



Effetti acuti dell'esposizione ambientale in aree contaminate
quali Siti di Interesse Nazionale (SIN) e siti industriali



Lisa Bauleo, Matteo Renzi, Carla Ancona

Il progetto BigEpi



Coordinato da CNR-IFC (Pisa)

Finanziato da “Bando Ricerche in Collaborazione BRiC 2019” di INAIL

Uso di **BIG** data per la valutazione degli **Effetti** sanitari acuti e cronici dell'inquinamento atmosferico nella **Popolazione Italiana** (BIGEPI)

Obiettivo del progetto:

Identificare i rischi collegati all'esposizione di breve e lungo periodo all'inquinamento atmosferico ed alla temperatura dell'aria nella popolazione generale, in termini di effetti su mortalità, ricoveri ospedalieri, morbosità e parametri fisiologici

Il progetto BigEpi



OBIETTIVO SPECIFICO 1: Valutare gli effetti acuti dell'esposizione ambientale su tutto il territorio nazionale

OBIETTIVO SPECIFICO 2: Valutare gli effetti acuti dell'esposizione ambientale in aree contaminate quali Siti di Interesse Nazionale (SIN) e siti industriali

OBIETTIVO SPECIFICO 3: Valutare gli effetti cronici dell'esposizione ambientale negli studi longitudinali italiani

OBIETTIVO SPECIFICO 4: Valutare gli effetti sulla morbosità e sugli indicatori di patologia respiratoria delle esposizioni ambientali mediante uno studio multicentrico con indagini epidemiologiche analitiche

OBIETTIVO SPECIFICO 5: Valutare gli effetti cronici dell'esposizione occupazionale e ambientale sulla mortalità e morbosità nella coorte longitudinale di Roma

OBIETTIVO SPECIFICO 6: Monitoraggio, controllo, attività amministrative e comunicazione dei risultati del progetto

Obiettivo

Valutare gli **effetti acuti** dell'inquinamento atmosferico da PM_{10} sulla mortalità e sull'ospedalizzazione causa-specifica nelle aree prossime ad impianti industriali



Impianti in studio

Attività produttive con processi di combustione rilevanti associabili a sorgenti puntuali di emissione (ciminiere) in studio selezionati dal DB europeo dell'European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR) sulle emissioni degli impianti industriali

44 dei 57 siti compresi nel “Programma nazionale di bonifica”, che coincidono con i maggiori agglomerati industriali nazionali

Grandi centri industriali attivi o dismessi, o aree oggetto di smaltimento di rifiuti industriali e/o pericolosi, che presentano un quadro di contaminazione ambientale e di rischio sanitario tale da avere determinato il riconoscimento di “siti di interesse nazionale per le bonifiche” (SIN)

E-PRTR

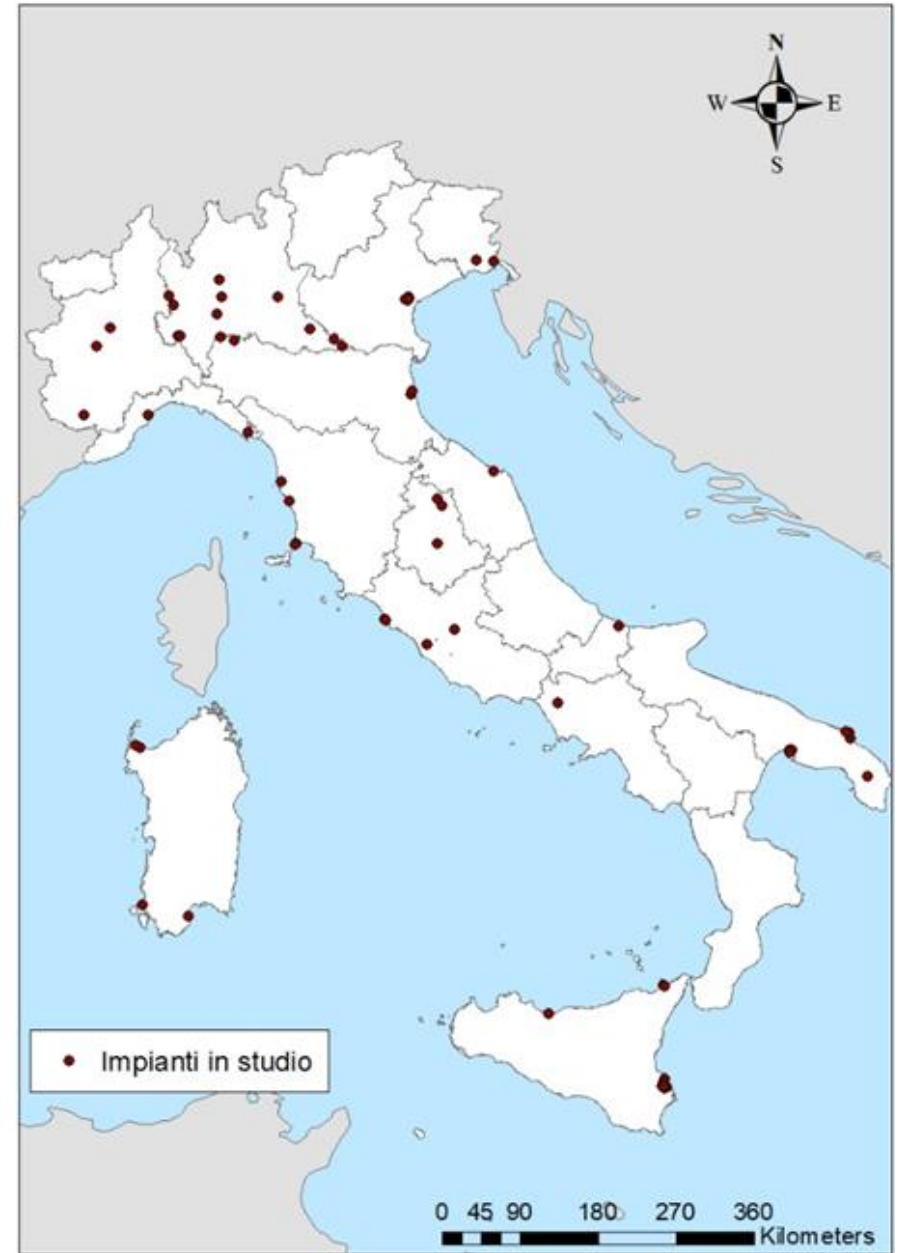
The European Pollutant Release and Transfer Register



