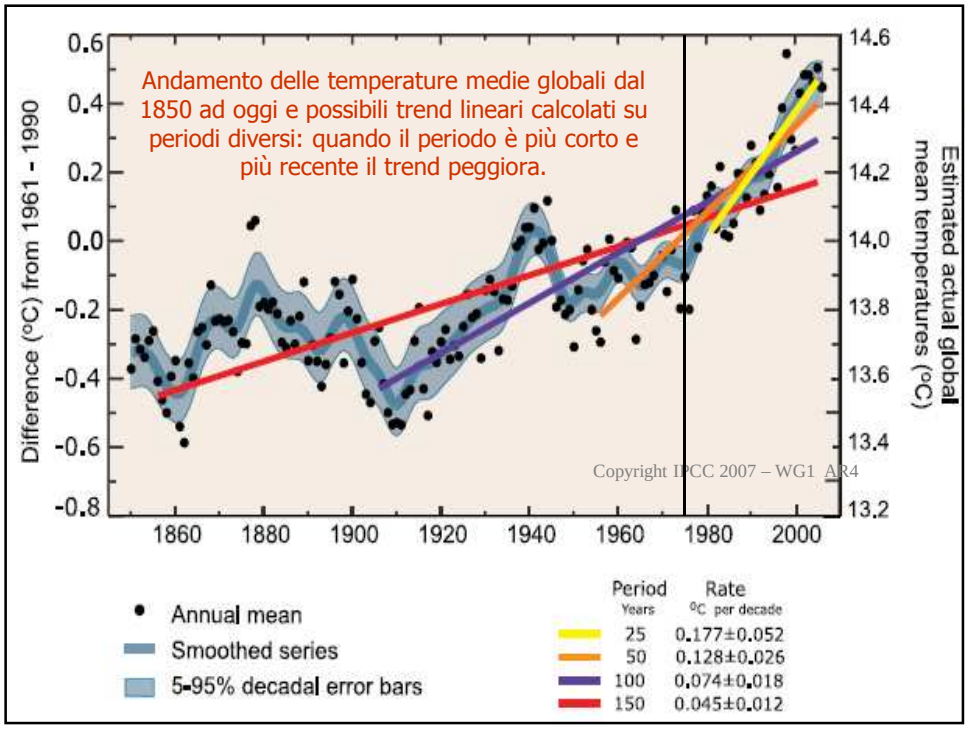
DIEP/Lazio
Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale
Regione Lazio

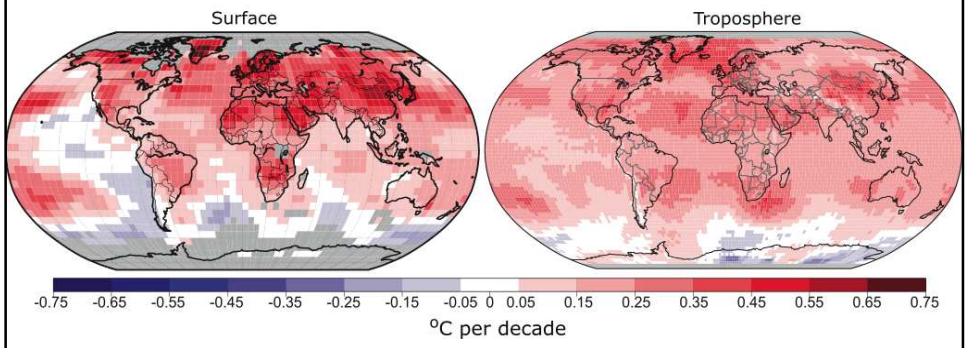
Temperature estreme (caldo, freddo) ed effetti sulla salute

Paola Michelozzi, Dipartimento di Epidemiologia
Rgione Lazio

Corso Cambiamenti climatici, rischi per la salute e misure di prevenzione.
Ministero della Salute 27-28 maggio 2013

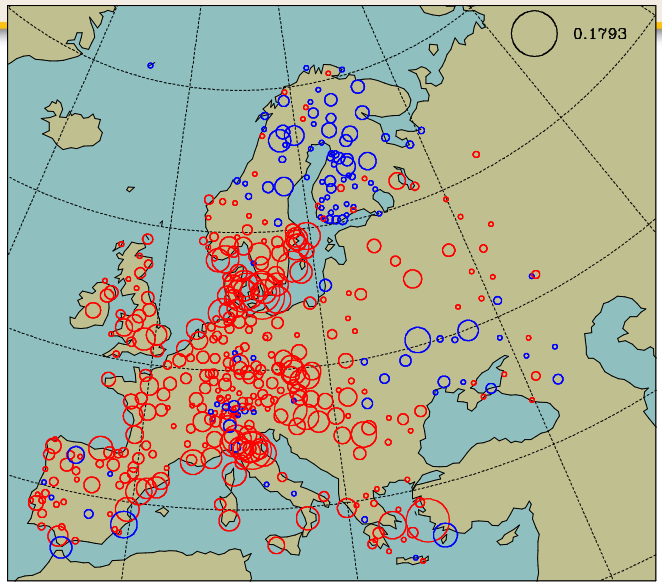


DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DELL'AUMENTO DI TEMPERATURA MEDIO DURANTE GLI ULTIMI 25 ANNI



IPCC WG1-AR4, FAQ 3.1, Figure 1

1958-2000 trend ondate di calore



Scala: giorni/anno. Rosso in aumento

Malcolm Haylock, UEA

IPCC, 2007. Vulnerabilità agli eventi estremi in Europe secondo gli scenari di Cambiamenti Climatici

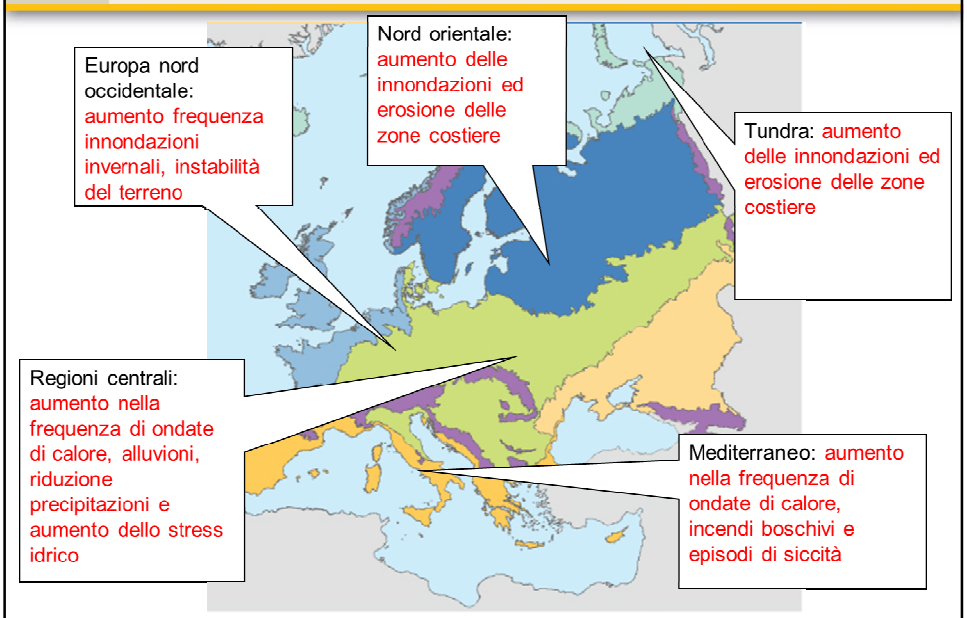


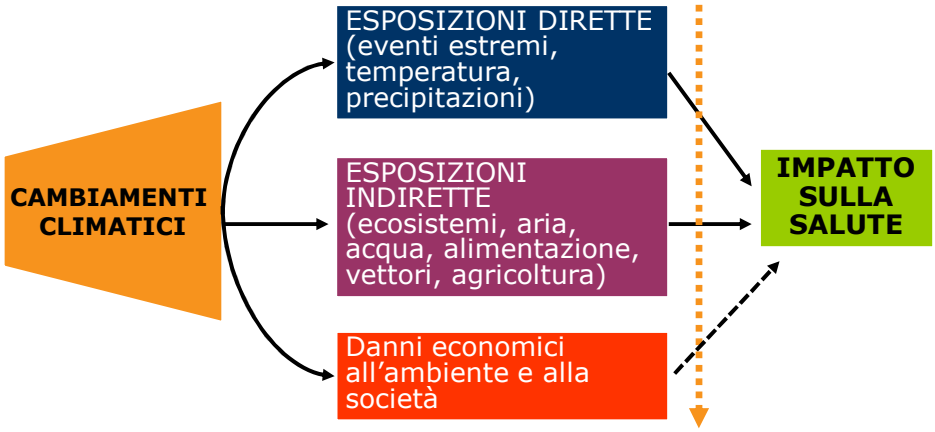
Tabella 1.1 • Trend recenti, valutazione dell'influenza umana sul trend, e proiezioni per eventi meterologici estremi per i quali è stato osservato un trend nella parte finale del XX secolo

