

Secondary particulate matter originating from an industrial source and its impact on population health

Int. J. Environ. Res. Public Health 2015, 12(7), 7667-7681

Cristina Mangia, Marco Cervino, Emilio Gianicolo

Dott.ssa Cristina Mangia

Ricercatrice dell'Istituto di Scienze dell'atmosfera e del Clima del Consiglio Nazionale delle Ricerche

Indagine conoscitiva sugli effetti dell'inquinamento ambientale sull'incidenza dei tumori, delle malformazioni fetoneonatali ed epigenetica

**Senato della Repubblica, Commissione Igiene e Sanità
Roma, 22 Luglio 2015**

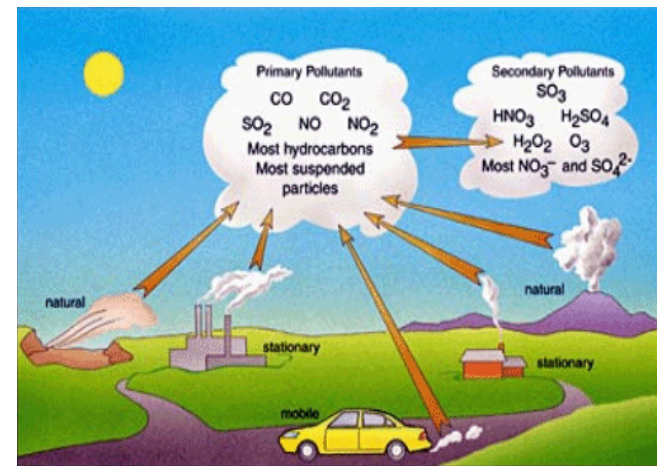
Contesto della ricerca

- ❑ Effetti del particolato sulla salute umana
- ❑ Risk assessment impianti industriali
- ❑ Valutazione dell'impatto del particolato secondario

Il particolato atmosferico

□ il **particolato primario**, emesso direttamente dalla sorgente;

□ il **particolato secondario**, che si forma in atmosfera per effetto di reazioni chimiche fra ossidi di azoto e ossidi di zolfo emessi dalla sorgente stessa con altre sostanze presenti nell'atmosfera.



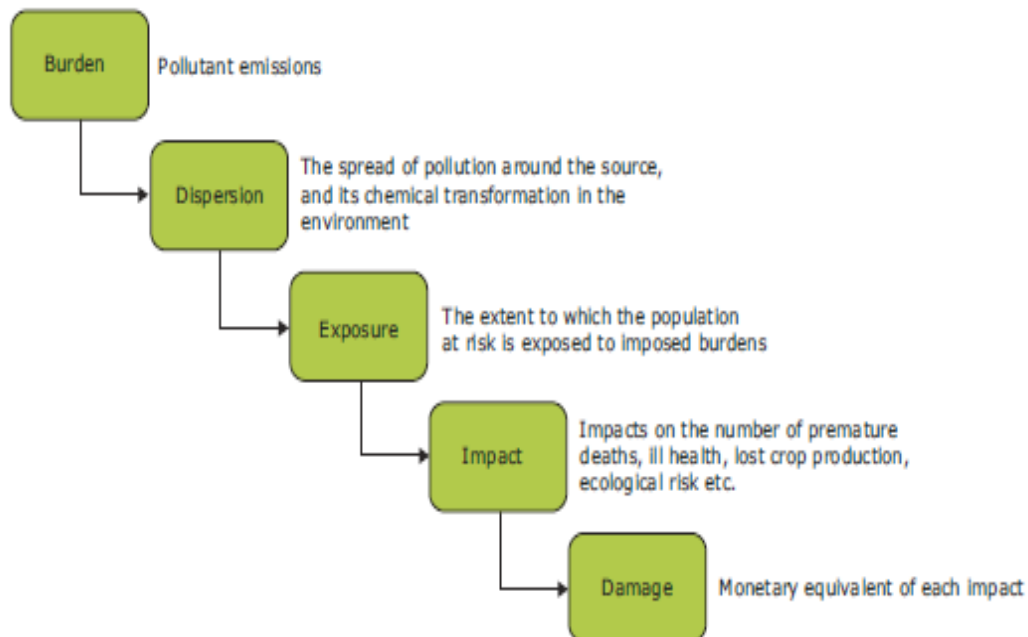
Types and sources of air pollutants

Domande di ricerca

- ❑ Quanto è rilevante il particolato secondario emesso da una sorgente industriale?
- ❑ E' necessario includerlo nelle valutazioni ambientali e sanitarie?