Impianti in studio

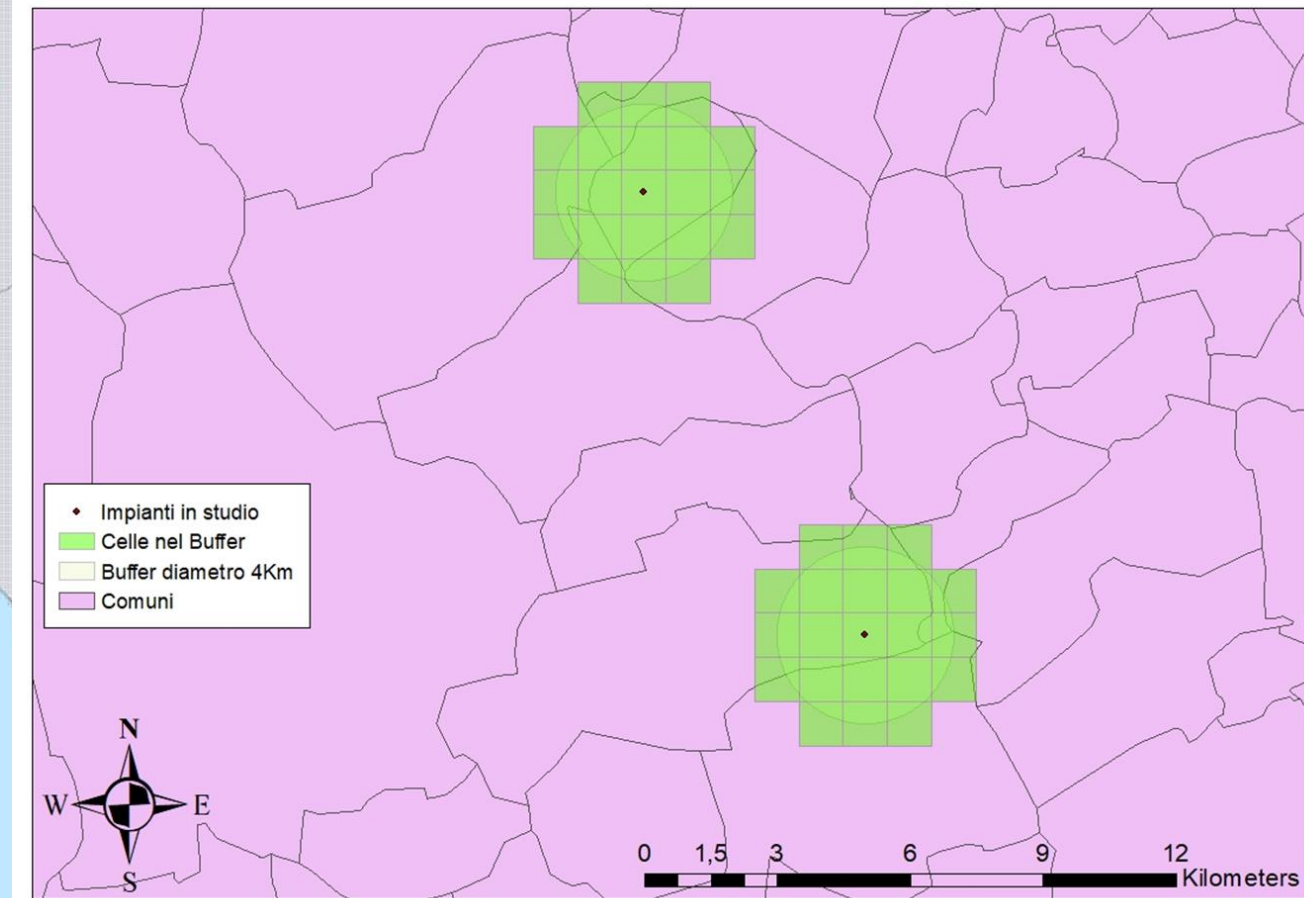
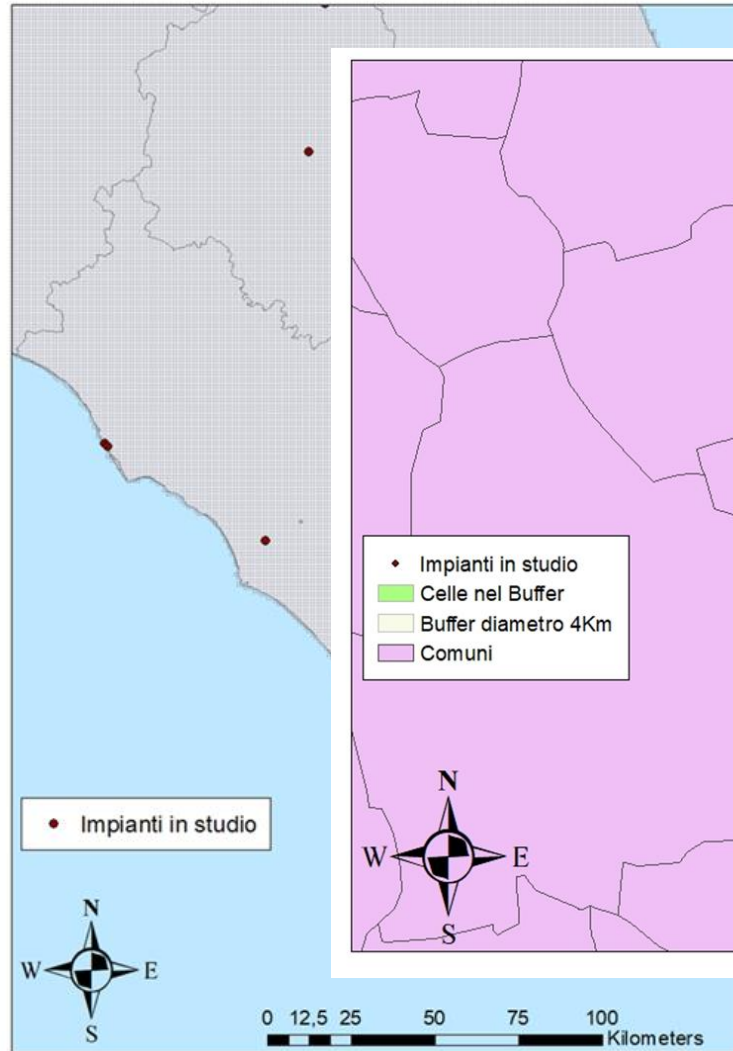
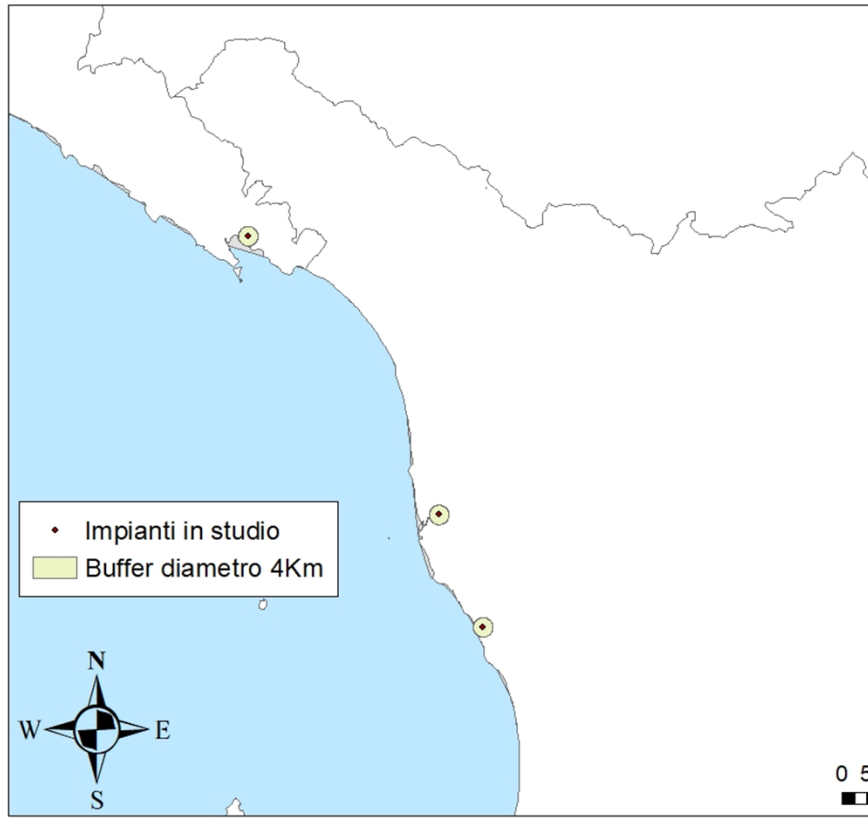
- 61 Impianti industriali
- 44 SIN

