

ESISTONO EFFETTI AVVERSI
PER LA SALUTE
NELLE POPOLAZIONI RESIDENTI INTORNO
AD UN TERMOVALORIZZATORE ?

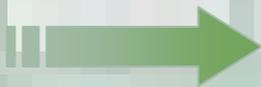
Prof. Vito Foà



COMBUSTIONE RIFIUTI

EMISSIONI AL CAMINO

- **Metalli pesanti (soprattutto Piombo, Mercurio, Cadmio)**
- **Biossidi di Azoto e di Zolfo**
- **Particolato**
- **Idrocarburi Policiclici Aromatici**
- **Benzene, Toluene, Xilene**
- **Composti organici clorurati (PCDD, PCDF, PCB)**
- **Vapori acidi**



Piombo, Mercurio, Diossina e Particolato sono considerati quelli di maggiore rilievo

National Research Council, 2000



TERMOVALORIZZATORI E SALUTE

COSA SI ASPETTA IL MEDICO ?



Tumori



Effetti sulla funzionalità respiratoria

Acuti

Cronici



Effetti sulla riproduzione



COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

ATTUALI EMISSIONI AL CAMINO

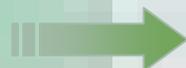
Inceneritore di Grenoble (Francia):
prima e dopo la ristrutturazione

Table I. Typical concentrations of criteria pollutants^a of the Grenoble MWI (mg/Nm³)

	Before modernization	After modernization
Particles	35	4.7
HCL	1100	3.5
SO ₂	220	15.5
Metals ^b	250	.15

^a French standards: Arrêté on MWI, 25/1/1991.

^b Pb + Cr + Cu + Mn.



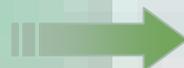


COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

ATTUALI EMISSIONI AL CAMINO

Inceneritore di Angers (Francia): prima e dopo la ristrutturazione

Compound	Incinerator's median emission rate (g/s) (average 95% CI). 1975–1999	Incinerator's median emission rate (g/s) (average 95% CI). 2000–2001
SO ₂	1.9 (1.2–6.9)	$7.8 \cdot 10^{-2}$ ($3.2 \cdot 10^{-2}$ – $1.4 \cdot 10^{-1}$)
HCl	7.51 (4.2–8.6)	$6.3 \cdot 10^{-2}$ ($4.0 \cdot 10^{-2}$ – $7.8 \cdot 10^{-2}$)
PM	1.17 (1.0–2.5)	$7.3 \cdot 10^{-2}$ (0 – $2.9 \cdot 10^{-1}$)
Pb	$1.0 \cdot 10^{-2}$ ($8.2 \cdot 10^{-3}$ – $1.8 \cdot 10^{-2}$)	$3.9 \cdot 10^{-4}$ ($6.2 \cdot 10^{-5}$ – $2.0 \cdot 10^{-3}$)
Cd	$1.6 \cdot 10^{-3}$ ($1.2 \cdot 10^{-3}$ – $3.7 \cdot 10^{-3}$)	$5.6 \cdot 10^{-4}$ ($1.7 \cdot 10^{-4}$ – $1.2 \cdot 10^{-3}$)
Hg	$8.5 \cdot 10^{-4}$ ($5.9 \cdot 10^{-4}$ – $2.2 \cdot 10^{-3}$)	$7.4 \cdot 10^{-4}$ (0 – $2.3 \cdot 10^{-3}$)
Dioxins (I-TEQ)	$1.5 \cdot 10^{-7}$ ($1.3 \cdot 10^{-7}$ – $1.6 \cdot 10^{-7}$) (min–max)	$2.2 \cdot 10^{-10}$ ($1.6 \cdot 10^{-10}$ – $4.5 \cdot 10^{-10}$) (min–max)





COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

ATTUALI EMISSIONI AL CAMINO

Termovalorizzatore di Brescia: anno 2003

<i>Emissione</i>	<i>Range valori medi 24 ore</i>		<i>Limiti di emissione (Direttiva 2000/76/CE)</i>
NO _x	56,6 – 86,0	(mg/Nm ³)	200
SO ₂	0,3 – 7,5	(mg/Nm ³)	50
PM	0,25 – 0,48	(mg/Nm ³)	10
Cd	1x10 ⁻⁵ - 7x10 ⁻⁴	(mg/Nm ³)	0,05 Cd+Tl (riferito a 30 min)
Pb	9x10 ⁻⁵ - 1x10 ⁻²	(mg/Nm ³)	-
Hg	6x10 ⁻⁴ - 1x10 ⁻⁴	(mg/Nm ³)	0,05 (riferito a 30 min)
Metalli pesanti totali	3x10 ⁻³ - 2x10 ⁻²	(mg/Nm ³)	0,05 (riferito a 30 min)
PCDDs+PCDFs	7x10 ⁻³ - 7x10 ⁻⁴	(ngTEQ/Nm ³)	0,1 (riferito a 6-8 h)
IPA	2 – 30	(ng/Nm ³)	10.000 (D.L. 133/05)
PCB	6x10 ⁻⁵ - 1x10 ⁻³	(ngTEQ/Nm ³)	-
	11 - 189	(ng/Nm ³)	-



COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI

Incidenza di tumori in popolazione residente in prossimità di impianti di incenerimento di rifiuti urbani:

- 16 impianti francesi
- 2,5 milioni di persone residenti nell'intorno
- Durata esposizione dal 1972 al 1985
- Analisi della mortalità dal 1990 al 1999
- Confronto fra residenti in zone con differenti livelli di esposizione



INVS 2003 (Francia)



COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI

Incidenza di tumore in persone residenti in zona con esposizione intermedia vs trascurabile

Localisations	Risque relatif	Intervalle de confiance à 95%	Significativité statistique ⁵	Excès de risque de cancer
Cancer du foie	1,068	(1,001 ; 1,141)	<i>Significatif à $p < 0,05$</i>	6,8 %
Lymphomes malins non hodgkiniens	1,019	(1,000 ; 1,038)	<i>Significatif à $p < 0,05$</i>	1,9 %
Sarcomes des tissus mous	1,091	(0,983 ; 1,209)	<i>Significatif à $p = 0,1$</i>	9,1 %
Tous cancers chez la femme	1,028	(1,007 ; 1,051)	<i>Significatif à $p < 0,05$</i>	2,8 %
Cancer du sein chez la femme	1,048	(1,020 ; 1,077)	<i>Significatif à $p < 0,05$</i>	4,8 %
Cancer du poumon chez la femme	1,042	(0,968 ; 1,121)	Non significatif ($p > 0,1$)	-
Cancer de la vessie chez la femme	0,963	(0,923 ; 1,006)	Non significatif ($p > 0,05$)	-
Tous cancers chez l'homme	1,004	(0,998 ; 1,011)	Non significatif ($p > 0,1$)	-
Cancer du poumon chez l'homme	1,006	(0,969 ; 1,043)	Non significatif ($p > 0,1$)	-
Cancer de la vessie Chez l'homme	0,989	(0,968 ; 1,010)	Non significatif ($p > 0,1$)	-



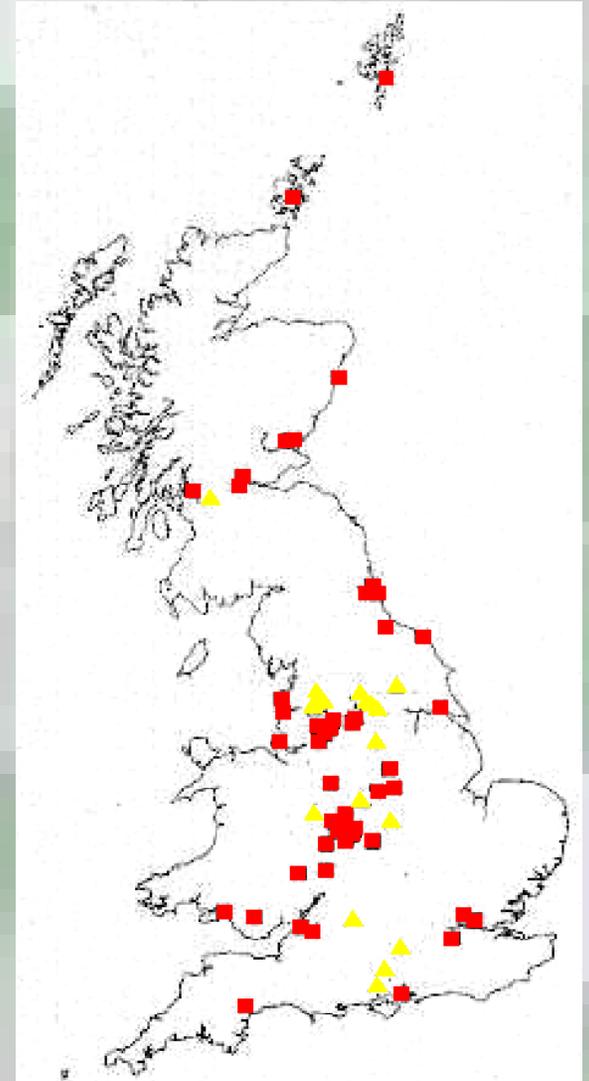


COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI

Incidenza di tumori in prossimità di 72 inceneritori di rifiuti solidi urbani costruiti prima del 1976 in Gran Bretagna:

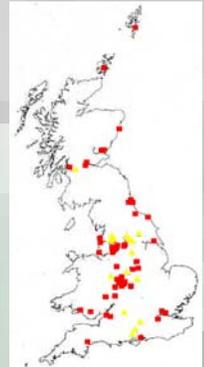
- **Prima fase di studio**
(3,3 milioni persone, 20 inceneritori)
- ▲ **Seconda fase di studio**
(11,4 milioni di persone, 52 inceneritori)





COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI



Tutti i tumori (10 anni di latenza, tutti i sessi, tutte le età)

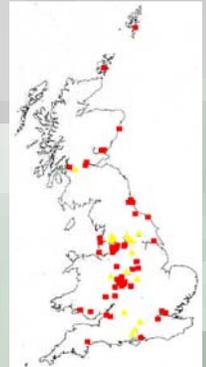
<i>Distanza (km)</i>	<i>Osservati</i>	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Osservati/Attesi Cumulativi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>
0,5	2.170	1,04	1,04	1,06
1,5	10.137	1,07	1,06	1,05
2,0	41.855	1,04	1,04	1,04
3,0	60.232	1,03	1,04	1,03
4,6	97.893	1,01	1,02	1,02
5,7	58.153	1,02	1,02	1,01
6,7	49.008	1,01	1,02	1,01
7,5	35.383	1,01	1,02	1,00





COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI



Tumori gastrici (10 anni di latenza, tutti i sessi, tutte le età)

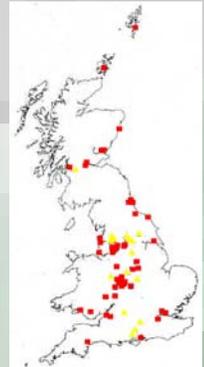
<i>Distanza (km)</i>	<i>Osservati</i>	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Osservati/Attesi Cumulativi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>
0,5	154	1,15	1,15	1,13
1,5	704	1,13	1,14	1,11
2,0	2.768	1,06	1,08	1,08
3,0	3.870	1,03	1,05	1,07
4,6	6.107	1,00	1,03	1,04
5,7	3.536	1,02	1,03	1,02
6,7	3.050	1,04	1,03	1,02
7,5	2.118	1,02	1,03	1,00





COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI



Tumori polmonari (10 anni di latenza, tutti i sessi, tutte le età)

<i>Distanza (km)</i>	<i>Osservati</i>	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Osservati/Attesi Cumulativi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>
0,5	479	1,13	1,13	1,16
1,5	2.183	1,14	1,14	1,14
2,0	8.321	1,05	1,07	1,10
3,0	12.326	1,09	1,08	1,08
4,6	19.051	1,03	1,06	1,04
5,7	11.463	1,07	1,06	1,02
6,7	9.652	1,06	1,06	1,02
7,5	6.851	1,04	1,06	1,00

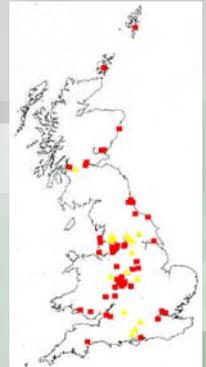




COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI

Tutti i tumori (tutti i sessi, tutte le età)



<i>Distanza (km)</i>	<i>Pre</i>		<i>Post</i>	
	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>
0,5	0,95	1,07	1,04	1,06
1,5	1,12	1,07	1,07	1,05
2,0	1,12	1,01	1,04	1,04
3,0	1,12	1,00	1,03	1,03
4,6	1,06	1,00	1,01	1,02
5,7	1,04	1,05	1,02	1,01
6,7	1,14	1,03	1,01	1,01
7,5	1,09	1,03	1,01	1,00

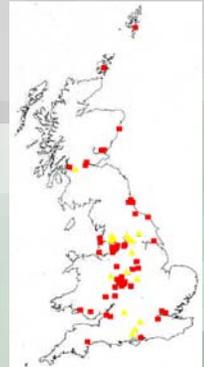




COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI

Tumori gastrici (tutti i sessi, tutte le età)



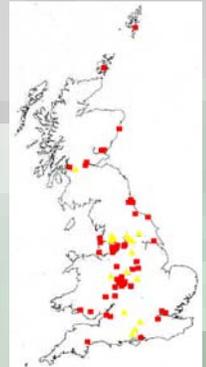
<i>Distanza (km)</i>	<i>Pre</i>		<i>Post</i>	
	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>
0,5	1,70	1,15	1,15	1,13
1,5	1,21	1,15	1,13	1,11
2,0	1,18	1,03	1,06	1,08
3,0	1,30	1,01	1,03	1,07
4,6	1,11	1,00	1,00	1,04
5,7	1,09	1,08	1,02	1,02
6,7	1,12	1,09	1,04	1,02
7,5	1,05	1,08	1,02	1,00





COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

TUMORI



Tumori polmonari (tutti i sessi, tutte le età)