FENOMENO E DIREZIONE DEL TREND	PROBABILITA' CHE IL TREND AVVENG VERSO LA FINE DEL XX SECOLO (TIPICAMENTE DOPO IL 1960)	PROBABILITA' DI UN CONTRIBUTO UMANO AL TREND OSSERVATO	PROBABILITA' DI UN TREND FUTURO BASATO SULLE PROIEZIONI PER IL XXI SECOLO USANDO GLI SCENARI SRES
Giorni e notti fredde: diminuizione del numero e riscaldamento sopra la maggior parte delle terre emerse	*Molto Probabile*	*Probabile*	*Virtualmente certo*
Giorni e notti calde: aumento della frequenza e riscaldamento sopra la maggior parte delle terre emerse	*Molto Probabile*	*Probabile (notti)*	*Virtualmente certo*
Periodi caldi/ondate di calore: aumento della frequenza e riscaldamento sopra la maggior parte delle terre emerse	*Probabile*	*Più probabile che no*	*Molto Probabile*
Eventi di intense precipitazioni: aumento della frequenza (o proporzione della pioggia totale rispetto alla pioggia intensa) sopra la maggior parte delle terre emerse	*Probabile*	*Più probabile che no*	*Molto Probabile*
Siccità: aumento delle aree interessate	*Probabile in molte regioni dagli anni settanta*	*Più probabile che no*	*Probabile*
Cicloni tropicali intensi: aumento dell'attività	*Probabile in molte regioni dagli anni settanta*	*Più probabile che no*	*Probabile*
Eventi estremi di innalzamento del livello del mare (esclusi gli tsunami): aumento dell'incidenza	*Probabile*	*Più probabile che no*	*Probabile*

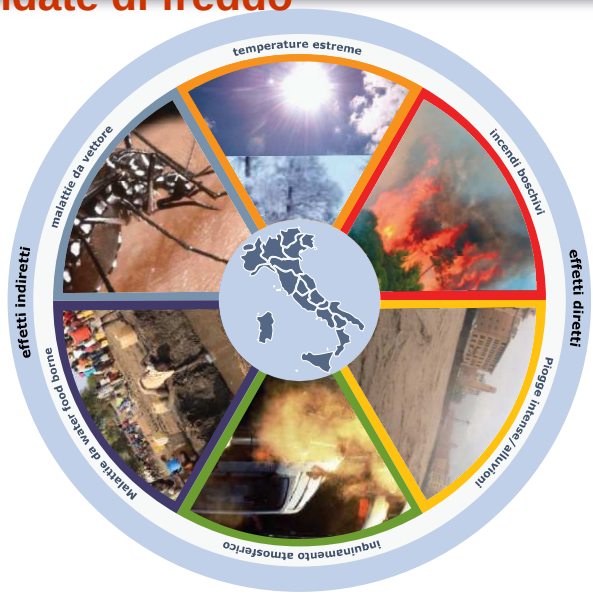
Fonte: IPCC 2007b

Cambiamenti climatici ed effetti sulla salute

VULNERABILITA' *(ambiente, condizioni sociali e economiche, condizioni dei servizi sanitari)*



Effetti delle basse temperature e delle ondate di freddo



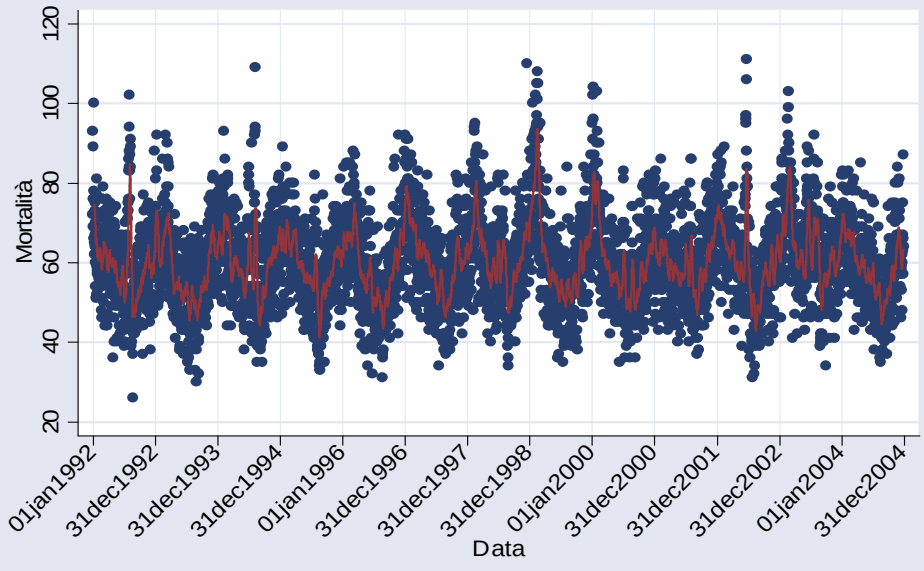
Metodi per lo studio degli effetti della temperatura

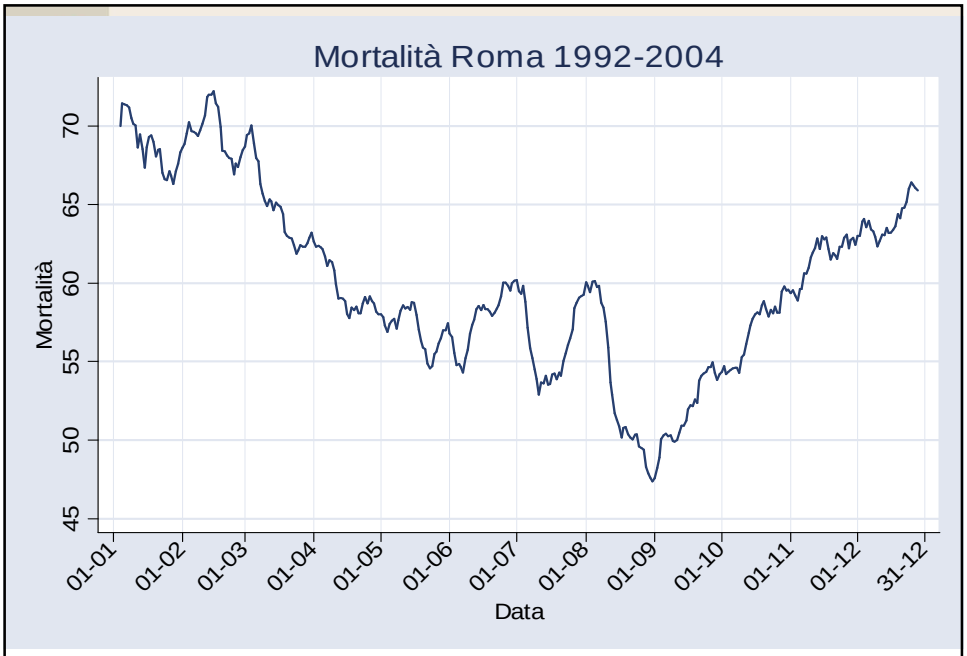
1) ANALISI DEGLI EFFETTI DI EVENTI ESTREMI IN UNA FINESTRA TEMPORALE

Effetto espresso in termini di variazione tra osservati e attesi (valore di riferimento)

2) STUDI DI SERIE TEMPORALE DELL'EFFETTO A BREVE TERMINE DELLE BASSE TEMPERATURE

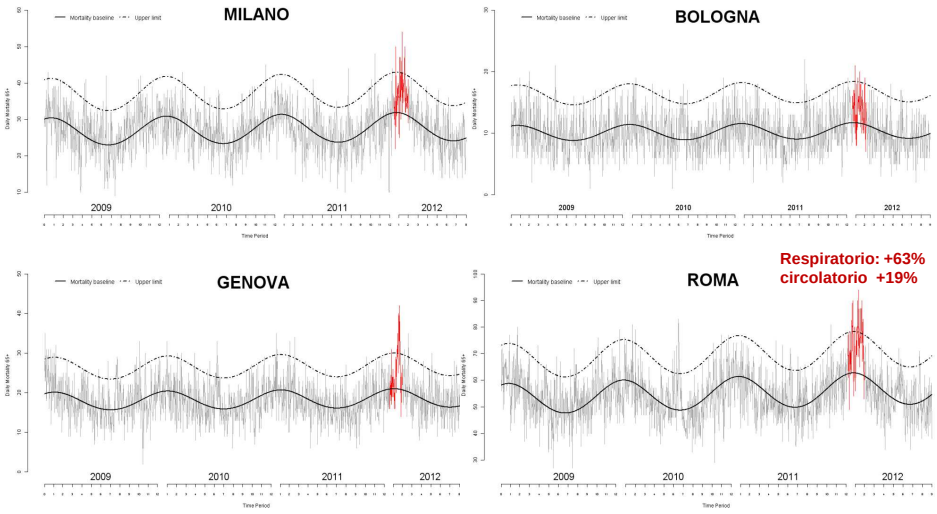
Effetto espresso come incremento % della mortalità giornaliera (o dei ricoveri per causa) per diminuzione di 1 °C





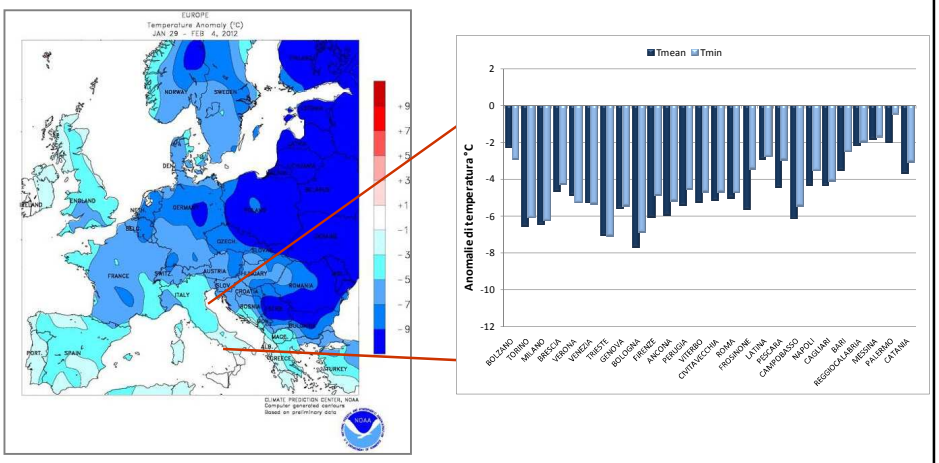
Mortalità: Media mobile a 7 giorni della media giornaliera