Tipo di impianto	Numero di impianti
Chemical installations for the production on an industrial scale of basic organic chemicals	3
Energy - Mineral oil and gas refineries	11
Energy - Thermal power stations and other combustion installations	37
Metals - For the production of non-ferrous crude metals or for the smelting, including the alloying, of non-ferrous metal	1
Metals - Installations for the production of pig iron or steel (primary or secondary melting) including continuous casting	2
Minerals - Installations for the production of cement and lime	7
Totale complessivo	61



Popolazione

Residenti nei comuni inclusi in un buffer 4x4 km intorno all'impianto

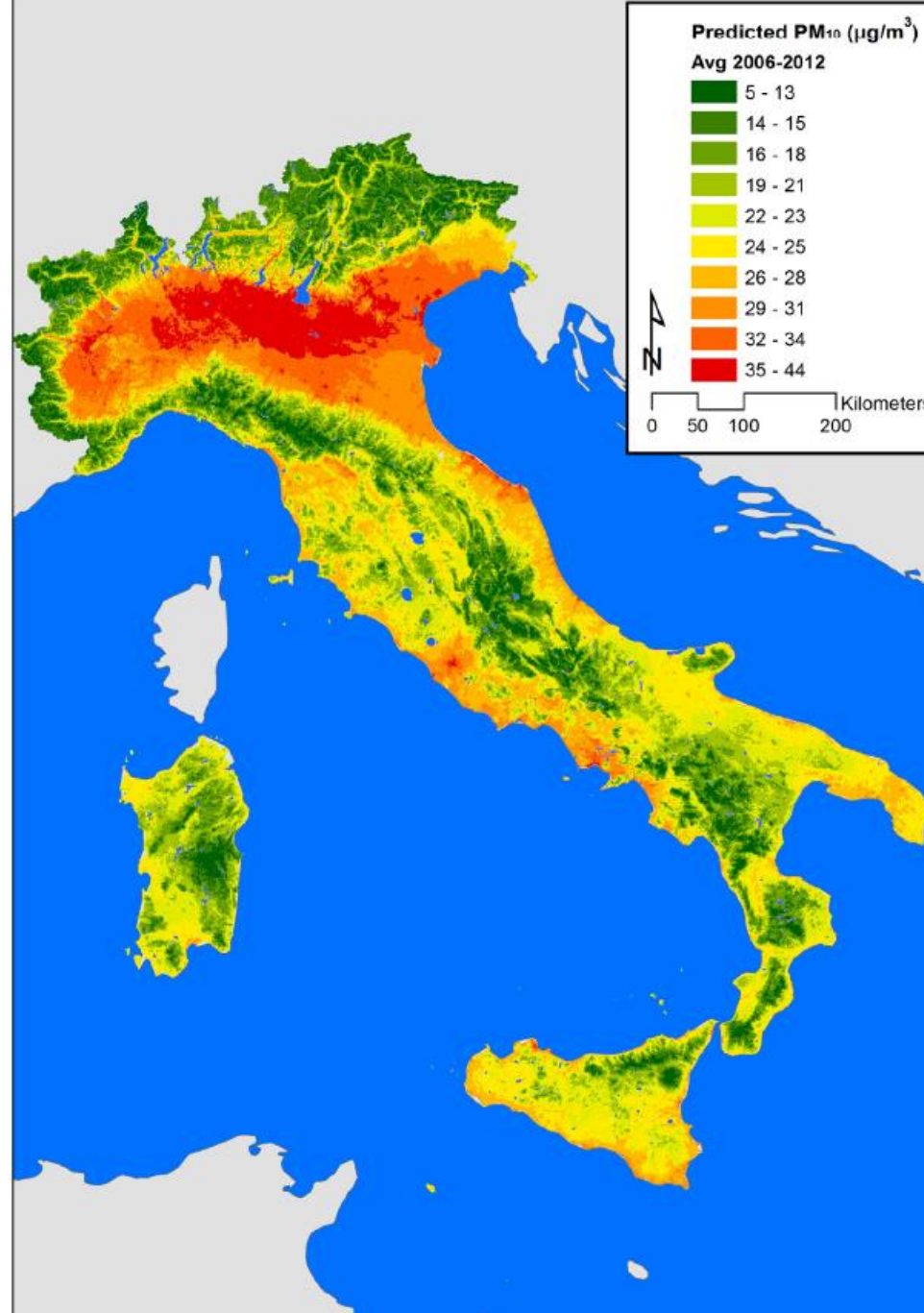


Esposizione ambientale

PM10 (2006-2015) Progetto BEEP

- Approccio machine-learning
- Modelli random-forest

Ref. Estimation of daily PM10 concentrations in Italy (2006-2012) using finely resolved satellite data, land use variables and meteorology. Stafoggia et al 2017. Env Int



