | 0.68 | 1.72 | 1.42 | 0.84 | 2.40 | 0.90 | 0.52 | 1.57 |
| Malattie cerebrovascolari | 548 | 1.01 | 0.71 | 1.45 | 0.63 | 0.29 | 1.37 | 1.30 | 0.86 | 1.98 | 1.18 | 0.65 | 2.15 | 0.40 | 0.10 | 1.63 | 1.03 | 0.63 | 1.69 | 1.40 | 0.79 | 2.48 | 1.05 | 0.59 | 1.86 |
| Malattie respiratorie | 466 | 1.47 | 1.01 | 2.14 | 0.85 | 0.40 | 1.79 | 1.61 | 1.00 | 2.59 | 1.46 | 0.81 | 2.64 | 0.88 | 0.32 | 2.45 | 1.03 | 0.59 | 1.77 | 1.27 | 0.64 | 2.49 | 0.90 | 0.44 | 1.81 |
| BPCO | 211 | 1.24 | 0.73 | 2.12 | 0.40 | 0.09 | 1.67 | 1.34 | 0.69 | 2.59 | 1.02 | 0.39 | 2.65 | 0.86 | 0.20 | 3.63 | 0.99 | 0.46 | 2.14 | 1.54 | 0.64 | 3.74 | 1.51 | 0.69 | 3.30 |
| Malattie del sistema digestivo | 269 | 1.24 | 0.78 | 1.98 | 1.18 | 0.49 | 2.81 | 2.13 | 1.19 | 3.81 | 0.80 | 0.37 | 1.72 | 1.40 | 0.55 | 3.57 | 1.65 | 0.89 | 3.05 | 0.16 | 0.02 | 1.14 | 0.48 | 0.17 | 1.35 |
| Malattie renali | 116 | 1.55 | 0.73 | 3.26 | 2.04 | 0.73 | 5.70 | 0.60 | 0.24 | 1.50 | 0.71 | 0.16 | 3.09 | 0.00 | | | 0.70 | 0.25 | 1.99 | 0.00 | | | 0.95 | 0.28 | 3.28 |

Hazard Ratios aggiustati per età, genere, SEP, regione di nascita, PM₁₀ industriale, NO_x da traffico, prossimità al porto

5. DISCUSSIONE

Principali risultati

Questo studio ha valutato gli effetti dello stato socio-economico e delle esposizioni ambientali ed occupazionali sulla mortalità della popolazione residente nell'area di Civitavecchia. La valutazione dell'esposizione agli inquinanti ambientali è stata effettuata usando tecniche basate sui modelli di dispersione nell'ipotesi che il rischio di morte sia maggiore dove le passate concentrazioni stimate alla residenza erano più elevate.

L'analisi per posizione socioeconomica dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia ha evidenziato un eccesso di rischio di mortalità per malattie cardiorespiratorie tra i residenti in aree economicamente più svantaggiate (SEP basso e medio basso) rispetto ai residenti in aree con SEP elevato (al netto dell'effetto della concomitante esposizione ambientale ed occupazionale). Tale dato è coerente con la letteratura scientifica più recente che ha evidenziato importanti differenziali sociali nella mortalità.

Considerando l'esposizione complessiva a PM10 da fonti industriali, nella popolazione più esposta si è osservato un aumento del rischio della mortalità per cause naturali, per cause tumorali, e per malattie cardiocircolatorie. Tra le sedi tumorali sono risultati in eccesso il tumore del pancreas, della pleura e del rene. Considerando le singole fonti industriali, le emissioni della centrale di Fiumaretta e del cementificio sono risultate associate ai tumori del tessuto linfoematopoietico e, solo per il cementificio, al tumore del polmone.

L'esposizione a NO_x da traffico è risultata associata alla mortalità per tumori totali e per malattie neurologiche. La residenza nell'area del porto di Civitavecchia è associata ad un chiaro aumento della mortalità per tumore del polmone. Tutti gli effetti sono stati stimati tenendo conto delle caratteristiche individuali, del livello socio-economico e dell'esposizione occupazionale dei residenti.