Milano, Bologna, Genova, Roma. Trend temporale della mortalità (età 65+) nel periodo 2009-2012



Ondata di freddo Febbraio 2012

Anomalie di temperatura Febbraio 2012 in Europa e nelle città Italiane



Febbraio 2012. Effetti dell'ondata di freddo sulla mortalità (età 75+) in 14 Italiane

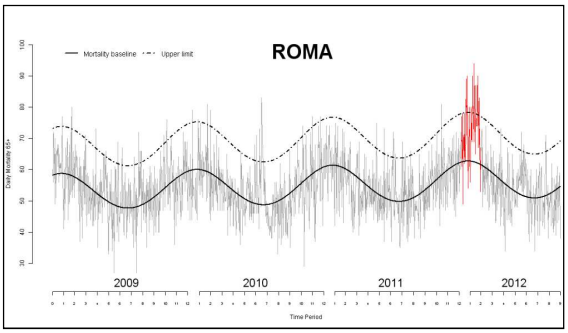
Città	gg ondata freddo	Mortalità		
		Osservato	variazione %	P-value
Bolzano	8	88	47	**0.003**
Torino	17	657	58	**<0.001**
Milano	15	973	40	**<0.001**
Brescia	16	160	34	**0.001**
Verona	16	230	37	**<0.001**
Venezia	18	308	27	**<0.001**
Trieste	17	281	37	**<0.001**
Genova	17	760	39	**<0.001**
Bologna	18	371	22	**0.001**
Firenze	15	323	11	0.075
Ancona	15	82	26	0.060
Perugia	16	118	33	**0.008**
Pescara	14	86	34	**0.018**
Roma	14	1829	29	**<0.001**
	15	**6266**	**34**	**<0.001**

de'Donato et al. 2013 PlosONE

1578 (+34%) decessi in eccesso

Ondate di freddo febbraio 2012: effetti sulla salute in 14 città Italiane

- +1578 **(+25%)** excess deaths in the age group 75+ in 14 italian cities. Excess most due to respiratory and cardiovascular causes.



de'Donato et al. 2013, PLosONE

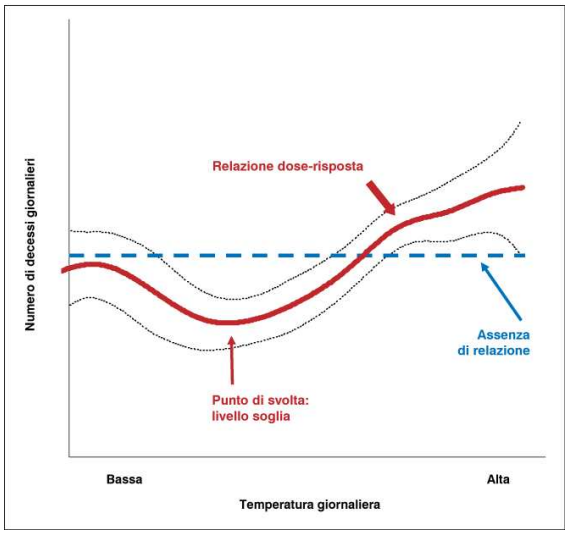
Rome. Impact of the February 2012 cold spell on daily mortality and cause specific mortality.

75+	observed	excess	% var	p_value
All natural causes	1765	434	**33**	**<0.001**
Malignant neoplasms	387	53	**16**	**0.007**
Disease of the circulatory system	775	127	**20**	**<0.001**
Ischemic Heart Disease	257	32	**14**	**0.045**
Acute myocardial infarction	97	1	1	0.941
Cerebrovascular disease	148	7	5	0.566
Disease of the Respiratory System	191	74	**64**	**<0.001**
Chronic obstructive pulmonary disease	129	47	**57**	**<0.001**
Acute respiratory infections	26	9	58	0.063
Pneumonia and influenza	25	10	**67**	**0.046**
Injuries	63	8	15	0.314

de'Donato et al. 2013, PLosONE

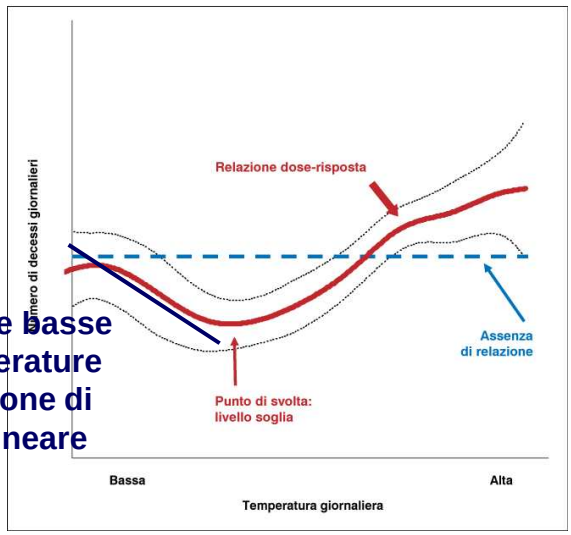
Gli studi di serie temporale: relazione dose-risposta temperatura e mortalità giornaliera

Figura 4.3 • Schema della relazione temperatura-mortalità: la curva dose-risposta



Gli studi di serie temporale: relazione dose-risposta temperatura e mortalità giornaliera

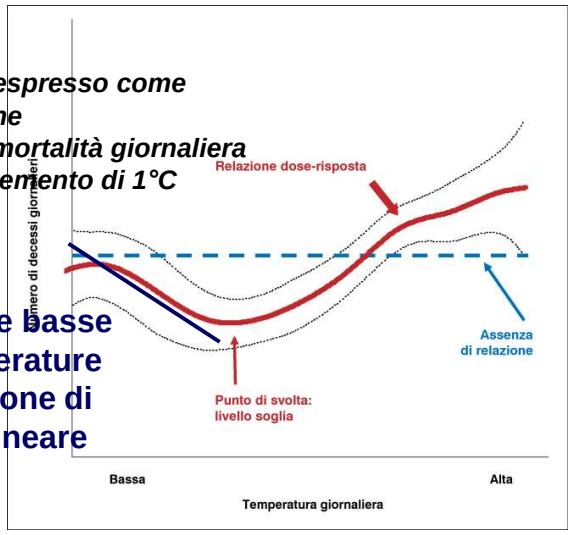
Figura 4.3 • Schema della relazione temperatura-mortalità: la curva dose-risposta



Per le basse temperature relazione di tipo lineare

Gli studi di serie temporale: relazione dose-risposta temperatura e mortalità giornaliera

Figura 4.3 • Schema della relazione temperatura-mortalità: la curva dose-risposta



Effetto espresso come variazione % della mortalità giornaliera Per decremento di 1°C

Per le basse temperature relazione di tipo lineare

Freddo/ondate di freddo e mortalità: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa	Età	Range variazione %	Studi
Malattie del sistema circolatorio	tutte	1-6%	*Medina Ramon 2006; Kysely 2009; Xie 2013; Ma 2013*
		3-14%	*O'Neill 2003; O'Neill 2005; Gomez-Acebo 2013*
		1-3%	*Carder 2005, Analitis 2008, Rocklov 2011*
	60-69	8% (donne)	*Kysely 2009*
	65+	10-19%	*O'Neill 2003, O'Neill 2005*
		4%	*Carder 2005*
	75+	2%	*Analitis 2008*
	<80	3%	*Atsumi 2013*
Malattie cardiache	tutte	2%	*von Klot 2012*
Malattie ischemiche del cuore	tutte	1%	*Revich & Shaposhnikov 2008*
	tutte	1-48%	*Guo 2013; Tian 2012; Yang 2012*
	65+	2%	*Aylin 2001*
	75+	1%	*Revich & Shaposhnikov 2008*
Infarto miocardico acuto	tutte	36%	*Madrigano 2013*
Arresto cardiaco	tutte	14%	*Medina Ramon 2006*
Malattie cerebrovascolari	tutte	1%	*Analitis 2008, Revich & Shaposhnikov 2008*
	65+	2%	*Aylin 2001*
	75+	1-2%	*Analitis 2008, Revich & Shaposhnikov 2008*
Ictus	tutte	2-5%	*Atsumi 2013, Lim 2013*

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Freddo/ondate di freddo e mortalità: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa	Età	Incr. %	Studi
Malattie dell'apparato respiratorio	tutte	3-22%	*O'Neill 2003; O'Neill 2005; Gomez-Acebo 2013;*
		3-5%	*Carder 2005, Analitis 2008*
		2-3%	*Xie 2013*
	65+	9-14%	*O'Neill 2003, O'Neill 2005*
		3-5%	*Aylin 2001, Carder 2005*
	75+	3%	*Analitis 2008*
Malattie polmonari croniche-ostruttive	tutte	2%	*Revich & Shaposhnikov 2008*
	75+	2%	*Revich & Shaposhnikov 2008*
BPCO	tutte	25%	Yang 2012