Esiti di salute

Dati sanitari:

- Ministero della Salute
- Periodo studio: 2006-2015
- Conte giornaliero di esiti

Mortalità

Ospedalizzazioni

Cardiovascolari

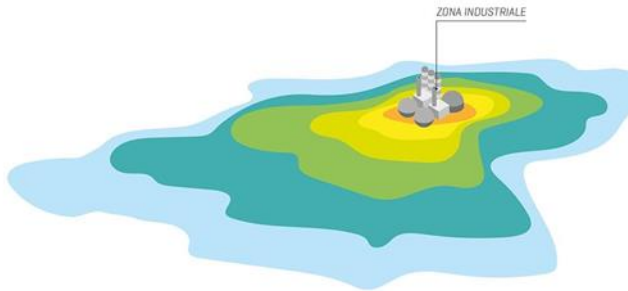
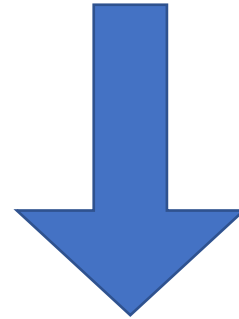
Respiratorie

Analisi di sensibilità e collaborazione con AriaNET

La buona definizione della popolazione esposta è un punto cruciale



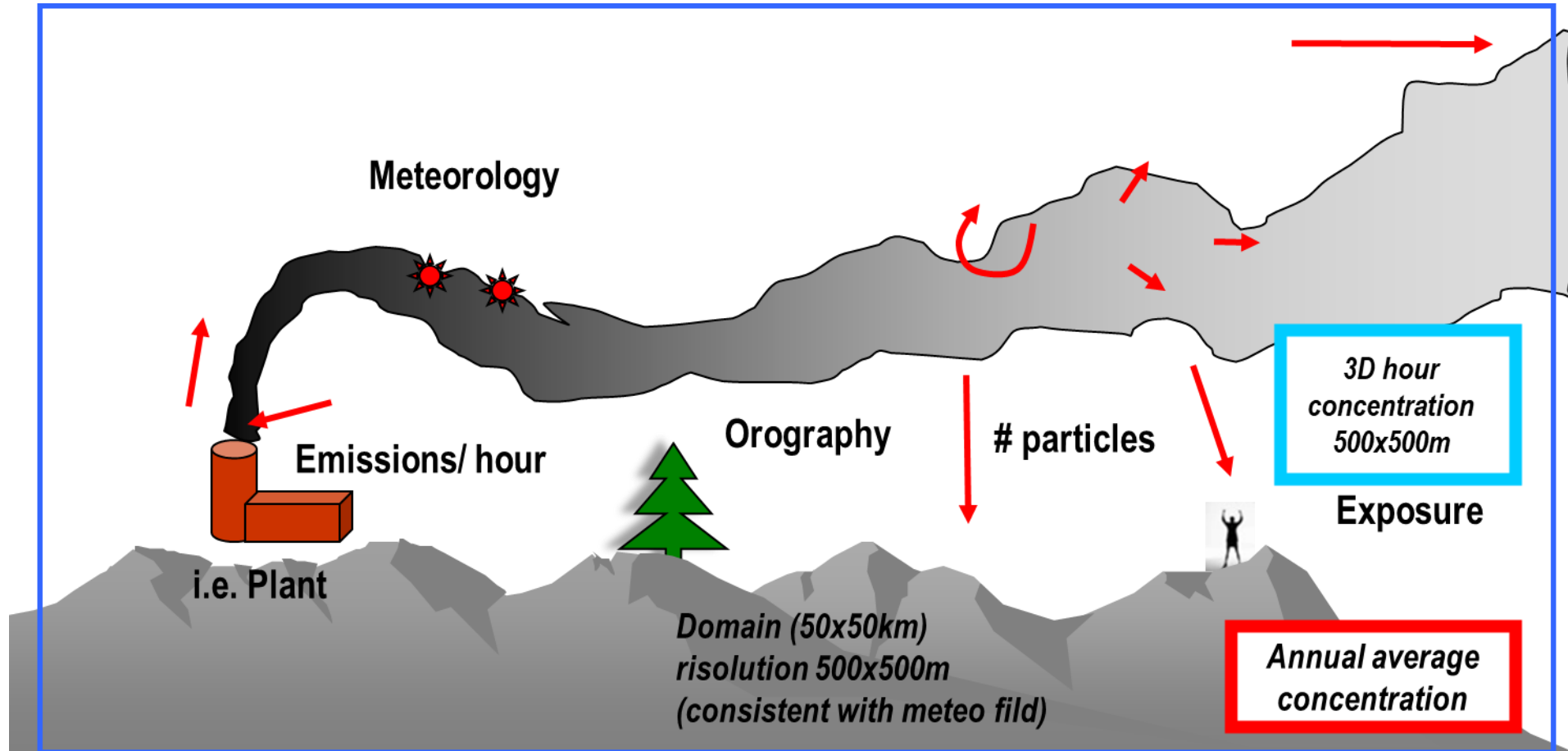
stima del “footprint” ambientale, ovvero l’identificazione dell’area di impatto delle emissioni per alcuni degli impianti industriali



realizzazione di simulazioni modellistiche di dispersione delle emissioni dell’impianto eseguite mediante l’utilizzo della suite modellistica ARIA Impact 3D, che include il modello lagrangiano a particelle SPRAY, particolarmente adatto a descrivere la dispersione atmosferica sul sito costiero dove si trova l’impianto