Metodologia

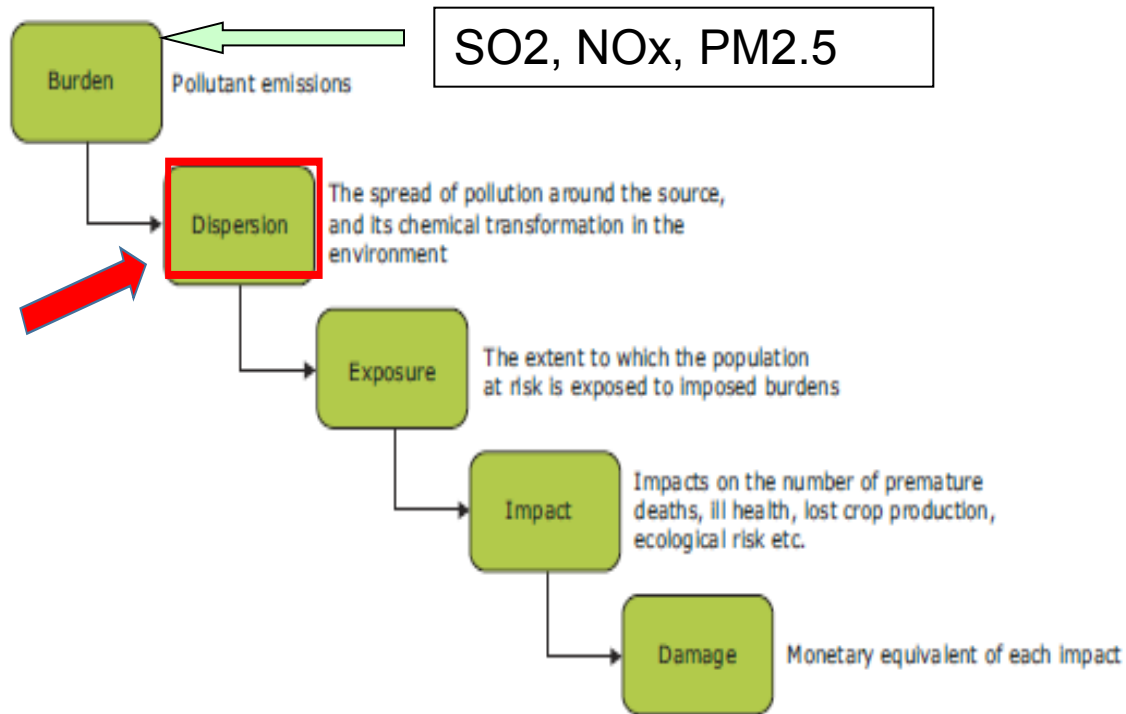
Figure 2.1 The impact pathway approach



(European Environmental Agency, 2011)

Dove si inserisce il nostro lavoro (1/2)

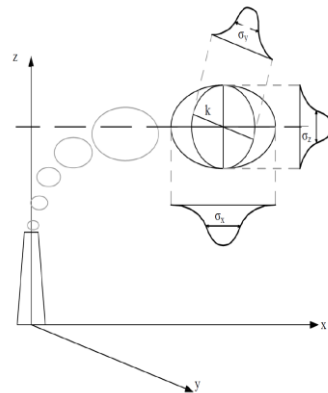
Figure 2.1 The impact pathway approach



Modellistica della dispersione CALMET/CALPUFF (Scire et al .2000)

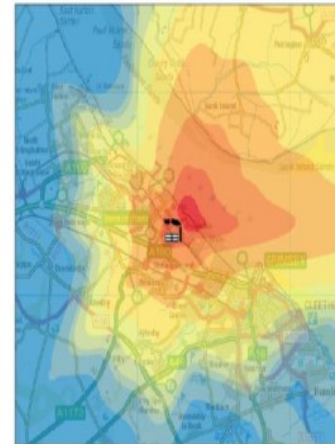


Calmet/Calpuff
(EPA, 2012; Lopez,
2005; Levy et
al.2002,2003.....
Mangia, 2014)