L'effetto dell'esposizione occupazionale sulla mortalità causa specifica è stato studiato tra gli uomini residenti nel comprensorio di Civitavecchia. Sono emerse delle associazioni chiare per gli addetti all'edilizia - per i quali si è osservato un eccesso di mortalità per tumori maligni, in particolare per tumore polmonare e per malattie respiratorie - e per gli agricoltori con eccessi per malattie cardiovascolari, respiratorie e dell'apparato digestivo. Queste associazioni sono state stimate tenendo conto delle caratteristiche individuali, del livello socio-economico e dell'effetto concomitante delle fonti di inquinamento ambientale dei residenti.

Indicazioni di letteratura

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stima che l'inquinamento atmosferico ambientale sia responsabile nel mondo di circa 3.7 milioni di decessi all'anno, 800.000 solo in Europa; esso è responsabile di 6.3 milioni di anni di vita persi e del 3% della mortalità cardio-respiratoria. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro dell'OMS ha recentemente stabilito che esistono prove sufficienti della cancerogenicità del particolato atmosferico (PM₁₀ e PM_{2.5}) in particolare per il cancro del polmone. L'associazione tra inquinamento, tumori, malattie cardiovascolari e respiratorie è stato osservato in numerosi studi¹⁶⁻¹⁸ ed è stato ben documentato dall'OMS (REVIHAAP, 2013). Il riscontro di effetti sanitari derivanti da inquinamento atmosferico di origine industriale a Civitavecchia è dunque ben supportato da dati di letteratura e da fonti scientifiche autorevoli.

Nella coorte dei residenti a Civitavecchia è emersa anche una associazione tra concentrazioni di NO_x da traffico stradale ed aumentato rischio di mortalità tumorale e per malattie neurologiche. Esistono numerose evidenze circa l'effetto dell'esposizione cronica agli inquinanti da traffico come gli ossidi d'azoto (NO_x) o le particelle che vengono emesse dai veicoli¹⁹⁻²². Più di recente, si sono accumulate evidenze che suggeriscono che l'inquinamento dovuto al traffico può avere effetti negativi anche sul sistema nervoso centrale²³. Un recente studio caso-controllo condotto in Danimarca ha evidenziato un'associazione tra NO₂ da traffico e insorgenza di Parkinson²⁴.

Gli incrementi di rischio osservati relativamente alla mortalità per tumore del polmone e mortalità per malattie neurologiche tra i residenti entro 500 metri dal porto suggeriscono un effetto nocivo derivante dall'inquinamento causato dalle emissioni portuali e dalla possibile esposizione passata ad amianto tra i residenti in prossimità del porto²⁵. E' chiaro che su questo ultimo aspetto devono essere condotti ulteriori approfondimenti, specie relative alla contaminazione del passato in prossimità del porto.

L'elevata incidenza/mortalità per tumore della pleura era già noto nell'area di Civitavecchia; infatti, il COR del Lazio, che svolge attività di sorveglianza dei mesoteliomi maligni incidenti nel Lazio dal 2001, documenta un tasso di incidenza di mesotelioma pleurico pari a 5.3 x 100,000 residenti, nel periodo 2001-2014, di gran lunga più elevato del tasso regionale. Dal 2001 nell'aera di Civitavecchia sono stati documentati 26 casi incidenti di mesotelioma: 10 dovuti a documentata esposizione professionale, 4 con probabile esposizione occupazionale, 3 con possibile esposizione occupazionale e 9 per esposizioni non-occupazionali (classificazione secondo le linee guida ReNaM). L'esposizione ad amianto potrebbe in parte spiegare l'eccesso di rischio per tumore del polmone trovato in questo studio tra i residenti in prossimità del porto e l'associazione tra esposizione a PM₁₀ di origine industriale ed eccesso di mortalità per tumore alla pleura²⁶.