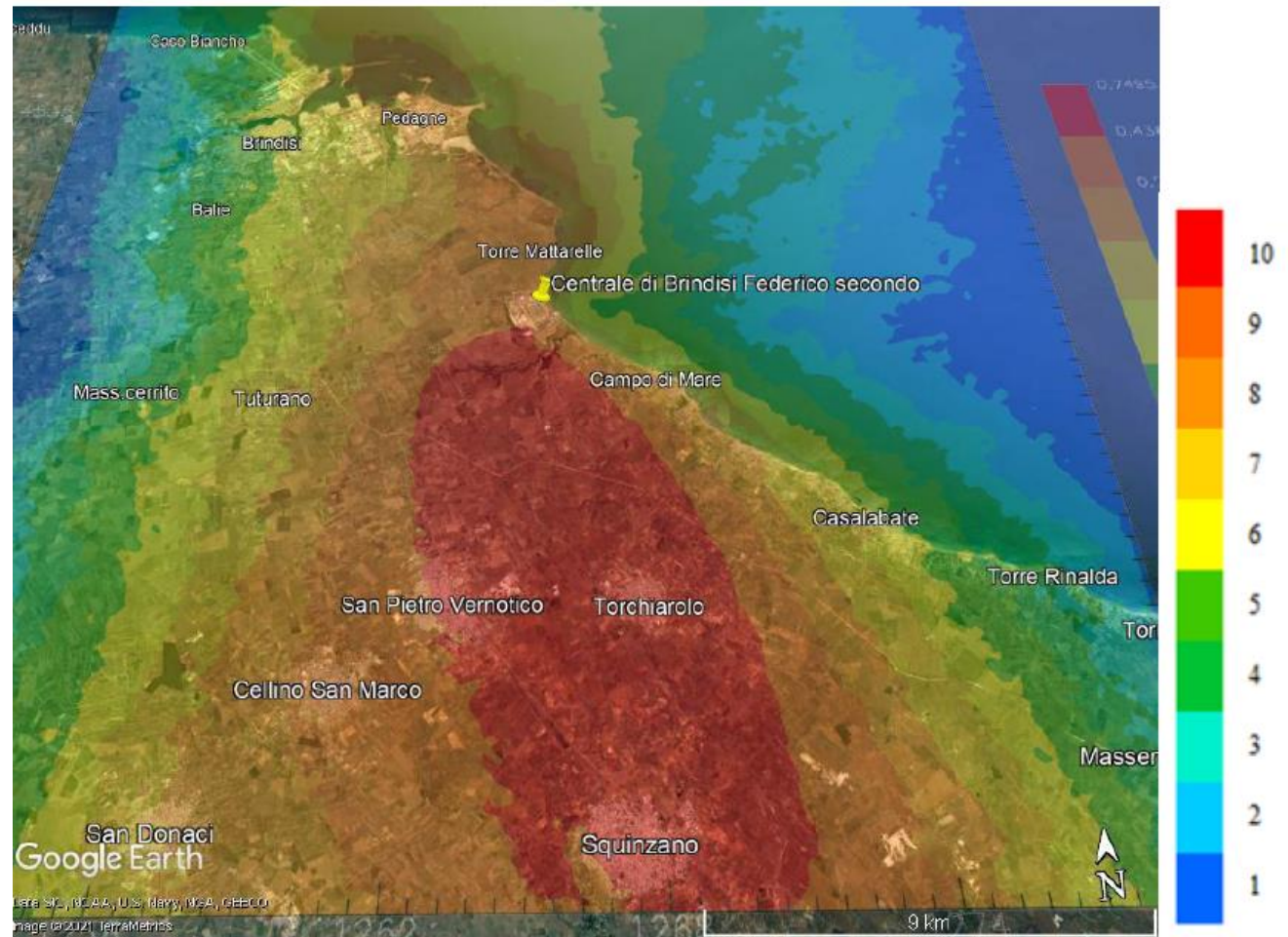
Modello Lagrangiano Spray a particelle

The **SPRAY (Lagrangian) model** was used to simulate the transport, dispersion, and deposition of pollutants emitted over complex terrain



Scenari emissivi: Civitavecchia e Brindisi

- ❖ Dominio di simulazione 30Kmx30Km
- ❖ Risoluzione 200 m



Parametri emissivi forniti da ARPA Lazio per Civitavecchia e ARPA Puglia per Brindisi

Analisi statistica

Two-stage analisi

- First stage: modelli comune-specifico
- Second stage: metanalisi stime comunali

Disegno dello studio

Analisi di serie temporale

Modello analitico:

Regressione di Poisson aggiustata per trend temporali, temperatura, giorno della settimana e festività.