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Freddo/ondate di freddo e ricoveri: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa	Età	Incr.%	Studi
Ricoveri ospedalieri/PS			
Infarto miocardico acuto	tutte	2-5%	*Misailidou 2006, Panagiotakos 2004; Vasconcelos 2013*
	>65	3-10%	*Misailidou 2006, Panagiotakos 2004*
		19%	*Morabito 2005*
	età mediana: 70	2%	*Bhaskaran 2010*
Malattie dell'apparato respiratorio	>80	11%	*Wichmann 2011*
Asma	tutte	0,4	*Ivey 2003*
Visite presso il medico di medicina generale			
Malattie dell'apparato respiratorio	65+	11%	*Hajat & Haines 2002*
Asma	65+	12%	*Hajat & Haines 2002*
Incidenza di patologia			
Infarto miocardico acuto	tutte	15%	*Madrigano 2013*

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Freddo/ondate di freddo e mortalità/ricoveri: sintesi studi sui bambini

Causa	Età	Effetto	Studi
Mortalità			
Tutte le cause	0-9	RR=1.23	*Diaz 2004*
	0-15	RR=1.11	*O'Neill 2005*
		RR=1.04	*Gouveia 2003*
Ricoveri ospedalieri			
Malattie infettive intestinali	0-4	beta=0.02-0.05	*D'souza 2008*
	0-14	RR=1.23	*Onozuka 2011*
	0-10	RR=1.12	*Checkley 2000*
Infezioni respiratorie acute	0-18	RR=1.38	*Tchidjou 2010*
Asma	0-4	beta=0.04	*Nastos 2008*
	0-14	beta=0.4-1.36	*Ivey 2003, Loh 2010*

Studi in paesi a basso reddito

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Freddo e rischio di infarto (MINAP Registry)

BMJ

RESEARCH

Short term effects of temperature on risk of myocardial infarction in England and Wales: time series regression analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project (MINAP) registry

Krishnan Bhaskaran, research degree student,[1] Shakoor Hajat, senior lecturer,[2] Andy Haines, professor of public health and primary care and director,[3] Emily Herrett, research degree student,[1] Paul Wilkinson, reader in environmental epidemiology,[2] Liam Smeeth, professor of clinical epidemiology[1]

2.0% incremento di MI per 1°C di riduzione della temperatura; a maggior rischio i pazienti con insuff coronarica non in trattamento con aspirina

Temperature changes and the risk of cardiac events

Prevention strategies should target subgroups who are vulnerable to heat and cold

RESEARCH, p 338

Paola Michelozzi head of environmental epidemiology unit michelozzi@asplazio.it
Manuela De Sario epidemiologist, Lazio Region Department of Epidemiology, Via di Santa Costanza 53, 00198 Rome, Italy

Cite this as: *BMJ* 2010;341:c3720
doi: 10.1136/bmj.c3720

Climate change is a concern in many regions of the world where extreme hot and cold temperatures may affect people with cardiovascular diseases and increase the incidence of coronary events. The impact may be greater in areas with inequalities in the access to medical services.[1]

In the linked study, Bhaskaran and colleagues assessed the effect of temperature on the risk of myocardial infarction and other acute coronary syndromes[2]; they performed a time series analysis across 15 conurbations in England and Wales using clinically confirmed hospital admissions

Paris during the 2003 heat wave, which found an increased risk of sudden cardiac death but no increase in myocardial infarction.[4] Moreover, results from a large European multi-city study reported contrasting patterns, with heat affecting mortality from cardiovascular disease but having no effect on hospital admissions for cardiovascular diseases. This suggests that deaths from cardiac disease occur before patients receive medical treatment or are admitted to hospital.[5]

The main strength of the present study is that myocar-

Indicazioni di sanità pubblica

<u>Freddo e salute.</u> Nelle aree in cui è attesa una riduzione dell'esposizione (come nel nostro paese), l'instabilità del clima può causare eventi estremi con un impatto sulla salute più grave poiché le popolazioni sono generalmente non esposte, meno adattate e potenzialmente più suscettibili

BMJ

BMJ 2012;344:e2585 doi: 10.1136/bmj.e2585 (Published 10 April 2012)

LETTERS

CLIMATE CHANGE

Invest now in adaptive strategies to cope with weather instability

Paola Michelozzi *head, Environmental Epidemiology Unit*, Marina Davoli *head*

Department of Epidemiology, Lazio Regional Health Service, Italy, Rome, 00198, Italy

Climate change will increase weather instability and the occurrence of extreme hot and cold episodes, even in regions and populations not usually affected.[1] From the end of January to mid-February 2012 Italy experienced record low temperatures over 10-18 days. Mean daily temperatures were 10°C lower than normal, and snow of up to 3 m deep was recorded in northern and central regions during the first half of February. Entire communities were isolated and cut off from energy and food supplies principally because of the snow.

Fourteen large urban areas showed an increase in mortality among those aged 75 and over, with an overall 1578 (25%) excess deaths, ranging from 22% in Bologna to 58% in Turin. In Rome the increase in daily deaths occurred with the decline in temperatures and remained high till the end of February, while in Genoa the effect was observed several days after the temperature fell.

Italy, like many other Mediterranean countries, lacks adaptive strategies to prevent cold related health effects. The impact of this recent episode shows that investing in a cold plan is important even in a time of economic crisis. Identifying those most vulnerable to extreme temperatures is important. Preparedness may be achieved through introducing warning systems and local prevention measures according to the degree of risk, with targeting of vulnerable people. Information campaigns are needed to raise awareness among doctors, vulnerable groups, and the general public.

Competing interests: None declared.

1 McMichael T, Montgomery H, Costello T. Health risks, present and future, from global climate change. *BMJ* 2012;344:e1359. (19 March.)

Cite this as: *BMJ* 2012;344:e2585

© BMJ Publishing Group Ltd 2012

Elevate temperature ed ondate di calore

Studi di serie temporale

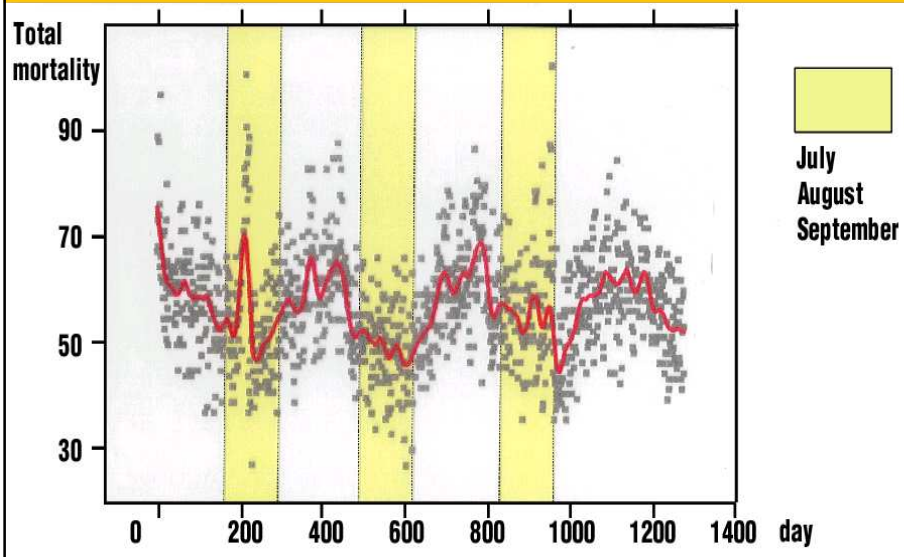
E’ considerato il disegno di studio più efficiente per esaminare la relazione temperatura-mortalità

Consente di stimare l’eccesso di mortalità associato ad incrementi di temperatura

Consente di tener conto dell’effetto di potenziali confondenti (stagionalità; inquinamento atmosferico)

Consente di tener conto del tempo di latenza e dell’effetto di harvesting

Es. Andamento giornaliero e stagionalita' della mortalita'. Residenti a Roma



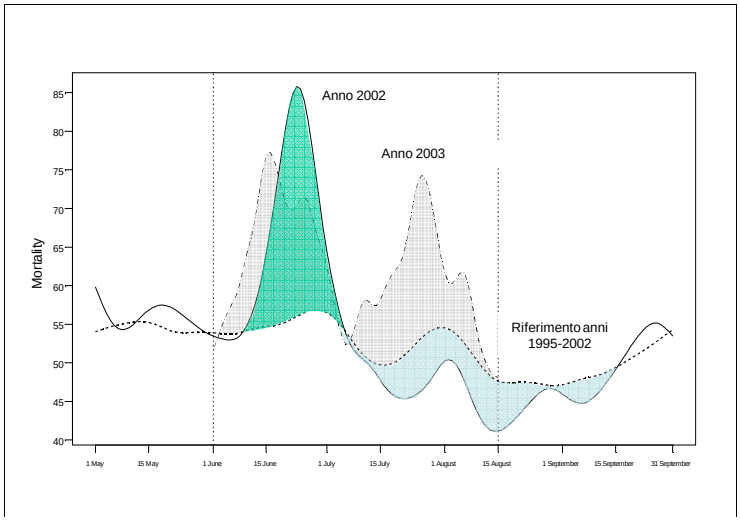
Studi di finestre temporali (Heat wave study)

Quando si confrontano anni/periodi

La stima della mortalità attesa dipende dalle caratteristiche temporali della popolazione di riferimento

Difficile stimare l'eccesso di mortalità (incerta la mortalità di riferimento)

Picchi di mortalità a Roma nell'estate 2002 e 2003



"CALDO"