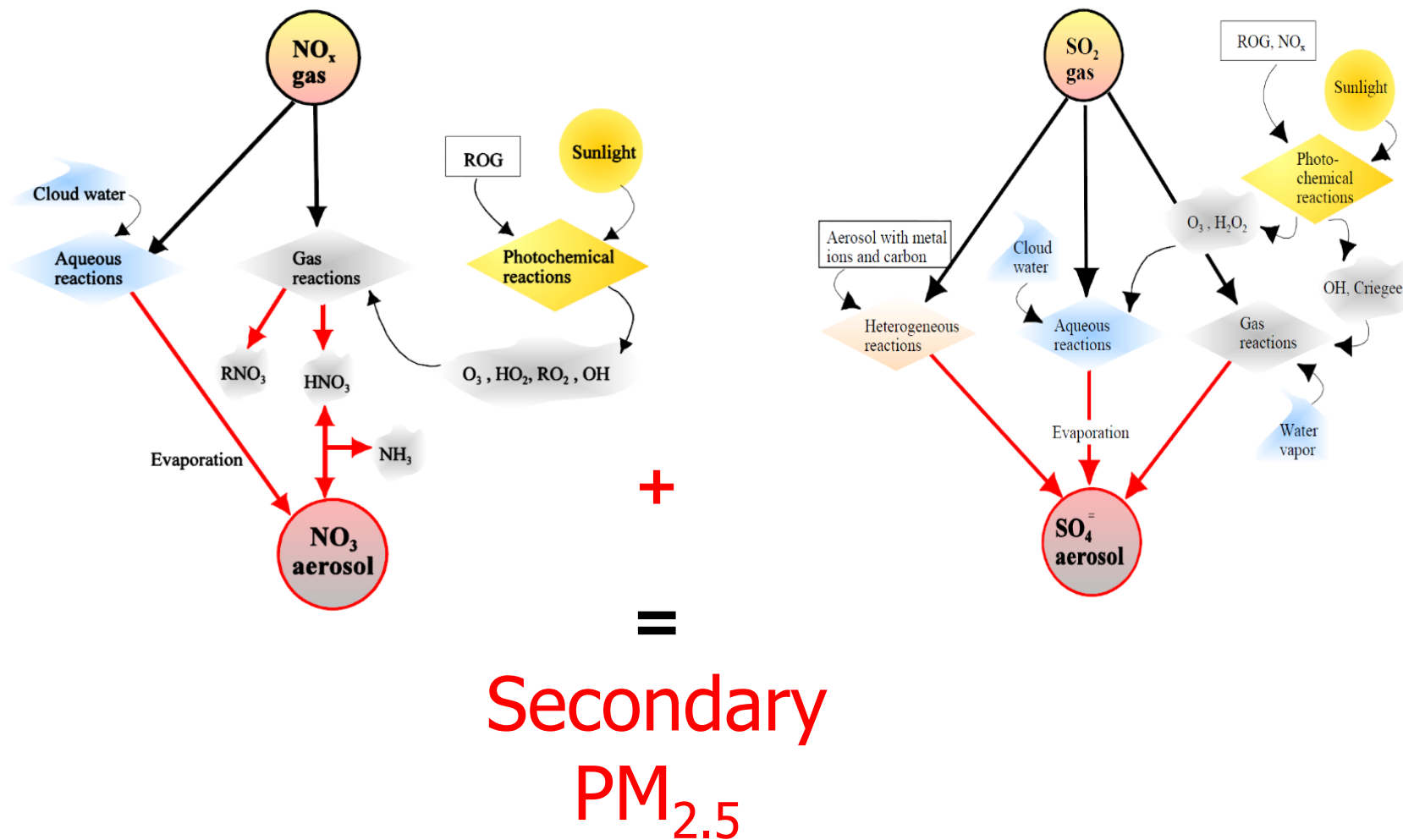


De Hoog, 2015

Modelled
concentration of
PM_{2.5}



Meccanismo di formazione del secondario inorganico (Scire et al .2000)