Modificazione d'effetto:

Tipologia produttiva impianto
Sesso ed età

RISULTATI

Risultati descrittivi esposizione 2006-2015

Inquinante	Media	SD	Min	25th	50th	75th	Max	IQR
PM ₁₀	28.4	16.9	2.4	18.2	23.7	32.4	272.2	14.2
PM _{2.5}	20.4	14.4	3	11.7	15.6	23.1	170.9	11.4

Risultati descrittivi sanitari

Cause	N
Conte totali	
<i>Non-accidentale</i>	544,446
<i>Cardiovascolare</i>	207,730
<i>Respiratoria</i>	39,096
Conte proporzionate	
<i>Non-accidentale</i>	40,194
<i>Cardiovascolare</i>	11,549
<i>Respiratoria</i>	1,137
Ospedalizzazioni	
<i>Cardiovascolari</i>	688,645
<i>Cardiache</i>	472,695
<i>Respiratorie</i>	343,885

Risultati associazione

	LAG	IR%	PM ₁₀	95%CI
Mortalità				
<i>Non-accidentale</i>	0	0.87	-0.23	1.97
<i>Cardiovascolare</i>		0.56	-1.50	2.66
<i>Respiratoria</i>		12.52	1.70	24.50
<i>Non-accidentale</i>	0-1	1.04	0.67	1.41
<i>Cardiovascolare</i>		1.04	-1.21	3.34
<i>Respiratoria</i>		7.89	0.16	16.23
<i>Non-accidentale</i>	2-5	1.45	0.44	2.47
<i>Cardiovascolare</i>		0.73	-1.68	3.20
<i>Respiratoria</i>		3.03	-4.76	11.47
<i>Non-accidentale</i>	0-5	1.75	0.82	2.69
<i>Cardiovascolare</i>		1.31	-1.79	4.52
<i>Respiratoria</i>		6.65	-2.83	17.06
Ospedalizzazioni				
<i>Cardiovascolari</i>	0-5	0.46	-0.41	1.34
<i>Cardiache</i>		0.83	-0.08	1.74
<i>Respiratorie</i>		1.38	0.43	2.33

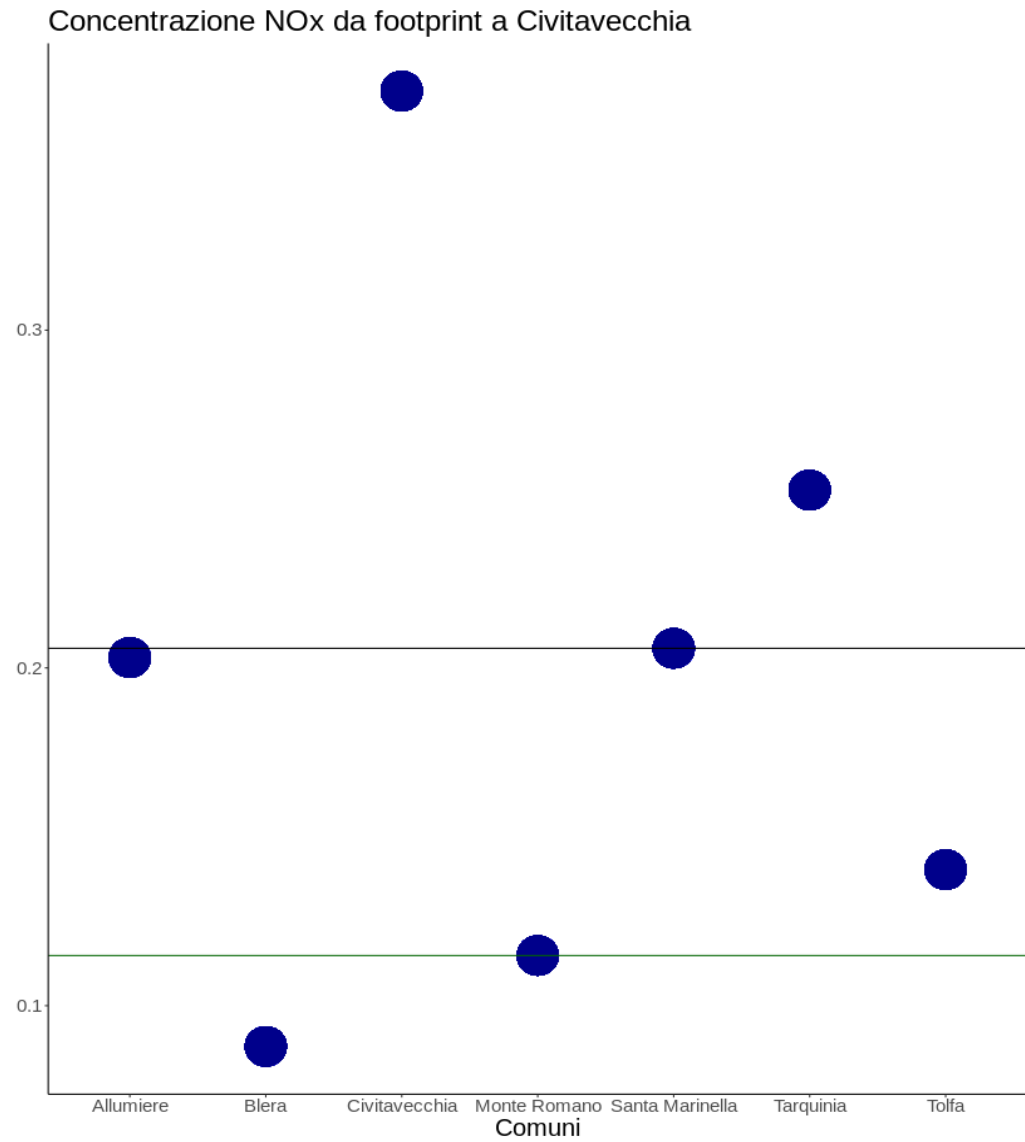
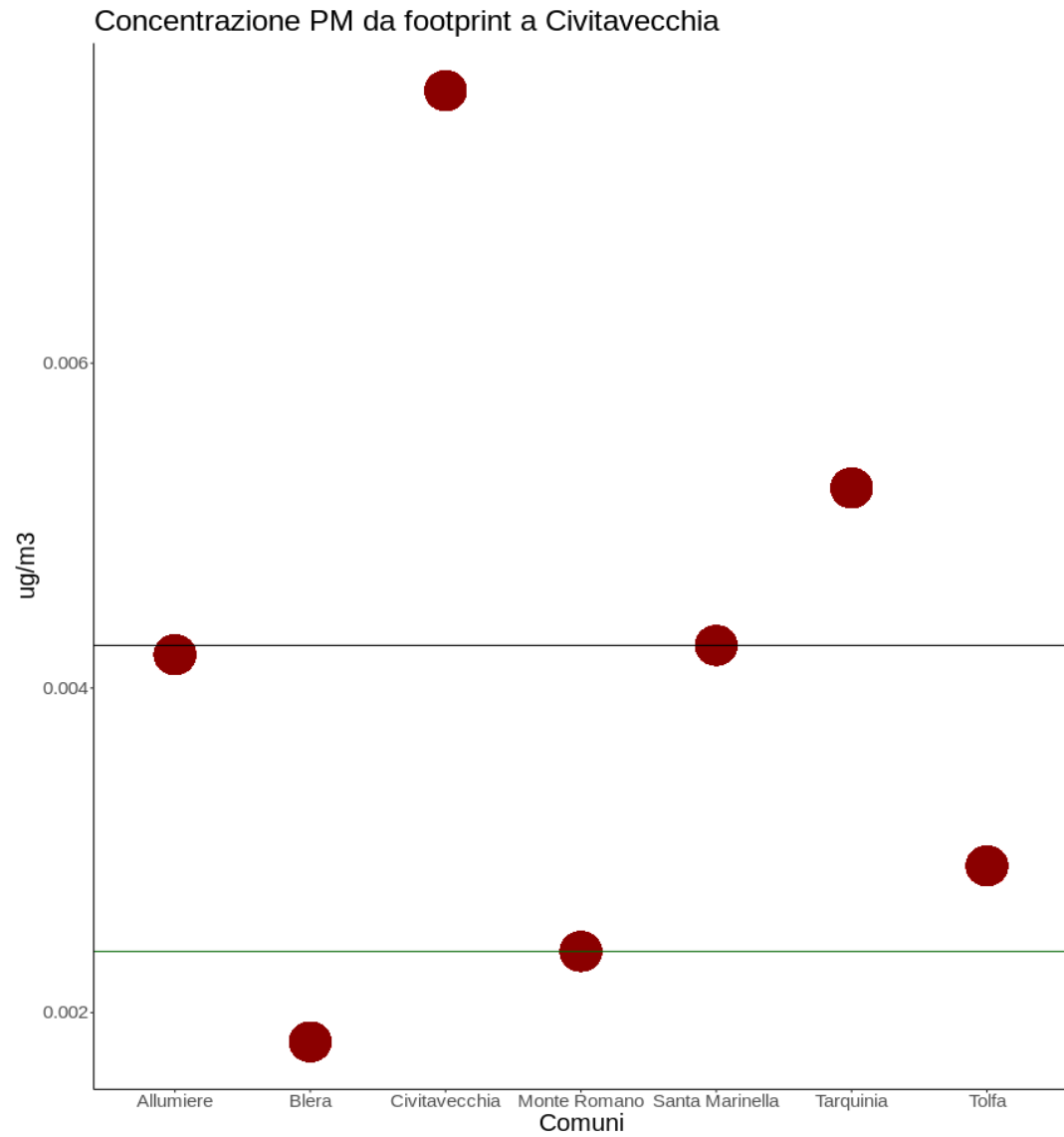
Modificazione d'effetto per tipologia di impianto