<i>Distanza (km)</i>	<i>Pre</i>		<i>Post</i>	
	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>	<i>Osservati/Attesi</i>	<i>Deprivation Ratio</i>
0,5	1,15	1,17	1,13	1,16
1,5	1,18	1,18	1,14	1,14
2,0	1,28	1,03	1,05	1,10
3,0	1,28	1,01	1,09	1,08
4,6	1,08	1,00	1,03	1,04
5,7	1,14	1,09	1,07	1,02
6,7	1,30	1,10	1,06	1,02
7,5	1,22	1,08	1,04	1,00



Elliott P. et al. *British Journal of Cancer* 1996; 73:702-710

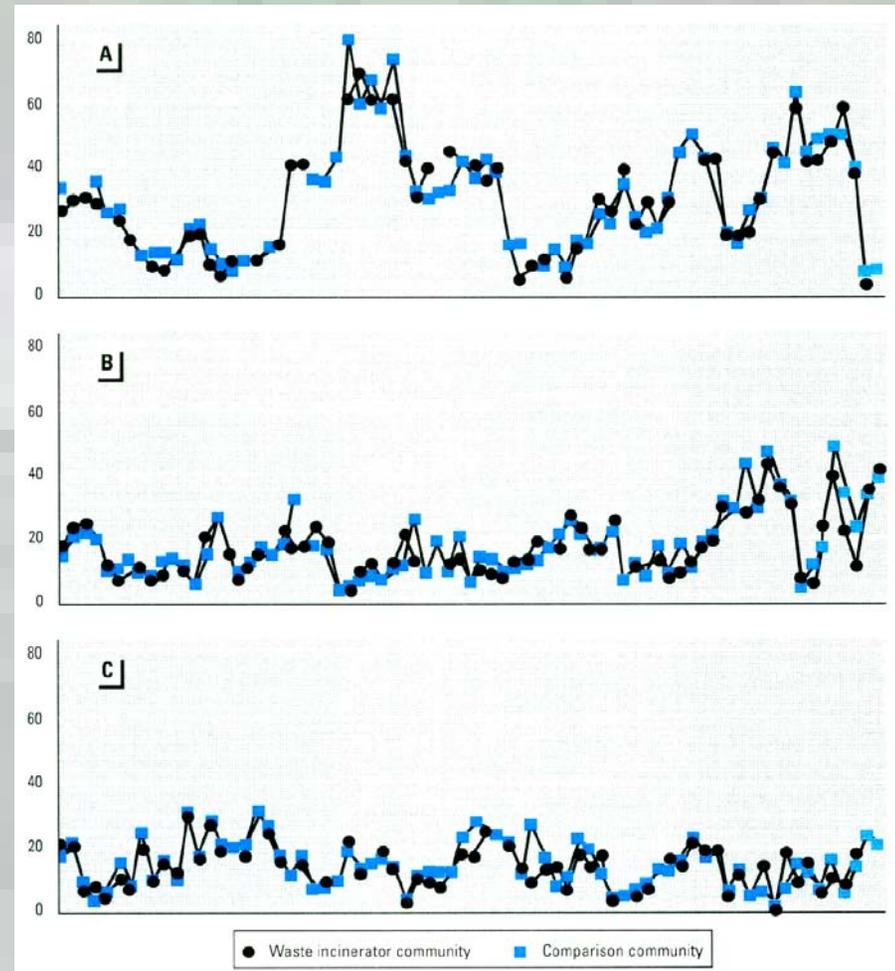


COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

EFFETTI SULLA FUNZIONALITÀ RESPIRATORIA

Concentrazioni giornaliere di $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$) per residenti intorno a inceneritori con differenti tipologie di alimentazione:

- A) Rifiuti sanitari
- B) Rifiuti urbani
- C) Rifiuti pericolosi

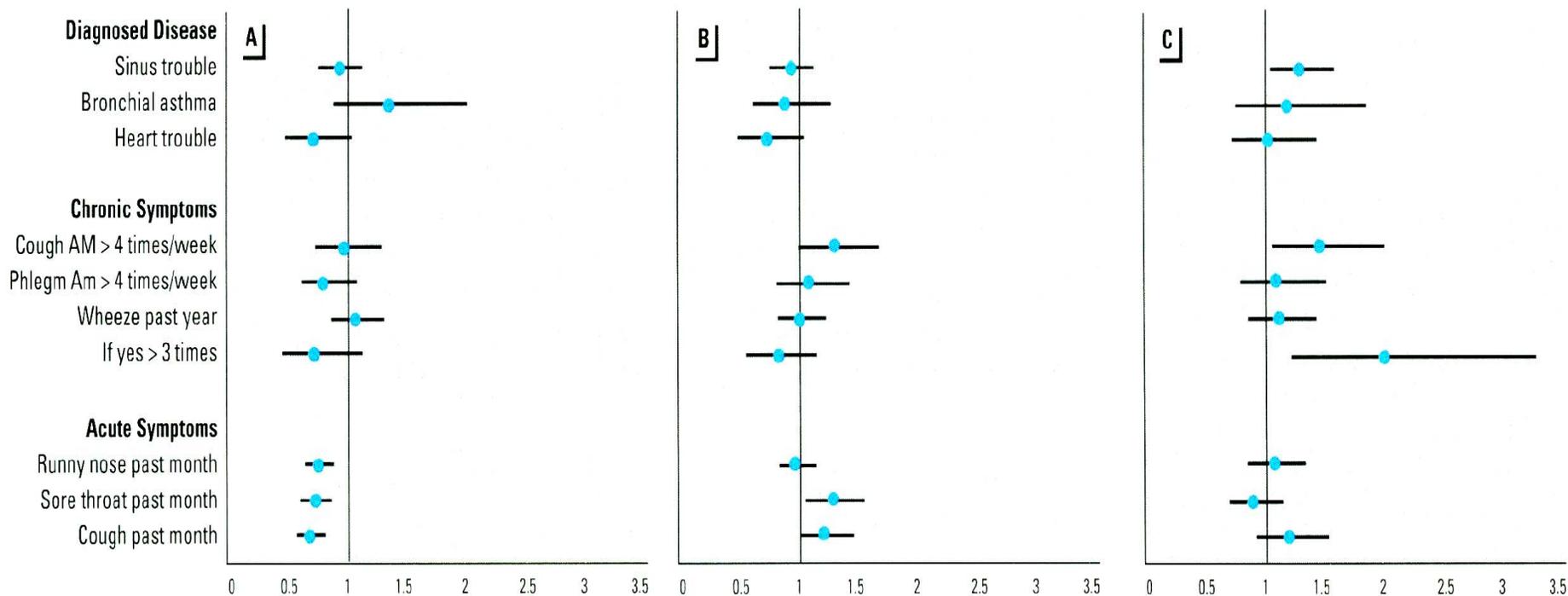




COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

EFFETTI SULLA FUNZIONALITÀ RESPIRATORIA

Odds ratio per malattie e sintomi apparato respiratorio in residenti intorno a inceneritori vs popolazione di confronto

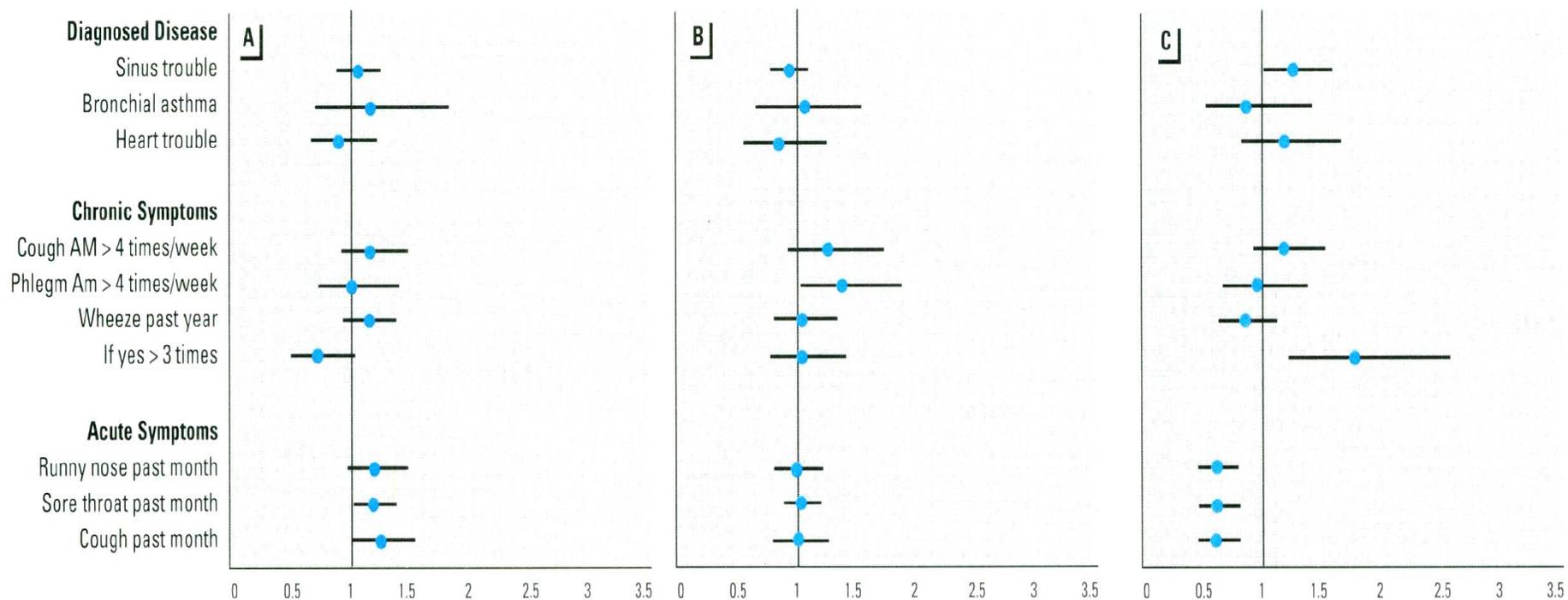




COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

EFFETTI SULLA FUNZIONALITÀ RESPIRATORIA

Odds ratio per malattie e sintomi apparato respiratorio in residenti intorno a inceneritori vs popolazione di confronto pooled