Il caso di studio: Centrale a carbone Enel Brindisi Sud



Power plant characteristics

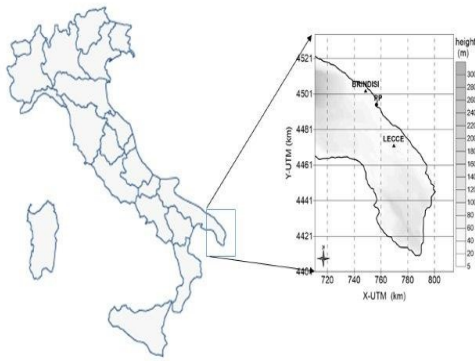
4 x 660 MW groups
6,000,000 t/y of coal burned
10,000 t/y of heavy fuel oil

Emissions (2006)

10,000 t/y SO₂
9,282 t/y NO₂

The study area characteristics

105 x 135 km²
120 municipalities
1,2 million individuals
10,000 deaths



Simulation period

Year 2006

Risultati simulazioni PM_{2.5} primario

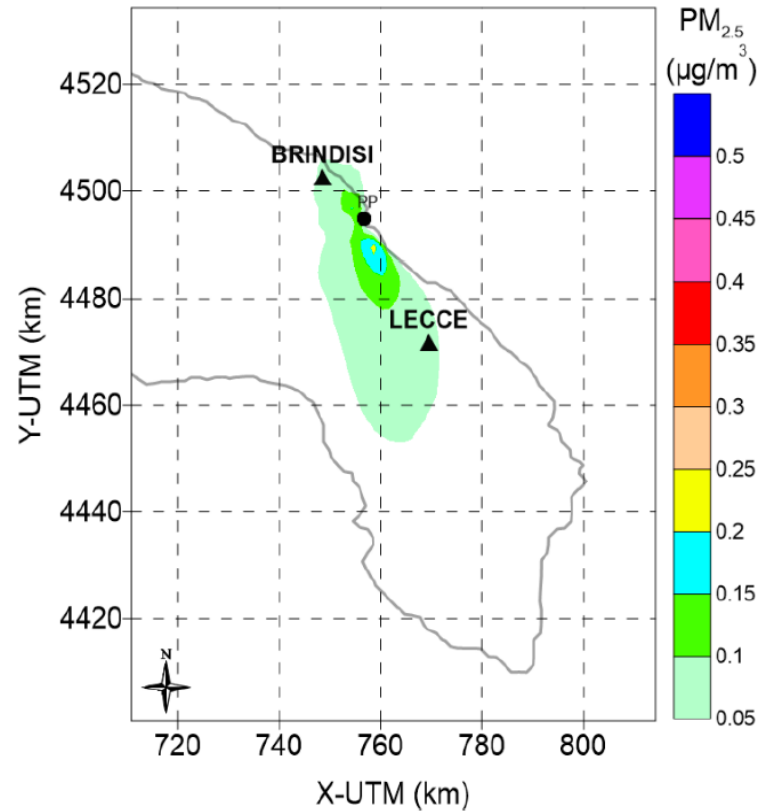


Figure 2. Estimated annual average primary PM_{2.5} concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Year 2006.

Risultati simulazioni PM_{2.5} secondario

Table 2. Characteristics of different Calpuff runs for the estimation of secondary particulate matter (PM_{2.5}) emitted by the coal power plant located in Brindisi (Italy). Year 2006.

Run	O ₃ (ppb)	NH ₃ (ppb)	Chemical Mechanism
A1	80	10	MESOPUFF
B1	Monitored data	10	MESOPUFF
C1	Monitored data	5	MESOPUFF
A2	80	10	RIVAD/ARM3
B2	Monitored data	10	RIVAD/ARM3
C2	Monitored data	5	RIVAD/ARM3