Esito	Lag	Impianto Chimico			Impianto Metalli			Impianto Minerali			Impianto Energia		
		IR%	IC95%		IR%	IC95%		IR%	IC95%		IR%	IC95%	
Non-accidentali	Lag 0	1.20	-3.31	5.92	-1.71	-11.45	9.11	0.69	-1.52	2.90	0.55	-0.78	1.90
	Lag 0-1	0.17	-2.84	3.28	2.40	-0.17	5.05	0.67	-1.74	3.13	0.91	-0.62	2.46
	Lag 0-5	-7.64	-19.89	6.48	4.09	-0.23	8.59	0.96	-2.38	4.42	1.39	0.50	2.29
	Lag 2-5	-9.35	-21.50	4.68	2.74	-1.83	7.53	0.57	-2.07	3.27	1.10	-0.31	2.52
Cardiovascolari	Lag 0	4.80	-4.22	14.66	1.87	-2.34	6.26	-0.41	-3.87	3.18	0.19	-2.56	3.02
	Lag 0-1	0.48	-4.39	5.60	10.46	-7.60	32.06	0.77	-2.37	4.02	0.43	-3.00	3.99
	Lag 0-5	-0.53	-2.52	1.50	8.93	3.43	14.71	1.48	-2.79	5.94	-1.06	-5.62	3.71
	Lag 2-5	-8.11	-21.42	7.45	6.46	2.05	11.06	1.29	-2.17	4.87	-2.18	-5.86	1.66
Cardiache	Lag 0	8.35	-6.21	25.18	-2.02	-14.90	12.81	0.15	-2.87	3.27	0.77	-1.18	2.76
	Lag 0-1	-1.51	-3.96	1.00	4.73	0.14	9.52	0.76	-4.00	5.76	1.22	-1.51	4.02
	Lag 0-5	-11.52	-28.14	8.94	11.38	4.96	18.20	3.27	-4.00	11.09	0.30	-4.46	5.31
	Lag 2-5	-14.62	-36.35	14.52	8.85	3.57	14.39	3.58	-2.76	10.34	-0.91	-4.99	3.34
Respiratorie	Lag 0	2.58	-0.75	6.03	9.01	-6.97	27.75	-3.02	-7.61	1.81	-2.61	-11.64	7.34
	Lag 0-1	-8.73	-21.48	6.10	7.83	-5.22	22.68	-5.42	-16.33	6.91	-7.56	-17.38	3.44
	Lag 0-5	-58.52	-89.28	60.44	8.13	-2.85	20.35	-4.92	-9.11	-0.53	12.96	-17.67	54.98
	Lag 2-5	-67.21	-93.93	77.01	2.68	-11.55	19.20	-2.37	-12.29	8.67	13.87	-14.94	52.43