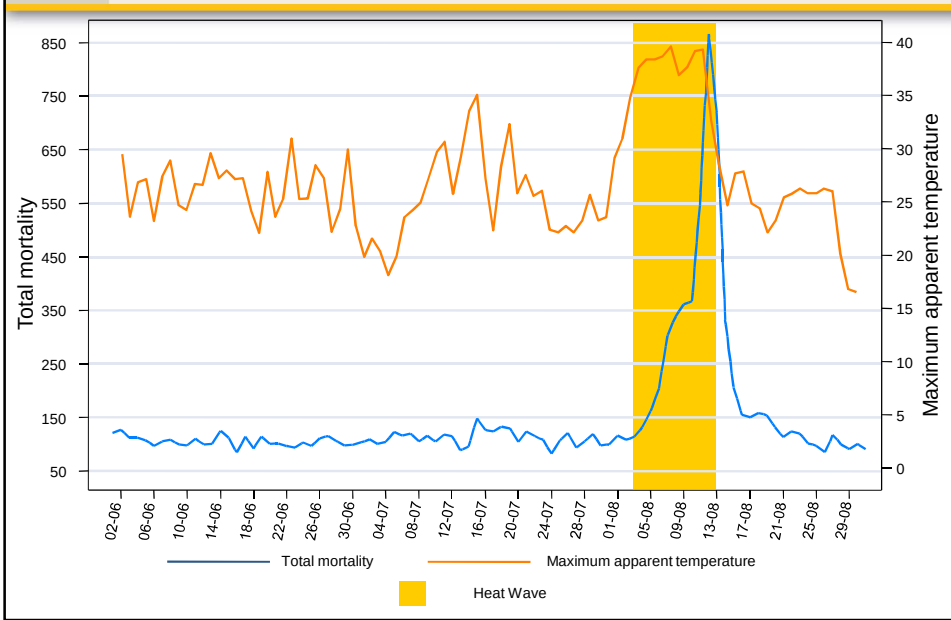
vs

ONDATE DI CALORE

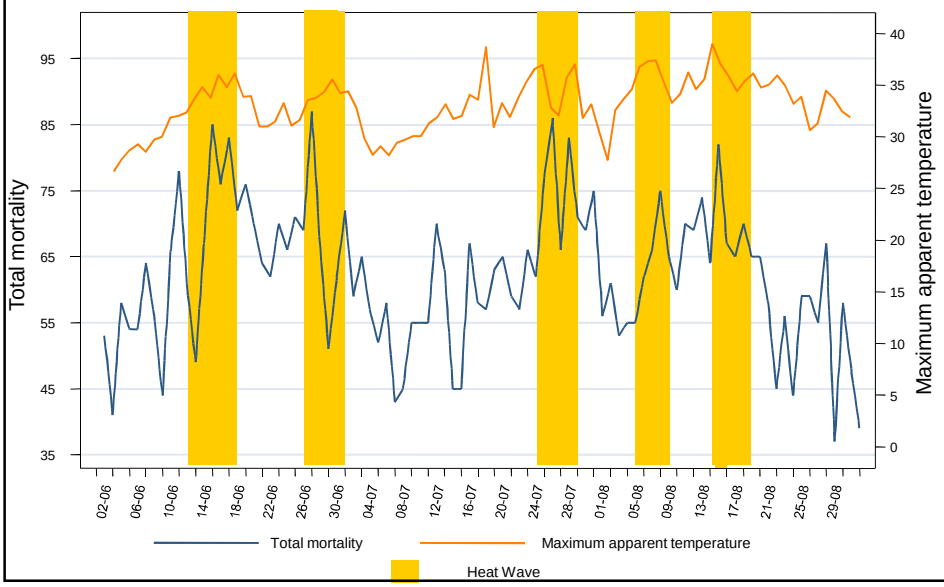
Durante l'estate 2003 l'Europa centrale e meridionale è stata colpita da un'ondata di calore di straordinaria durata e intensità. In alcuni casi le Temperature registrate sono state fino a 7°C al di sopra delle medie Stagionali; nei giorni immediatamente successivi sono stati registrati forti incrementi della mortalità.
E' ritenuto dei peggiori disastri naturali verificatisi in Europa negli ultimi 100 anni. Le valutazioni sull'impatto sulla mortalità hanno stimato **oltre 70.000 decessi in eccesso.**

Esempio: Parigi Estate 2003

Effetto dell'aumento della temperatura e delle ondate di calore sulla mortalità totale.

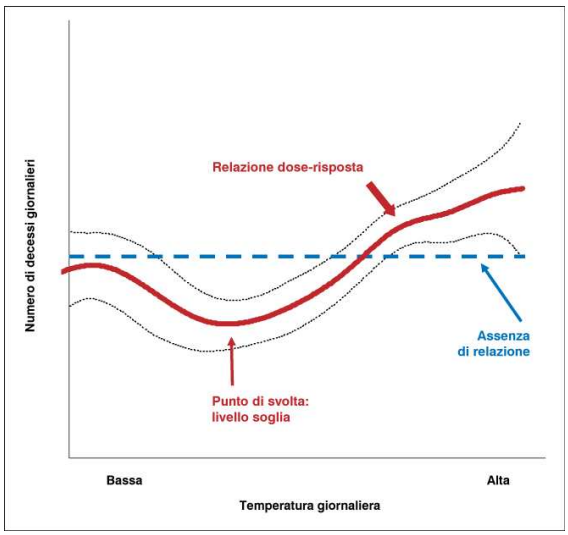


Effetto dell'aumento della temperatura e delle ondate di calore sulla mortalità totale . Esempio: Roma Estate 2003



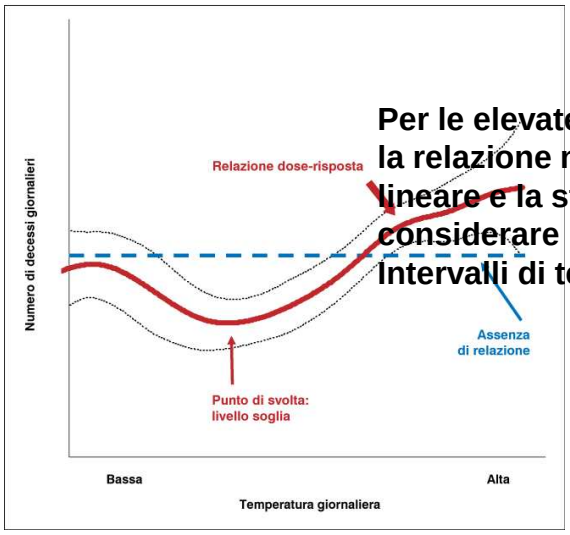
Relazione dose-risposta temperatura e mortalità giornaliera

Figura 4.3 • Schema della relazione temperatura-mortalità: la curva dose-risposta



Relazione dose-risposta temperatura e mortalità giornaliera

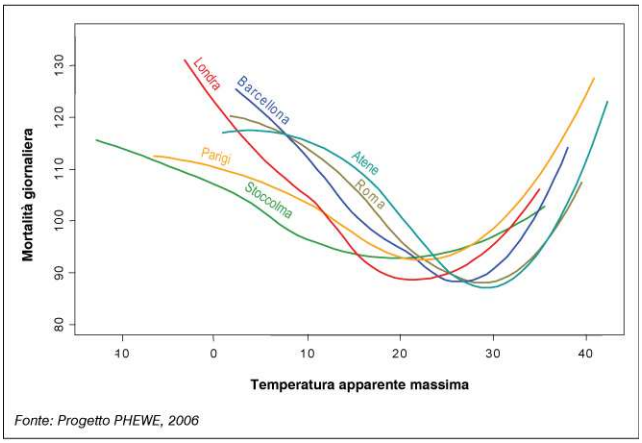
Figura 4.3 • Schema della relazione temperatura-mortalità: la curva dose-risposta



Per le elevate temperature la relazione non è lineare e la stima deve considerare intervalli di temperatura

Relazione temperatura mortalità nelle città Europee

Figura 4.4 • Confronto della curva temperatura-mortalità in alcune città Europee



Fonte: Progetto PHEWE, 2006

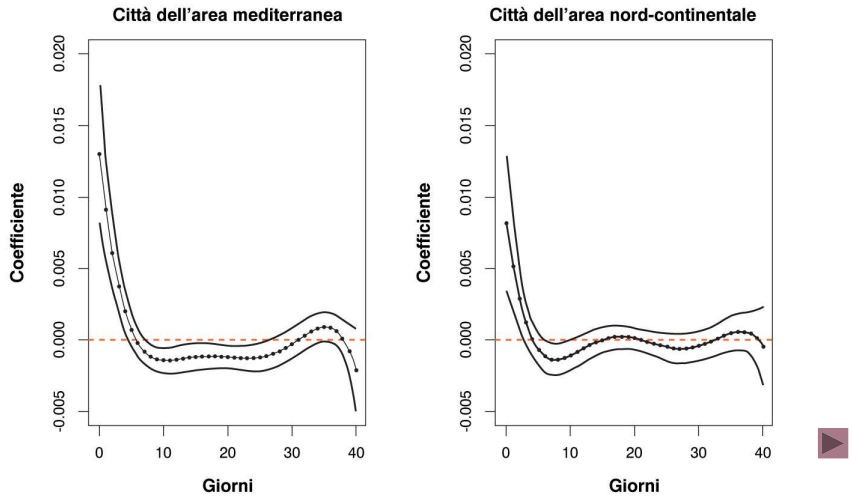
Figura 4.5 • Stime del valore soglia e dell'effetto delle temperature sulla mortalità in 15 città Europee