COMBUSTIONE RIFIUTI URBANI

EFFETTI SULLA FUNZIONALITÀ RESPIRATORIA

Media della percentuale di FEV₁ e PEFr predetto

	BWI	BCo	MWI	MCo	HWI	HCo
Normal subjects						
<i>n</i>	51	36	58	38	43	49
FEV ₁	99.5 (±2.2)	94.8 (±2.6)	102.6 (±2.2)	100.5 (±2.5)	100.7 (±3.3)	98.1 (±2.3)
PEFR	104.8 (±3.3)	98.6 (±4.5)	119.1 (±3.9)	112.9 (±4.6)	111.1 (±4.4)	103.7 (±2.8)
Sensitive subjects						
<i>n</i>	32	39	56	45	46	44
FEV ₁	96.5 (±2.5)	102.3 (±3.1)	102.7 (±1.9)*	90.6 (±3.3)	95.0 (±3.1)	95.3 (±2.9)
PEFR	100.7 (±3.5)*	112.4 (±4.7)	116.2 (±3.9)*	100.8 (±4.4)	108.9 (±4.8)	104.6 (±4.6)

Abbreviations: FEV₁, forced expiratory volume in 1 sec; PEFr, peak expiratory flow; WI, waste incinerator community; Co, comparison community; B, biomedical waste; M, municipal waste; H, hazardous waste.

*Significantly different within pairs by *t*-test ($p < 0.05$).

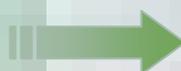


COMBUSTIONE RIFIUTI

EFFETTI SULLA RIPRODUZIONE

Revisione degli studi epidemiologici sugli effetti riproduttivi nelle popolazioni residenti in prossimità di inceneritori

<i>Studio</i>	<i>Tipologia inceneritore</i>	<i>Anni di studio</i>	<i>Effetto</i>	<i>Risultato</i>
Lloyd et al. 1988	Urbani e pericolosi	1976-1979 e 1980-1983	Gemellarità	Aumentata frequenza in aree con maggiore rischio
Jansson e Voog 1989	Urbani	1973-1976	Malformazioni palato e labbro	Nessun aumento di frequenza
Williams et al. 1992	Urbani	1975-1979 e 1980-1983	Rapporto Maschi/Femmine	Aumento femmine in area con maggiore rischio
Rydhstroem 1998	Urbani	1973-1990	Gemellarità	Nessun aumento di frequenza



Hu S.-W. e Shy C.M. *Air & Waste Manage* 2001; 51:1100-1109



TERMOVALORIZZATORI E SALUTE

SORVEGLIANZA AMBIENTALE-SANITARIA

“Enhance Health – sistema di sorveglianza ambientale e sanitaria in aree urbane in prossimità di impianti di incenerimento e complessi industriali”

- Programma INTERREG III C zona Est
- Ambito triennale 2004-2006
- Studio pilota: Italia, Polonia, Ungheria
- Progetto di epidemiologia applicata al territorio
- Sviluppo di sistemi di sorveglianza ambientale-sanitaria, al fine di valutare lo stato di salute della popolazione esposta a fattori di rischio derivanti da insediamenti di impianti di termodistruzione.