Le concentrazioni di PM₁₀ industriale, usate come misura dell'esposizione all'indirizzo di residenza di tutti i membri della coorte, sono state stimate utilizzando un modello di dispersione sulla base del presupposto che le emissioni dai camini delle industrie non si diffondono in modo uniforme in tutto l'area ma dipendono anche dai venti prevalenti e dall'orografia del territorio. Le concentrazioni di PM₁₀ sono state stimate usando i valori emissivi autorizzati al 1988. È importante enfatizzare che l'associazione tra PM₁₀ di origine industriale e NO_x da traffico, e gli eccessi di mortalità causa specifica si riferiscono a livelli di concentrazione degli inquinanti al di sotto dei livelli standard per la qualità dell'aria previsti dalla normativa Europea e nazionale.

L'associazione tra esposizione occupazionale e alcune cause di morte conferma quanto già noto in letteratura. Uno studio sui lavoratori edili²⁷ aveva evidenziato un incremento del rischio di morte per tumori del polmone e del tratto respiratorio. Un altro studio condotto sui lavoratori del settore delle costruzioni negli Stati Uniti²⁸ sottolineava significativi eccessi di mortalità per tutti i tumori e uno studio caso-controllo canadese evidenziava eccessi di rischio tra gli operai del settore edile rispetto agli operai di altri settori. Per i lavoratori del settore agricolo sono noti eccessi di rischio per tumori e malattie degli apparati circolatorio, digestivo e respiratorio²⁹⁻³⁴. L'aumentato rischio di mortalità per tumore del polmone e della pleura era già stato descritto nella coorte dei lavoratori del porto di Civitavecchia⁵.

Punti di forza e limiti

Il punto di forza di questo lavoro è la dimensione della coorte (71,362 residenti) e il disegno di studio longitudinale adottato. I risultati sono stati aggiustati per diversi fattori di confondimento: età, luogo di nascita, posizione socio-economico e variabili legate al contesto ambientale e occupazionale. Sono tuttavia da considerare alcuni aspetti critici. I modelli espositivi sono relativi al 1988 per la parte industriale perché dati per il passato erano disponibili solo per quell'anno; in realtà ci sono state variazioni temporali nelle emissioni che non abbiamo potuto considerare. Lo studio ha considerato con molta attenzione la matrice aria, ma non si può escludere un inquinamento a carico delle matrici acqua e suolo che per via alimentare può comunque arrivare all'uomo. Le concentrazioni di inquinanti stimati presso la residenza delle persone possono non rappresentare adeguatamente la reale esposizione, perché le persone non sono sempre nella loro abitazione, e questo studio non include tutte le informazioni riguardanti le attività quotidiane e il lavoro degli individui della coorte. Non è stato possibile controllare per i fattori di rischio individuali: il fumo di sigarette, l'alcol, l'attività fisica e l'obesità. Tuttavia è importante osservare che molte delle abitudini personali elencate sono associate allo stato sociale. È ragionevole dunque ritenere che la correzione effettuata nell'analisi statistica per gli indicatori di stato socio-economico abbia anche contribuito a tener conto delle variabili individuali non misurabili sperimentalmente.

In questo studio, tutti gli eccessi di mortalità segnalati sono significativi dal punto di vista statistico, ed è difficile attribuire quanto osservato all'effetto del caso. Nello studio gli esiti sono stati selezionati sulla base delle conoscenze disponibili sul tema inquinamento industriale e salute delle popolazioni residenti, difficile dunque che i risultati osservati siano dipendenti dall'elevato numero di confronti effettuati (*multiple testing*). Nello studio sono stati considerati in dettaglio i più importanti fattori di confondimento, quali il livello socio economico dell'area di residenza e l'esposizione occupazionale. Tuttavia, l'alta correlazione esistente tra le esposizioni derivanti dalle fonti di pressione ambientale presenti in questo territorio (legata alla vicinanza geografica degli impianti) limita di molto la possibilità di attribuire, con ragionevole certezza, gli effetti osservati ad una fonte specifica.