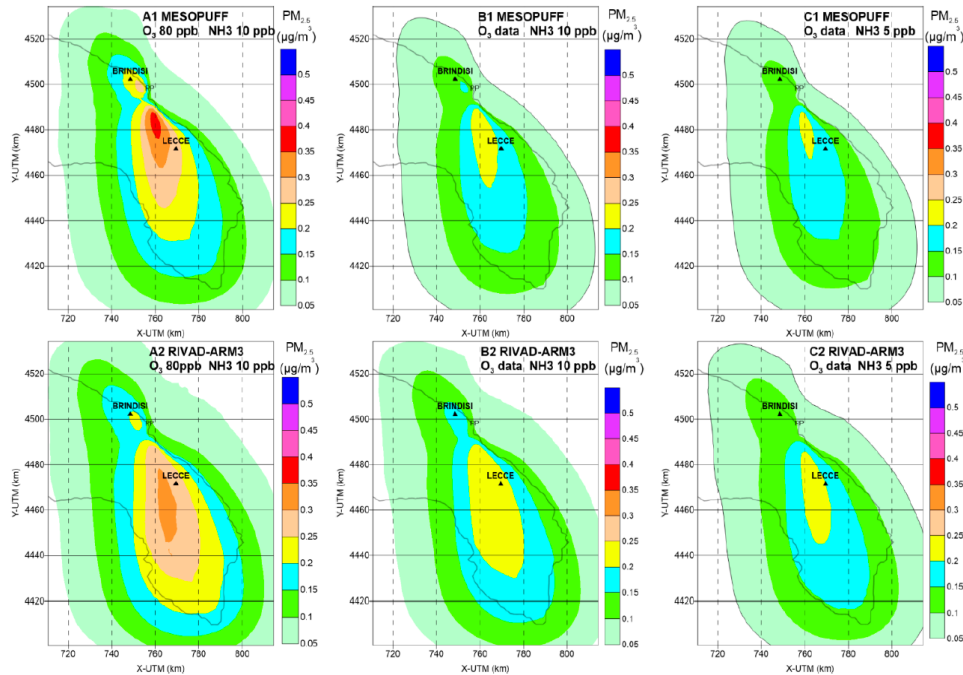


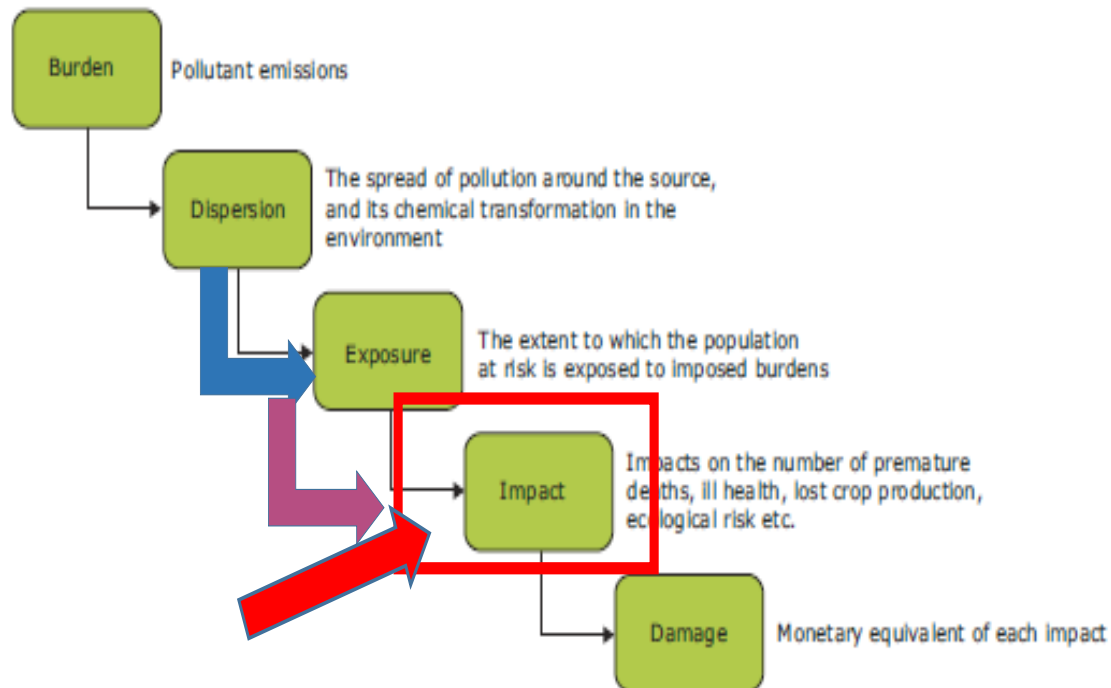
Figure 3. Estimated annual average secondary PM_{2.5} concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for different Calpuff runs. Year 2006.