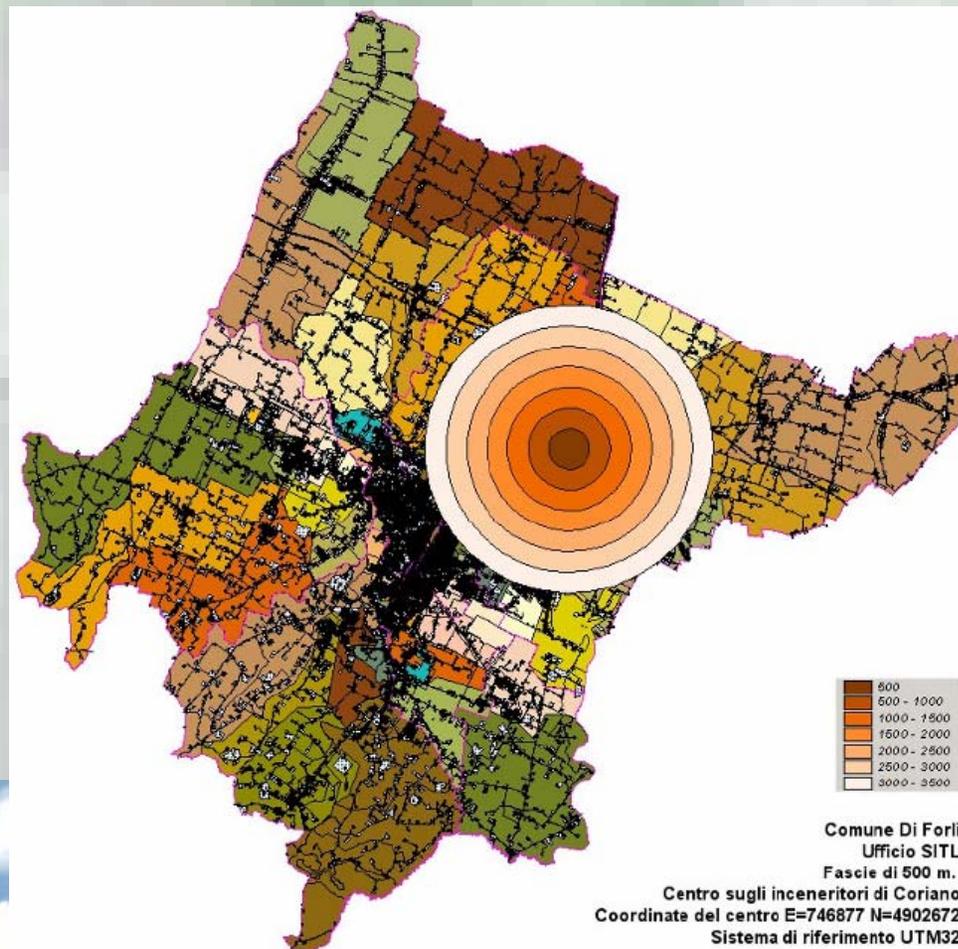




TERMOVALORIZZATORI E SALUTE

SORVEGLIANZA AMBIENTALE-SANITARIA

Definizione dell'area di interesse

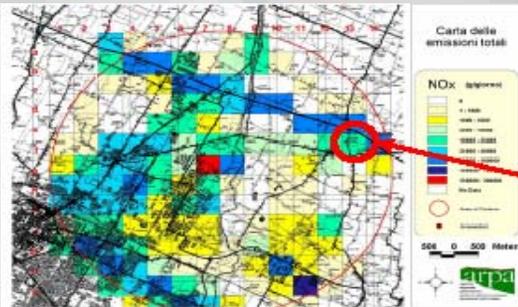


Environmental Health Surveillance System in urban areas, near incinerators and industrial premises