Conclusioni

Gran parte degli eccessi di mortalità osservati nella coorte dei residenti nel comprensorio di Civitavecchia nei sottogruppi più esposti agli inquinanti di origine industriale sono coerenti con le indicazioni della letteratura scientifica sugli effetti dell'inquinamento atmosferico (mortalità generale, per tumori, per malattie cardiovascolari) e sulla base delle evidenze scientifiche disponibili è possibile suggerire un nesso di causalità. Il comprensorio ha dunque subito effetti sulla salute della popolazione residente ascrivibili ad esposizioni ambientali ed occupazionali avvenute nel passato. Tali effetti si sommano ad importanti differenziali sociali nella mortalità riscontrati nell'area. Proprio perché lo stato di salute risulta oggi compromesso a seguito di esposizioni ambientali dei decenni trascorsi, è indispensabile attuare oggi le misure di prevenzione primaria limitando la esposizione della popolazione a tutte le fonti inquinanti presenti sul territorio legate agli impianti energetici, al riscaldamento, al traffico stradale e al traffico marittimo.

BIBLIOGRAFIA

1. Osservatorio ambientale centrale termoelettrica ENEL Civitavecchia Torrevaldaliga Nord, Rapporto 2010.
2. Osservatorio ambientale centrale termoelettrica ENEL Civitavecchia Torrevaldaliga Nord, Rapporto 2011.
3. Osservatorio ambientale centrale termoelettrica ENEL Civitavecchia Torrevaldaliga Nord, Rapporto 2012.
4. http://www.istitutodistruzioneuperiore.191.it/arch_ind/cementificio.htm. (ultimo accesso 26-04-2016)
5. Bonassi S, Ceppi M, Puntoni R, Valerio F, Vercelli M, Belli S, Biocca M, Comba P, Ticchiarelli L, Mariotti F, et al. Mortality studies of dockyard workers (longshoremen) in Italy. *Am. J. Ind. Med.* 7, 219–27 (1985).
6. Rapiti, E. et al. A mortality cohort study of seamen in Italy. *Am. J. Ind. Med.* 21, 863–872 (1992).
7. Forastiere, F. et al. Respiratory cancer mortality among workers employed in thermoelectric power plants. *Scan.J.Work Environ.Health* 15, 383–386 (1989).
8. Forastiere, F. et al. Effects of Environment and Passive Smoking on the Respiratory Health of Children. *Int. J. Epidemiol.* 21, 66–73 (1992).
9. Forastiere, F. et al. Bronchial responsiveness in children living in areas with different air pollution levels. *Arch. Environ. Health* 49, 111–118 (1994).
10. Fano, V. et al. Occupational and environmental exposures and lung cancer in an industrialised area in Italy. *Occup. Environ. Med.* 61, 757–763 (2004).
11. Fano, V. et al. Mortalità e ricoveri ospedalieri nell'area industriale di Civitavecchia, 1997-2004. *Epidemiol. Prev.* 30, 221–226 (2006).
12. Barbera C, Petrucci G, Pomponi G, Censimento delle sorgenti di emissione e calcolo degli inquinanti emessi in atmosfera nel comprensorio di Civitavecchia Tarquinia e Santa Marinella durante l'anno 1988. Rapporto SEPA.
13. ARIANET Srl. SPRAY. www.aria-net.it/front/IT/codici/files/10.pdf.
14. RAMS. at <<http://rams.atmos.colostate.edu/rams-description.html>> (ultimo accesso 26-04-2016)
15. Cesaroni, G., Agabiti, N., Rosati, R., Forastiere, F. & Perucci, C. A. Un indicatore sintetico di posizione socioeconomica basato sui dati del censimento 2001 per la città di Roma. *Epidemiol. Prev.* 30, 352–357 (2006).
16. Cui, P., Huang, Y., Han, J., Song, F. & Chen, K. Ambient particulate matter and lung cancer incidence and mortality: a meta-analysis of prospective studies. *Eur. J. Public Health* 25, 324–9 (2015).
17. Hamra, G. B. et al. Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Environ. Health Perspect.* 122, 906–11 (2014).
18. Pope, C. A. et al. Cardiovascular Mortality and Long-Term Exposure to Particulate Air Pollution: Epidemiological Evidence of General Pathophysiological Pathways of Disease. *Circulation* 109, 71–77 (2004).
19. Beelen, R. et al. Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR study). *Environ. Health Perspect.* 116, 196–202 (2008).
20. Beelen, R. et al. Long-term Exposure to Air Pollution and Cardiovascular Mortality: An Analysis of 22 European Cohorts. *Epidemiology* 25, 368–378 (2014).
21. Cesaroni, G. et al. Long-term exposure to urban air pollution and mortality in a cohort of