Considerazioni (1/2)

- ❑ Le zone a sud-est della centrale sono, in media in un anno, quelle più esposte alle emissioni della centrale. I valori massimi di concentrazione sono inferiori a $0,5 \text{ microg/m}^3$ sia per il $\text{PM}_{2.5}$ primario sia per il $\text{PM}_{2.5}$ secondario.
- ❑ L'area popolata interessata dalla persistenza di particolato secondario è molto più vasta di quella interessata dal particolato primario.
- ❑ Il particolato primario ha il suo massimo di concentrazione ad una distanza di circa sei chilometri dalla centrale. Al contrario, a seconda delle scelte assunte nel calcolo, le diverse stime per il particolato secondario prevedono che il massimo di concentrazione giunga ad una distanza tra i dieci e i trenta chilometri dalla stessa centrale.

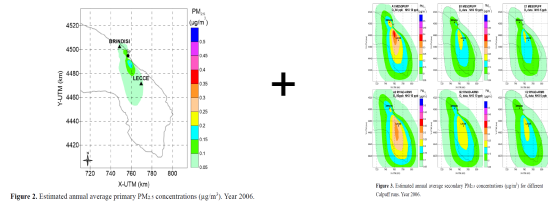
Dove si inserisce il nostro lavoro (2/2)

Figure 2.1 The impact pathway approach



Stima dell'impatto

- Concentrazioni di particolato primario + secondario derivate dalla centrale



- Inquinamento di fondo PM_{2.5} nell'area in esame generata dalle altre fonti di inquinamento quali per esempio il traffico, le emissioni portuali, riscaldamento, la combustione di biomasse.

$$PM_{2.5} = 20 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad (\text{Arpa Puglia 2011})$$

- Coefficienti di rischio per l'associazione tra esposizione a PM_{2.5} e mortalità non accidentale ricavata da studi internazionali (ESCAPE 2013)

$$1.07 \text{ (95\% CI 1.02–1.13) per un incremento } 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ di PM}_{2.5}$$

Numero stimato di decessi attribuibili alla centrale con intervallo di confidenza

Table 4. Estimated number of non-accidental deaths and 95% confidence interval (95% CI) associated with different scenario of modelled exposure to primary and secondary particulate matter (PM_{2.5}) emitted by the coal power plant located in Brindisi (Italy). Year 2006.

Scenario	Absolute Number of Cases	95% CI		Number of Cases per 100,000 Inhabitants	95% CI	
		Lower	Upper		Lower	Upper
Primary PM _{2.5}	4	1	7	0.4	0.1	0.6
Secondary and primary PM _{2.5} —run A1	26	9	41	2.2	0.7	3.4
Secondary and primary PM _{2.5} —run B1	20	7	31	1.7	0.6	2.6
Secondary and primary PM _{2.5} —run C1	19	6	30	1.6	0.5	2.5
Secondary and primary PM _{2.5} —run A2	28	10	44	2.4	0.8	3.7
Secondary and primary PM _{2.5} —run B2	23	8	37	2.0	0.7	3.1
Secondary and primary PM _{2.5} —run C2	21	7	33	1.8	0.6	2.8