Fonte: Baccini M et al, 2008

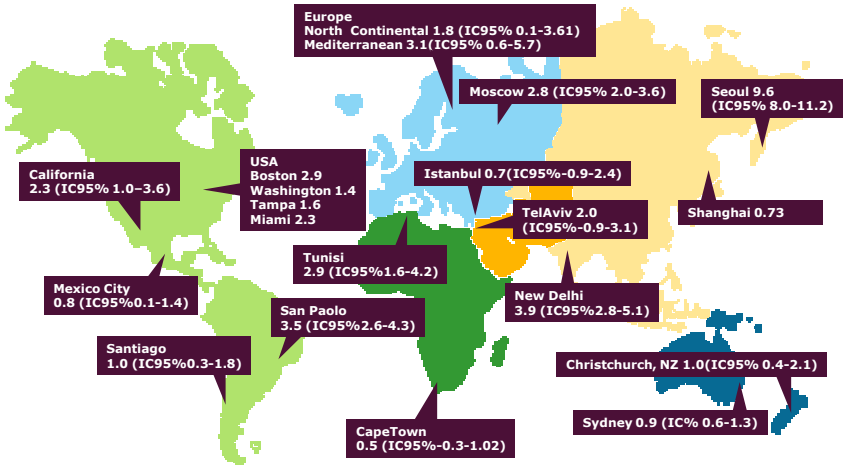
Progetto PHEWE (15 città): Incremento % nella mortalità per 1°C di incremento nella Tappmax sopra la soglia

	Mediterranean cities			North-Continental cities		
Natural mortality						
	% change	95% CrI		% change	95% CrI	
All ages	3.12	0.60	5.73	1.84	0.06	3.64
15-64 yrs	0.92	-1.29	3.13	1.31	-0.94	3.72
65-74 yrs	2.13	-0.42	4.74	1.65	-0.51	3.87
75+ yrs	4.22	1.33	7.20	2.07	0.24	3.89
Cardiovascular mortality						
	% change	95% CrI		% change	95% CrI	
All ages	3.70	0.36	7.04	2.44	-0.09	5.32
15-64 yrs	0.57	-2.47	3.83	1.04	-2.20	4.92
65-74 yrs	1.92	-1.49	5.35	1.50	-1.12	4.62
75+ yrs	4.66	1.13	8.18	2.55	-0.24	5.51
Respiratory mortality						
	% change	95% CrI		% change	95% CrI	
All ages	6.71	2.43	11.26	6.10	2.46	11.08
15-64 yrs	1.54	-3.68	7.22	3.02	-1.55	7.42
65-74 yrs	3.37	-1.46	8.22	3.90	-0.16	8.92
75+ yrs	8.10	3.24	13.37	6.62	3.04	11.42

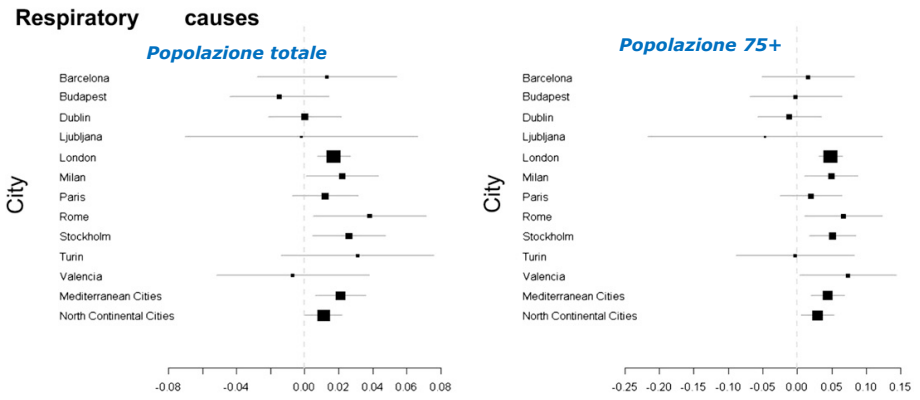
Effetto di harvesting
(Progetto PHEWE, Baccini M et al, 2008)



Sintesi dalle evidenze dell'impatto del caldo sulla Mortalità giornaliera (incrementi %) per aumenti di temperatura di 1°C



Variazione percentuale dei ricoveri ospedalieri per cause respiratorie per incrementi di 1°C della temperatura (*Michelozzi et al. 2009)*



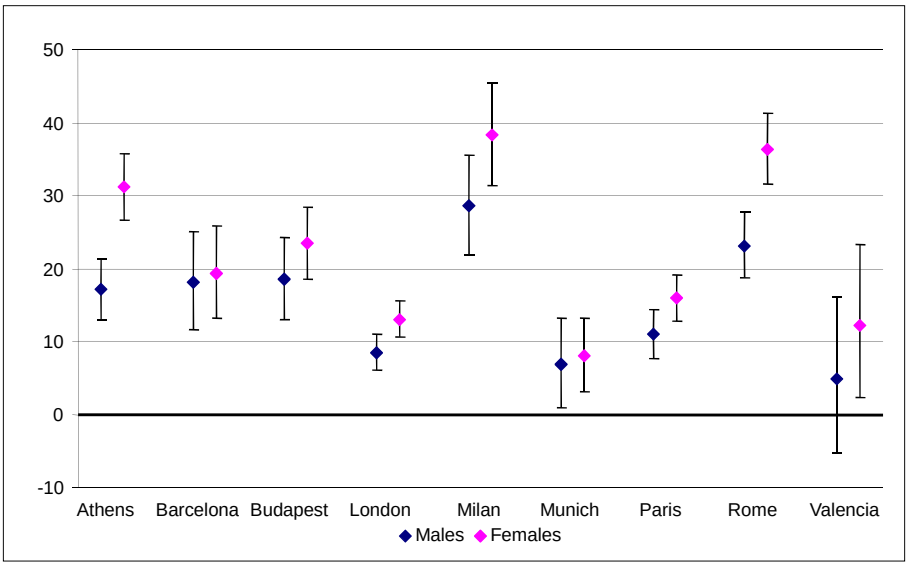
Fonte: Michelozzi et al. 2009, AJCCM

Progetto EUROHeat. Effetto di episodi di ondata di calore sulla mortalità totale in 9 città europee

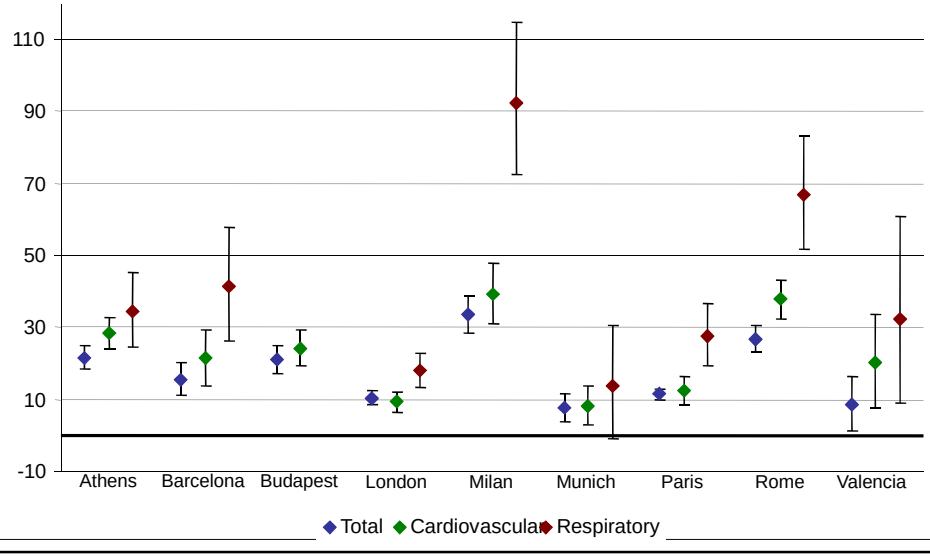
City	1990-2002, 2004				2003			
	heat-wave days	increase in daily mortality			heat-wave days	increase in daily mortality		
	range	%	90 CI			%	90 CI	
Athens	4 - 21	21.5	18.2	- 25.0	11	23.0	13.6	- 33.1
Barcelona	5 - 10	7.1	1.4	- 13.0	43	35.7	28.3	- 43.5
Budapest	3 - 18	24.7	21.0	- 25.2	16	8.8	1.3	- 32.0
London	3 - 27	7.9	6.1	- 9.8	14	43.8	37.6	- 50.3
Milan	3 - 14	31.0	25.0	- 37.2	45	48.0	37.2	- 59.5
Munich	3 - 15	8.2	4.0	- 12.5	30	5.9	-1.7	- 14.2
Paris	3 - 15	5.5	3.9	- 7.2	18	105.5	93.2	- 118.7
Rome	3 - 15	27.5	23.5	- 31.6	30	34.5	27.4	- 41.9
Valencia	4 - 13	5.0	-5.6	- 16.7	32	21.4	9.2	- 34.9

(D'Ippoliti et al. 2010)

Progetto EUROHeat. Effetto delle ondate di calore negli anziani di età 65 e oltre per genere. (variazione %and IC 95%)



EUROHeat. Effetto delle ondate di calore sulla mortalità per causa in 9 città. (variazione % and IC95%)