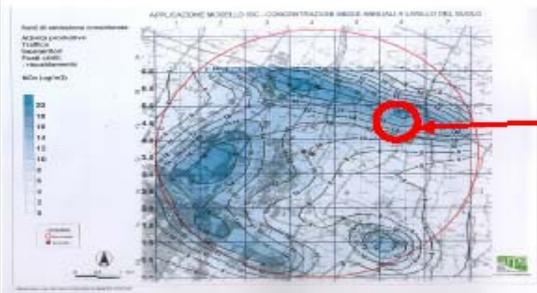


TERMOVALORIZZATORI E SALUTE

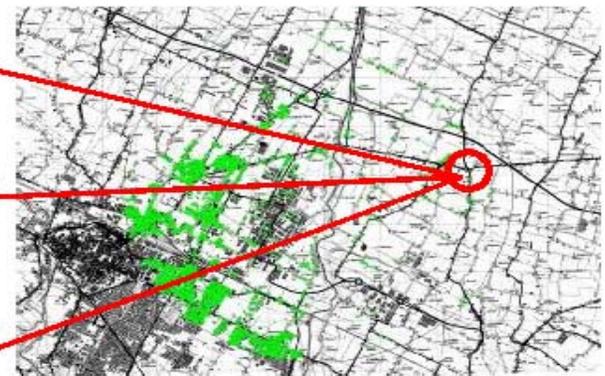
SORVEGLIANZA AMBIENTALE-SANITARIA



Emissione stimata

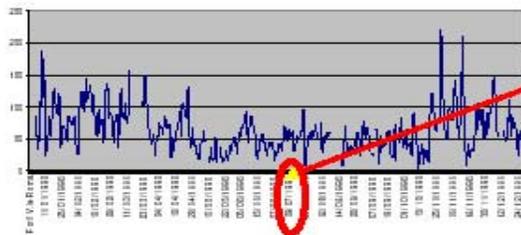


Concentrazione stimata



Concentrazione misurata

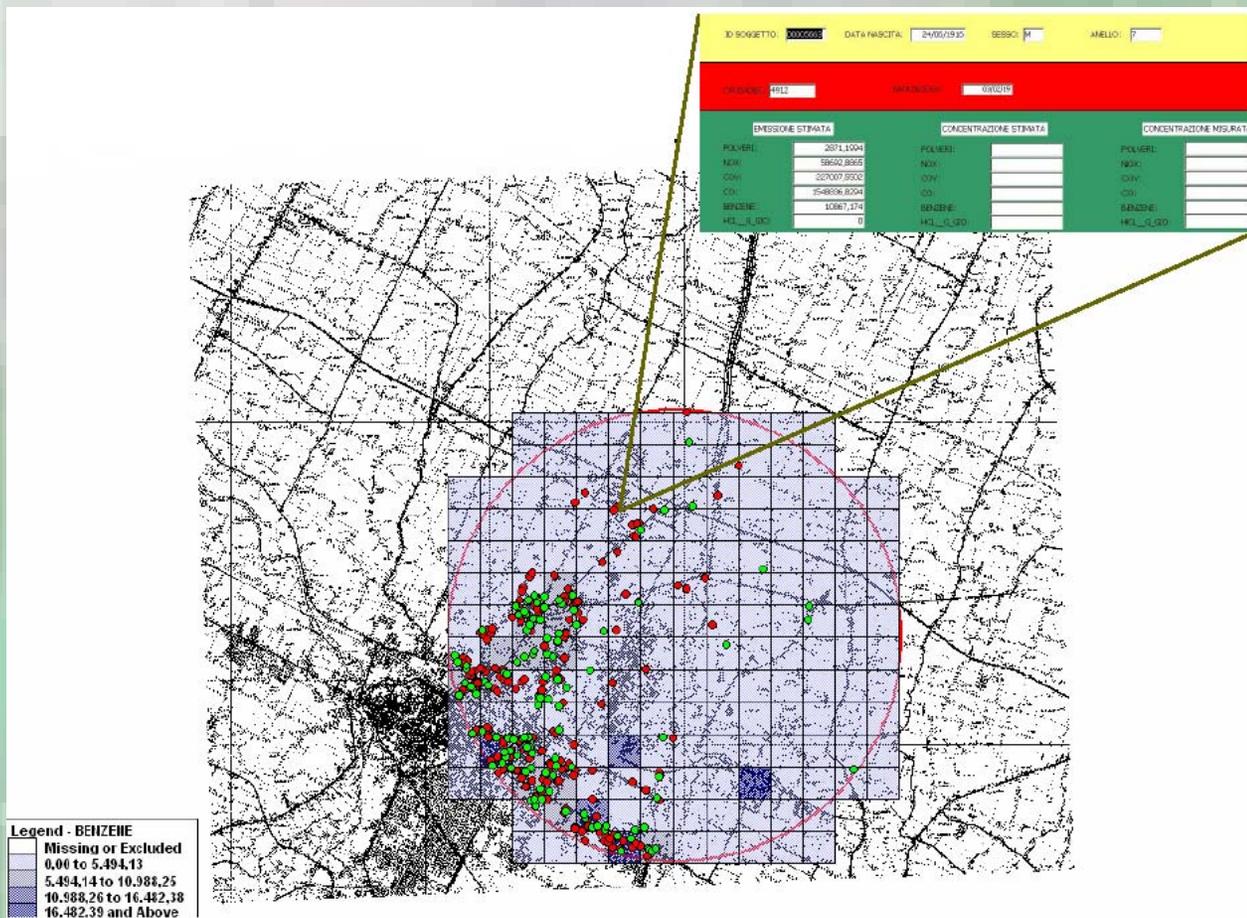
PTS 1996





TERMOVALORIZZATORI E SALUTE

SORVEGLIANZA AMBIENTALE-SANITARIA



Database integrato

Legend - BENZENE
Missing or Excluded
0,00 to 5,494,13
5,494,14 to 10,988,25
10,988,26 to 16,482,38
16,482,39 and Above



Environmental Health Surveillance System in urban areas, near incinerators and industrial premises



TERMOVALORIZZATORI E SALUTE

SORVEGLIANZA AMBIENTALE-SANITARIA

Conclusioni studio pilota a Coriano (Forlì):

- Non eccessi di mortalità generale
- Non eccessi di incidenza di tutti i tumori
- Nelle donne eccesso di mortalità per tumori dello stomaco, del colon-retto, della mammella ed eccesso di incidenza per tumori colon-retto





TERMOVALORIZZATORI E SALUTE

POSSIBILE FUTURO SCENARIO



Studio di mortalità fra residenti intorno ad termovalorizzatori di nuova generazione in confronto al pre-esistente



Sorveglianza ambientale-sanitaria in relazione a effetti sull'apparato respiratorio e sulla riproduzione in prossimità di termovalorizzatori