-
- more than a million adults in Rome. *Environ. Health Perspect.* 121, 324–331 (2013).
22. Dimakopoulou, K. et al. Air Pollution and Non-malignant Respiratory Mortality in 16 Cohorts within the ESCAPE Project. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 189, 684–96 (2014).
 23. Levesque, S., Surace, M. J., McDonald, J. & Block, M. L. Air pollution & the brain: Subchronic diesel exhaust exposure causes neuroinflammation and elevates early markers of neurodegenerative disease. *J. Neuroinflammation* 8, 105 (2011).
 24. Ritz, B. et al. Traffic-Related Air Pollution and Parkinson's Disease in Denmark: A Case-Control Study. *Environ. Health Perspect.* (2015). doi:10.1289/ehp.1409313
 25. Moolgavkar SH, Chang ET, Luebeck G, Lau EC, Watson HN, Crump KS, Boffetta P, M. R. Diesel engine exhaust and lung cancer mortality: time-related factors in exposure and risk. *Risk Anal.* 35, 663–75 (2005).
 26. Romeo, E., Ancona, L., Bauleo, L., et al. Incidenza di mesotelioma nel Lazio Rapporto sulle attività del COR Lazio Tumori professionali , 2015. <http://deplazio.net/it/tumori-professionali> (2015).
 27. Rachiotis, G., Drivas, S., Kostikas, K., Makropoulos, V. & Hadjichristodoulou, C. Respiratory tract mortality in cement workers: a proportionate mortality study. *BMC Pulm. Med.* 12, 30 (2012).
 28. Ringen, K. et al. Mortality of older construction and craft workers employed at department of energy (DOE) nuclear sites: Follow-up through 2011. *Am. J. Ind. Med.* 58, 152–167 (2015).
 29. Fragar, L., Depczynski, J. & Lower, T. Mortality patterns of Australian male farmers and farm managers. *Aust. J. Rural Health* 19, 179–184 (2011).
 30. Meyer, A., Chrisman, J., Moreira, J. C. & Koifman, S. Cancer mortality among agricultural workers from Serrana Region, state of Rio de Janeiro, Brazil. *Environ. Res.* 93, 264–271 (2003).
 31. Sanchez Chaparro, M. A. et al. High cardiovascular risk in Spanish workers. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 21, 231–236 (2011).
 32. Linaker, C. & Smedley, J. Respiratory illness in agricultural workers. *Occup. Med. (Lond).* 52, 451–459 (2002).
 33. Hoppin, J. A. et al. Respiratory disease in United States farmers. *Occup. Environ. Med.* 71, 484–91 (2014).
 34. Ye, M., Beach, J., Martin, J. W. & Senthilselvan, A. Occupational pesticide exposures and respiratory health. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 10, 6442–6471 (2013).

Appendice 1:

Cause di morte analizzate e relativi codici ICD IX

| CAUSE (ICD IX) |
|--|
| Mortalità naturale (001-799) |
| Tumori maligni (140-208) |
| Stomaco (151) |
| Colon e retto (153-154; 159) |
| Fegato (155-156) |
| Pancreas (157) |
| Laringe (161) |
| Trachea, bronchi e polmoni (162) |
| Pleura (163) |
| Vescica (188) |
| Reni (189) |
| Cervello e altre parti del SNC (191-192; 225) |
| Tessuti linfatici ed ematopoietici (200-208) |
| Malattie neurologiche (330-349) |
| Malattie cardiovascolari (390-459) |
| Malattie cardiache (390-429) |
| Malattia ischemica del cuore (410-414) |
| Eventi coronarici acuti (410-411) |
| Malattie cerebrovascolari (430-438) |
| Malattie respiratorie (460-519) |
| Bronco Pneumopatia Cronico Ostruttiva - BPCO (490-492, 494, 496) |
| Malattie del sistema digestivo (520-579) |
| Malattie renali (580-599) |

Appendice 2 - Guida alla lettura delle tabelle

Calcolo dell'Hazard Ratio (HR) e sua interpretazione

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

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

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