Caldo/ondate di calore e mortalità: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa di decesso	Età	Incr. %	Studi
Malattie del sistema circolatorio	tutte	9-41%	*Michelozzi 2005, Fouillet 2006, Anderson 2009, Huang 2010*
		1-18%	*Hajat 2005, Ren 2006, Ishigami 2008, Baccini 2008, Yu 2011a,b*
		1-6%	*Ostro 2010, Basu 2008, Pattenden 2010*
	65+	7-43%	*D'Ippoliti 2010*
	65+, 75+	4-20%	*Baccini 2008, Ishigami 2008*
Malattie cardiache	tutte	20%	*Huang 2010*
Ipertensione arteriosa	tutte	20%	*Basagana 2011*
Malattie ischemiche del cuore	tutte	2-3%	*Revich & Shaposhnikov 2008, Gasparrini 2012*
		20%	*Basagana 2011*
		1-30%	*Ostro 2010, Basu 2008, Guo 2013, Tian 2012, Yang 2012*
	75+	3%	*Revich & Shaposhnikov 2008*
Infarto miocardico acuto	tutte	5%	*Medina-Ramon 2007*
		1%	*Gasparrini 2012*
		44%	*Madrigano 2013*
Malattia cardiopolm. cronica	tutte	8%	*Gasparrini 2012*
Aritmie cardiache	tutte	5%	*Gasparrini 2012*
Insufficienza cardiaca	tutte	4%	*Gasparrini 2012*
		20%	*Basagana 2011*
Malattie cerebrovascolari	tutte	3-5%	*Revich & Shaposhnikov 2008, Gasparrini 2012*
		20%	*Basagana 2011*
	65+	12-51%	*Calado 2005, D'Ippoliti 2010, Huang 2010*
	75+	5%	*Revich & Shaposhnikov 2008*
Ictus	tutte	3-15%	*Ostro 2010, Green 2010 ; Yang 2012*
Aterosclerosi	tutte	50%	*Basagana 2011*

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Caldo/ondate di calore e mortalità: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa	Età	Incr. %	Studi
Malattie dell'apparato respiratorio	tutte	23-90%	*Calado 2005, Michelozzi 2005, Fouillet 2006, Huang 2010*
		4-9%	*Hajat 2005, Ishigami 2008, Baccini 2008, Yu 2011b, Gasparrini 2012*
		2-14%	*Ostro 2010, Green 2010, Pattenden 2010*
	75+	110%	*Fouillet 2006*
		7-22%	*Ishigami 2008, Baccini 2008*
	65+	12-59%	*D'Ippoliti 2010*
Infezioni respiratorie	tutte	4%	*Gasparrini 2012*
Polmonite	tutte	20%	*Basagana 2011*
		4,0%	*Ostro 2010, Green 2010*
Malattie polmonari cr.-ostruttive	tutte	20%	*Basagana 2011*
		9%	*Revich & Shaposhnikov 2008*
BPCO ed enfisema	tutte	4%	*Gasparrini 2012*
		21%	*Yang 2012*
Asma	tutte	5%	*Gasparrini 2012*
Malattie delle ghiandole endocrine	tutte	18-159%	*Calado 2005, Michelozzi 2005, Fouillet 2006, Rey 2007*
	75+	80%	*Fouillet 2006*
Diabete	tutte	3%	*Gasparrini 2012*
		20%	*Basagana 2011*
		3-4%	*Ostro 2010, Green 2010*

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Caldo/ondate di calore e mortalità: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa	Età	Incr. %	Studi
Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso	tutte	86%-100%	Michelozzi 2005, Fouillet 2006, Rey 2007
	75+	110%	Fouillet 2006
Disturbi psichici	tutte	7%-80%	Michelozzi 2005, Fouillet 2006, Rey 2007, Hansen 2008
	65+	110%	Fouillet 2006
	65+	75%	Stafoggia 2006

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Caldo/ondate di calore e ricoveri: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa	Età	Incr. %	Studi
Malattie del sistema circolatorio	tutte	2-8%	*Rocklov 2011, Ma 2011*
	65+	15%	*Schwartz 2005*
Ictus ischemico	tutte	3-4%	*Green 2010; Basu 2012*
	età media: 71	2%	*Dawson 2007*
Malattie ischemiche del cuore	tutte	3%	*Lin 2009*
		2%	*Basu 2012*
Infarto miocardico acuto	tutte	10%	*Morabito 2005*
	65+	18%	*Koken 2003;*
Insufficienza cardiaca	65+	13%	*Koken 2003*
Aritmie cardiache	tutte	3%	*Basu 2012*
Ipotensione	tutte	13%	*Basu 2012*
Malattie dell'apparato respiratorio	tutte	6%	*Ma 2011*
		1-5%	*Kovats 2004, Michelozzi 2009*
		2%	*Green 2010*
	65-74	8%	*Kovats 2004*
	75+	5%	*Mastrangelo 2007*
		3-28%	*Kovats 2004, Linarez & Diaz 2007, Michelozzi 2009*
	tutte	4%	*Green 2010*
	tutte	13%	*Semenza 1999*
Polmonite e influenza	tutte	4%	*Lin 2009*
Malattie polmonari cr.-ostruttive	tutte	5-8%	*Lin 2009;Montero 2012*
Asma	tutte	4%	*Lin 2009*
	75+	4-7%	*Montero 2012*
BPCO	tutte	5-8%	*Lin 2009;Montero 2012*
	75+	7%	Montero 2012

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Caldo/ondate di calore e ricoveri: sintesi studi pubblicati 2005-2013

Causa	Età	Incr. %	Studi
Diabete	tutte	3-4%	*Green 2010, Basu 2012*
Malattie infettive intestinali	tutte	6%	*Basu 2012*
Malattie renali	tutte	5-40%	*Hansen 2008b, Knowlton 2009, Wang 2011*
	75+	48%	*Nitschke 2011*
	tutte	16%	*Basu 2012*
Insufficienza renale acuta	tutte	11-26%	*Hansen 2008b, Knowlton 2009*
	5-64	15%	*Knowlton 2009*
Disturbi psichici	tutte	7%	*Nitschke 2007, Hansen 2008b*
	15-64	6%	*Hansen 2008a*
	75+	17%	*Hansen 2008a*

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Caldo/ondate di calore e mortalità: sintesi studi sui bambini

Causa	Età	Effetto	Studi
Tutte le cause	**<1**	RR=1.3	*Fouillet 2006, Hutter 2007*
		RR=1.05	*Basu 2008*
	0-5	RR=1.2-3.2	*Nitschke 2007, 2011*
		RR=1.04	*Basu 2008*
	5-14	RR=1.15	*Nitschke 2007*
	0-14	RR=1.03-1.20	*Gouveia 2003, Ishigami 2008*
		RR=1.04-1.13	*Hajat 2005, O'Neill 2005*
		RR=1.05	*Rooney 1998*
Malattie del sistema circolatorio	**0-14**	+183 decessi	*Kysely 2009*
Condizioni perinatali	**<1**	RR=1.5	*Basagana 2011*
M. cardiovascolari/respiratorie		RR=1.3	
M. sistema digerente		RR=3.9	
M. emorragiche/ematologiche		RR=2.0	

Studi in paesi a basso reddito

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Caldo/ondate di calore e ricoveri: sintesi studi sui bambini

Causa	Età	Effetto	Studi
Tutte le cause	**0-4**	RR=1.002	*Kovats 2004*
		RR=1.02	*Nitschke 2011*
	0-10	RR=1.002	*Linarez & Diaz 2007*
	5-14	RR=1.04	*Nitschke 2011*
M. apparato respiratorio	**0-4**	RR=1.04	*Kovats 2004*
Infezioni respiratorie acute	**0-18**	RR=1.94	*Tchidjou 2010*
Asma	**2-15**	beta=0.82	*Hashimoto 2004*
M. infettive intestinali	**0-10**	RR=1.04	*Checkley 2000*
	0-14	RR=1.06-1.13	*Hashizume 2007, Onozuka 2011*
		beta=0.37	*Lam 2007*
	5-18	RR=1.21	*Green 2010*
M. renali	**5-14**	RR=2.64	*Nitschke 2011*
Disturbi psichici	**0-4**	RR=1.52	*Nitschke 2007*
Cause legate al caldo	**0-4**	RR=6.17	*Knowlton 2009*
Dist. equilibrio elettrolitico	**0-4**	RR=1.06	*Knowlton 2009*
	5-18	RR=1.20	*Green 2010*

Studi in paesi a basso reddito

ondata di calore vs non ondata | Incremento di 1°C di T | Altro range di T

Sintesi degli effetti delle elevate temperature : principali evidenze da studi epidemiologici

Effetto immediato (1-2 giorni di latenza);l'effetto si esaurisce entro i 5 giorni successivi

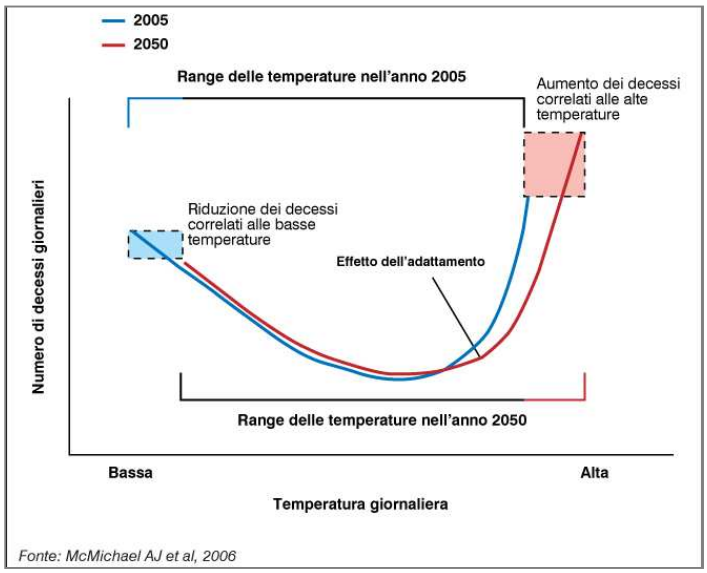
Eterogeneità geografica dell'effetto temperatura-mortalità; effetto maggiore nelle città dell'area mediterranea (variazioni dell'esposizione, della suscettibilità, delle capacità di adattamento)