Modificazione d'effetto per sesso ed età

Esito	Lag	IR%	IC95%	IC95%
0-64 anni	Lag 0	0.76	-3.39	5.08
65-74 anni		7.76	-3.13	19.88
75-84 anni		0.88	-1.85	3.69
85+ anni		-0.18	-2.25	1.92
Femmine		0.47	-0.93	1.89
Maschi		0.41	-3.31	4.27
0-64 anni	Lag 0-1	1.17	-3.64	6.22
65-74 anni		2.66	-2.50	8.09
75-84 anni		1.85	-1.14	4.93
85+ anni		0.85	-1.29	3.04
Femmine		1.29	-0.1	2.71
Maschi		-0.05	-6.12	6.40
0-64 anni	Lag 0-5	-1.78	-8.94	5.93
65-74 anni		1.63	-5.94	9.83
75-84 anni		1.22	-2.55	5.14
85+ anni		1.83	-0.79	4.51
Femmine		2.22	0.67	3.79
Maschi		1.29	-2.00	4.69
0-64 anni	Lag 2-5	0.00	-5.96	6.34
65-74 anni		-0.95	-6.85	5.33
75-84 anni		-0.12	-3.30	3.15
85+ anni		1.44	-0.77	3.69
Femmine		1.57	0.05	3.13
Maschi		0.24	-2.17	2.72

Scenari di esposizione



Case-study: Tor Valdaliga Nord (Civitavecchia)

Stime città-specifica impianto Civitavecchia

Esito	Esposizione	Lag	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3				
			IR%	IC95%	IR%	IC95%	IR%	IC95%			
Non-accidentali	PM ₁₀	Lag 0	-5.20	-17.31	8.70	1.72	-3.53	7.25	1.81	-3.96	7.94
	PM ₁₀	Lag 0-1	-6.27	-18.38	7.64	0.47	-5.25	6.52	1.03	-5.60	8.12
	PM ₁₀	Lag 0-5	-16.12	-26.67	-4.05	-9.29	-19.69	2.46	-1.42	-9.13	6.94
	PM ₁₀	Lag 2-5	-14.74	-24.24	-4.04	-11.68	-23.26	1.64	-2.13	-8.70	4.91
Cardiovascolari	PM ₁₀	Lag 0	-13.75	-36.31	16.81	-1.61	-9.44	6.89	-0.18	-7.39	7.59
	PM ₁₀	Lag 0-1	-21.39	-46.89	16.35	-5.06	-16.77	8.29	-0.11	-8.16	8.64
	PM ₁₀	Lag 0-5	-28.45	-46.04	-5.11	-19.88	-41.00	8.81	1.68	-8.47	12.96
	PM ₁₀	Lag 2-5	-22.48	-37.71	-3.54	-20.51	-41.69	8.38	1.98	-6.84	11.64
Cardiache	PM ₁₀	Lag 0	-17.57	-42.03	17.22	-1.13	-11.72	10.74	1.27	-7.26	10.59
	PM ₁₀	Lag 0-1	-21.02	-42.76	8.97	-6.44	-21.76	11.89	0.48	-12.63	15.55
	PM ₁₀	Lag 0-5	-23.76	-39.94	-3.21	-21.02	-43.37	10.16	1.93	-14.88	22.07
	PM ₁₀	Lag 2-5	-16.79	-34.32	5.43	-21.18	-42.86	8.71	2.10	-9.04	14.61
Respiratorie	PM ₁₀	Lag 0	-9.58	-44.87	48.28	-9.58	-44.87	48.28	-9.58	-44.87	48.28
	PM ₁₀	Lag 0-1	-26.56	-67.95	68.27	-26.56	-67.95	68.27	-26.42	-67.89	68.58
	PM ₁₀	Lag 0-5	-	-	-	-	-	-	-5.85	-42.93	55.30
	PM ₁₀	Lag 2-5	-	-	-	-	-	-	19.52	6.66	33.93

Case-study: Brindisi

Esito	Lag	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario carbonile					
		IR%	IC95%	IR%	IC95%	IR%	IC95%	IR%	IC95%	IC95%			
Non-accidentali	Lag 0	2.21	0.12	4.3	1.49	-0.25	3.3	1.29	-3.36	6.2	2.1	-4.3	9.0
	Lag 0-1	1.99	-0.76	4.8	1.15	-2.56	5	2.65	-1.31	6.8	-1.8	-11.9	9.4
	Lag 0-5	4.22	-1.17	9.9	2.72	-4.25	10.2	6.66	0.91	12.7	10.5	-1.2	23.5
	Lag 2-5	3.14	-1.69	8.2	2.25	-4.44	9.4	5.23	-1.14	12	13.0	-6.0	35.7
Cardiovascolari	Lag 0	0.69	-6.79	8.8	-2.39	-10.86	6.9	0.02	-8.63	9.5	-12.7	-43.4	34.7
	Lag 0-1	-0.2	-7.81	8	-2.98	-11.34	6.2	-0.92	-6.57	5.1	-11.2	-36.1	23.5
	Lag 0-5	-0.95	-9.32	8.2	-5.81	-14.72	4	1.52	-4.98	8.5	-2.0	-16.7	15.5
	Lag 2-5	-0.94	-6.41	4.8	-4.31	-10.88	2.7	2.3	-3.2	8.1	4.7	-2.7	12.6
Cardiache	Lag 0	-1.16	-8.84	7.2	-3.7	-12.82	6.4	-0.64	-10.87	10.8	-15.2	-49.4	42.4
	Lag 0-1	-0.87	-8.91	7.9	-3.19	-12.25	6.8	-1.62	-7.85	5	-12.9	-39.8	26.0
	Lag 0-5	0.29	-8.96	10.5	-4.68	-14.8	6.7	0.04	-8.17	9	-7.6	-29.2	20.7
	Lag 2-5	0.8	-5.14	7.1	-2.9	-9.92	4.7	1.28	-6.02	9.2	0.1	-7.3	8.1
Respiratorie	Lag 0	-0.38	-9.36	9.5	-3.5	-15.52	10.2	-2.28	-25.8	28.7	-16.6	-26.6	-5.3
	Lag 0-1	-0.32	-12.31	13.3	-1.57	-18.21	18.5	6.05	-21.87	44	-24.4	-34.9	-12.2
	Lag 0-5	0.34	-12.82	15.5	0.57	-14.05	17.7	2.51	-17.75	27.8	-18.9	-26.4	-10.6
	Lag 2-5	0.19	-10.52	12.2	0.96	-9.83	13	-1.41	-23.44	27	1.7	-8.3	12.7



INAIL

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO



Grazie per l'attenzione