L'area di studio

105 x 135 km²

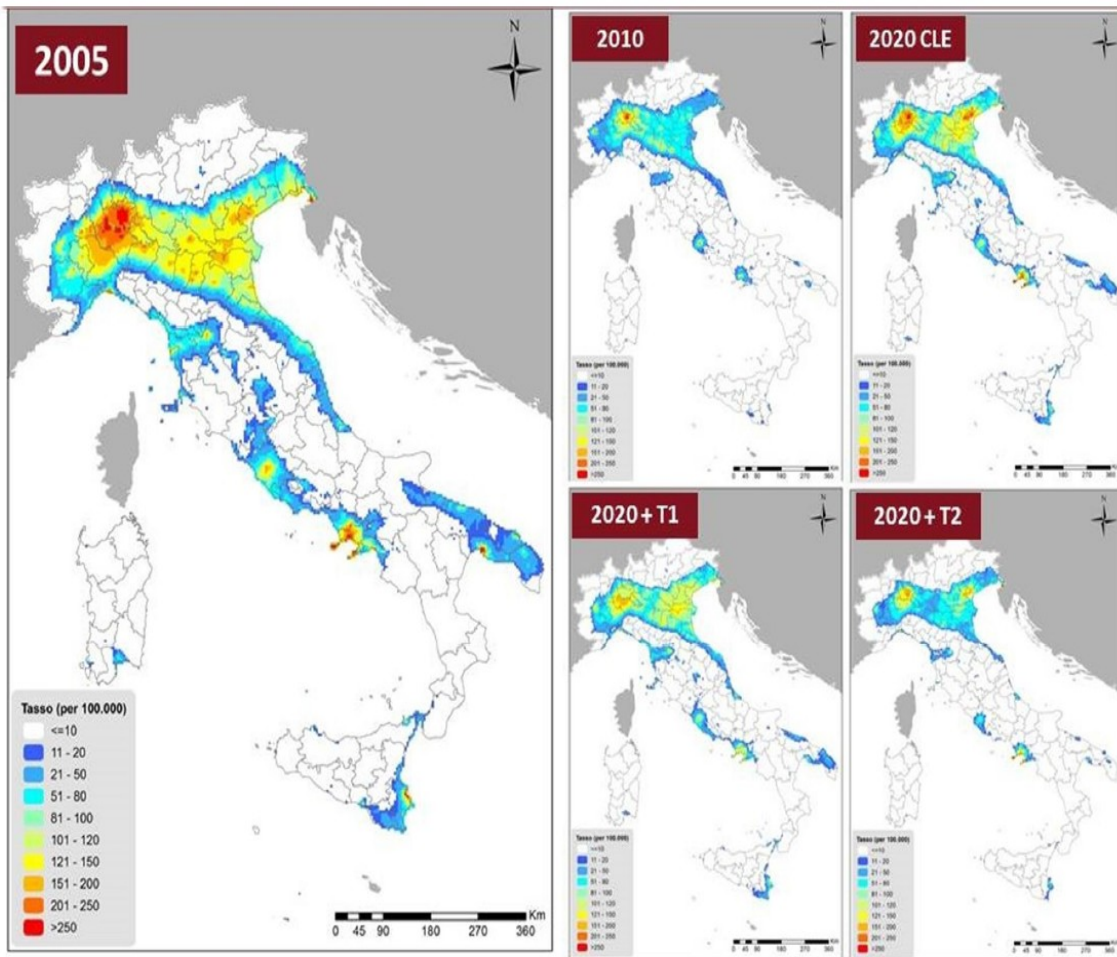
120 comuni

1,2 milioni di individui

10,000 decessi

Valutazione dell'inquinamento atmosferico sulla salute in Italia

Figura 4. Decessi per cause non accidentali attribuibili a PM_{2.5} per 100.000 residenti per (4x4km) nell'anno di riferimento 2005, 2010, 2020 (CLE) e scenari target 1 e 2.





La Valutazione Integrata dell'Impatto dell'Inquinamento atmosferico sull'Ambiente e sulla Salute in Italia (VIAS)

Executive Summary
Roma, 4 giugno 2015

Considerazione (2/2)

- ❑ Se si considera solo il particolato primario, sono 4 i decessi che si stima sarebbero stati evitati annualmente se non vi fosse stata esposizione.
- ❑ Questo numero varia da 1 a 7 se si tiene conto dell'incertezza statistica associata al coefficiente di rischio adottato. Quando si considera il particolato secondario, il numero stimato dei decessi attribuibili aumenta fino a 28. Tale numero varia da un minimo di 7 ad un massimo di 44 a seconda dei diversi meccanismi chimici ipotizzati, delle concentrazioni assunte per ozono e ammoniaca, e dell'intervallo di confidenza per il coefficiente di rischio adottato.

Il contesto scientifico internazionale

ATMOSPHERIC ENVIRONMENT

Atmospheric Environment 36 (2002) 1063–1075

www.elsevier.com/locate/atmosenv

Using CALPUFF to evaluate the impacts of power plant emissions in Illinois: model sensitivity and implications

Jonathan I. Levy^{a,*}, John D. Spengler^a, Dennis Hlinka^b, David Sullivan^b, Dennis Moon^c

^a Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Landmark Center, P.O. Box 15677, Boston, MA 02115, USA
^b Sullivan Environmental Consulting, 1900 Elkin St. Suite 240, Alexandria, VA 22308, USA
^c SSESOC, 3490 Lexington Ave. N. Suite 110, Shoreview, MN 55126, USA

Received 4 March 2001; accepted 10 September 2001

1066

J.I. Levy et al. / Atmospheric Environment 36 (2002) 1063–1075

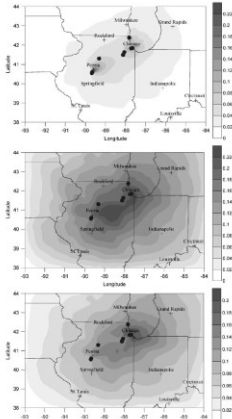



Fig. 2. Annual average primary PM_{2.5}, particulate sulfate, and particulate nitrate concentration increments (µg m⁻³), using baseline CALPUFF dispersion model.



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

Atmospheric Environment 39 (2005) 1199–1209

www.elsevier.com/locate/atmosenv

ATMOSPHERIC ENVIRONMENT

Health impacts from power plant emissions in Mexico

M.T. López^a, M. Zuk, V. Garibay, G. Trintzun, R. Iniestra, A. Fernández

Instituto Nacional de Ecología, Periférico Sur No. 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coapacoatlán, 04530 D.F. Mexico

Received 19 April 2004; accepted 6 October 2004

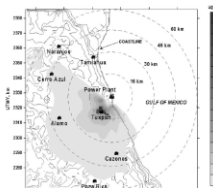
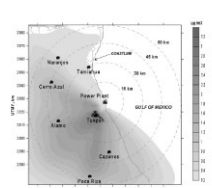



Fig. 3. Annual average primary PM_{2.5} concentrations.

Fig. 4. Annual average secondary PM_{2.5} concentrations.

The Importance of Population Susceptibility for Air Pollution Risk Assessment: A Case Study of Power Plants Near Washington, DC

Jonathan I. Levy, Susan L. Greco, and John D. Spengler

Department of Environmental Health, Harvard School of Public Health, Boston, Massachusetts, USA

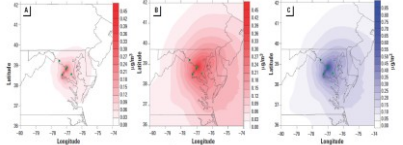



Fig. 2. Combined concentration reductions (annual average, µg/m³) from hypothetical emission controls at five power plants: (A) primary PM_{2.5}, (B) secondary PM_{2.5}, (C) total PM_{2.5}.

Environmental Health Perspectives • volume 110 | number 12 | December 2002 1257



EPA-454-B-14-001
May 2014

Guidance for PM_{2.5} Permit Modeling

U.S. Environmental Protection Agency
Office of Air Quality Planning and Standards
Air Quality Assessment Division
Research Triangle Park, North Carolina

Table II-1. EPA Recommended Assessment Cases that Define Needed Air Quality Analyses of Source Impacts

Assessment Case	Description of Assessment Case	Assess Primary Impact of Direct PM _{2.5} Emissions?	Assess Secondary Impact of Precursor Emissions of NO _x and/or SO ₂ ?
Case 1: No Air Quality Impacts	Direct PM _{2.5} emissions < 10 tpy SER NO _x and SO ₂ emissions < 40 tpy SER	NO	NO
Case 2: Primary Air Quality Impacts Only	Direct PM _{2.5} emissions ≥ 10 tpy SER NO _x and SO ₂ emissions < 40 tpy SER	YES	NO
Case 3: Primary and Secondary Air Quality Impacts	Direct PM _{2.5} emissions ≥ 10 tpy SER NO _x and/or SO ₂ emissions ≥ 40 tpy SER	YES	YES
Case 4: Secondary Air Quality Impacts Only	Direct PM _{2.5} emissions < 10 tpy SER NO _x and/or SO ₂ emissions ≥ 40 tpy SER	NO	YES

Limiti dello studio e questioni scientifiche aperte

- Chimica non lineare
 - Concentrazioni di background
 - Dominio limitato per il secondario
-
- Stime di impatto- coefficienti di rischio
 - Relazione concentrazione-risposta lineare

Conclusioni

- ❑ Dallo studio emerge in modo inequivocabile come in presenza di emissioni provenienti da installazioni industriali che portano alla formazione di particolato secondario, questo debba essere considerato nelle valutazioni di impatto ambientale e sanitario.
- ❑ L'indagine condotta nel caso di studio specifico della centrale di Brindisi ha evidenziato, infatti, che sebbene le stime siano affette da incertezza, ignorare il ruolo del particolato secondario conduce ad una sottostima notevole dell'impatto che la centrale ha sulla salute delle popolazioni.