Effetto maggiore sulla mortalità per cause respiratorie e cardiovascolari

Effetto di "harvesting" ossia di compensazione dell'eccesso osservato osservato solo in alcuni studi e non in altri (non compensa tutto l'eccesso osservato)

Effetto maggiore sulla mortalità che sui ricoveri ospedalieri

Cambiamenti Climatici e variazione della relazione temperatura-mortalità



Fonte: McMichael AJ et al, 2006

Riduzione degli effetti del caldo nella popolazione anziana in 16 città italiane dopo l'introduzione del Piano Nazionale Caldo

Proporzione decessi attribuibili al caldo:

1998-2002: +8.6%

2006-2009: +3.4%

Decessi attribuibili al caldo:

1998-2002: 1902

2006-2009: 772

Riduzione dei decessi attribuibili al caldo: **- 1179**

Fonte: Schifano et al. 2012, Environmental Health

Caldo

«Scipione» l'africano
infiamma la città
Domani il picco di afa

IL CASO Ieri superati i 34 gradi, il picco massimo è previsto giovedì

Ecco Scipione, caldo africano settimana di temperature record

Nonostante i divieti prese d'assalto le fontane

"Caronte" porta il record del caldo. Allerta negli ospedali

Caronte non si placa
Raddoppiati gli interventi
dei vigili del fuoco

STEFANIA CARBONI

"CARONTE" traghetta oggi i romani nella giornata più calda dell'anno. L'anticiclone africano, proveniente dall'entroterra algerino e tunisino, porta la capitale il weekend più afoso di quest'inizio estate. L'apice sarà oggi tra le 12 e le 17 con il termometro che schizzerà sopra i 35 gradi, con punte di

AFA RECORD Potenziato il piano per aiutare gli over 65, dai presidi sanitari al numero verde

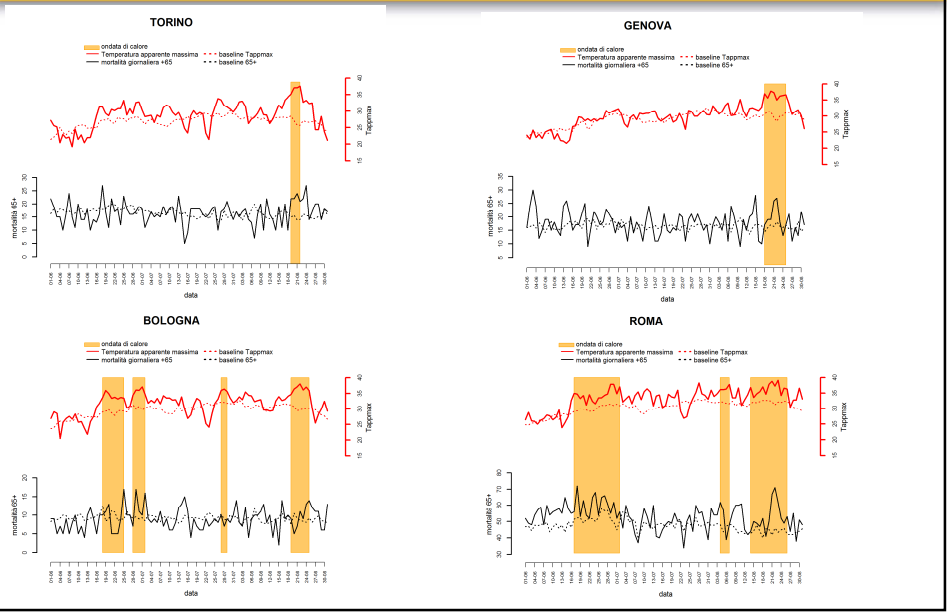
Minosse non molla la presa

Il giorno di «Minosse»
Caldo oltre i 40 gradi

arme del Comune

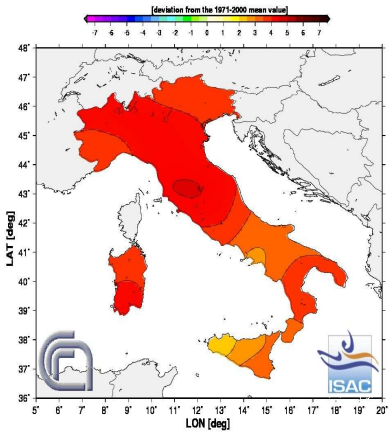
l weekend previsti picchi di 44°»

Estate 2012. Ondate di calore continuano ad avere un impatto sulla popolazione

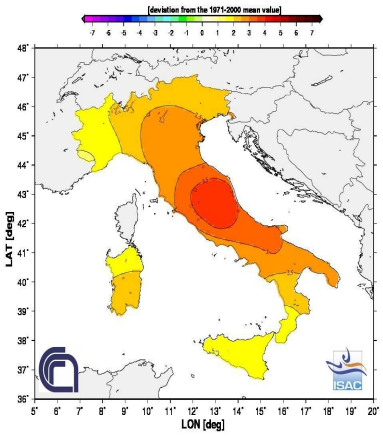


Confronto tra estate 2003 e 2012

Anomalie di temperatura rispetto al riferimento (1971-2000) nel periodo estivo (giugno-agosto)



2003



2012

Confronto 2003 -2012. Si sta modificando l'impatto delle ondate di calore?

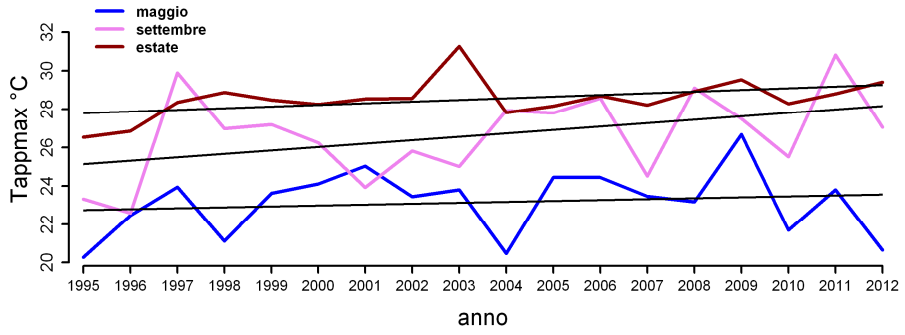
Decessi giornalieri in eccesso e variazione % nella classe di età 65+ anni, durante i giorni di ondata di calore.

	ONDATA 2003				ONDATA 2012			
Città	gg ondata	Eccessi	Var %	p_value	gg ondata	Eccessi	Var %	p_value
BOLZANO	45	15	16	0.147	49	24	**25**	**0.028**
TORINO	42	629	103	**<0.001**	14	31	13	0.062
MILANO	60	534	42	**<0.001**	0	-	-	-
BRESCIA	33	83	59	**<0.001**	41	10	7	0.433
VERONA	32	101	59	**<0.001**	31	21	14	0.113
VENEZIA	36	51	22	**0.002**	10	15	22	0.100
TRIESTE	47	3	1	0.871	27	13	8	0.337
GENOVA	41	290	42	**<0.001**	11	11	6	0.445
BOLOGNA	8	40	56	**<0.001**	9	14	17	0.151
FIRENZE	47	106	25	**<0.001**	3	-3	-10	0.556
ANCONA	9	6	32	0.23	0	-	-	-
ROMA	28	546	44	**<0.001**	35	88	5	**0.041**
NAPOLI	18	166	52	**<0.001**	14	-1	0	0.953
BARI	9	13	27	0.096	5	1	3	0.864
PALERMO	25	121	44	**<0.001**	11	2	2	0.858
	32	**2704**	**46**	**<0.001**	**17**	**226**	**7**	**<0.001**

2003: 2704 decessi in eccesso (+46%)

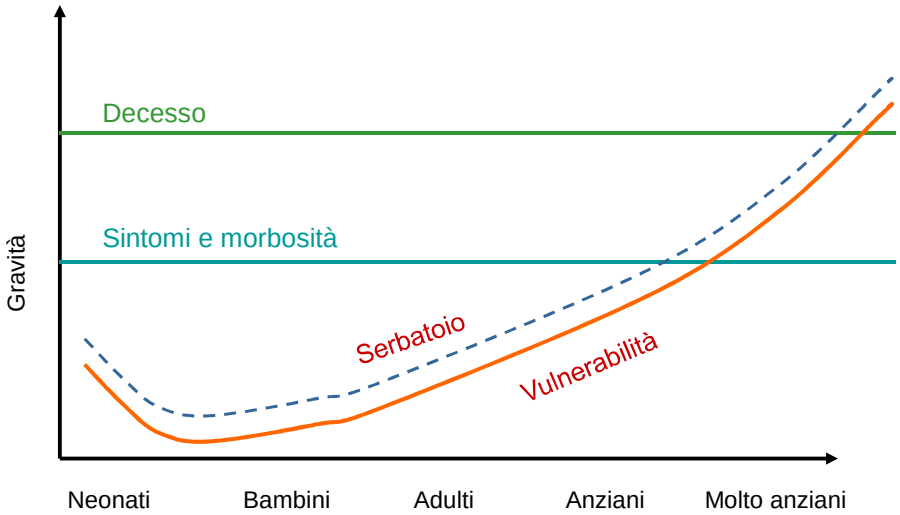
2012: 226 decessi in eccesso (+7%)

Elevate temperature: si sta modificando l'esposizione della popolazione



Quali sono i sottogruppi di popolazione a maggior rischio (suscettibili)?

Suscettibilità e gravità clinica



Livello di suscettibilità

d1 **Fattori che determinano la transizione dalla popolazione generale al "serbatoio" dei suscettibili (es: età, genere, livello socio-economico, caratteristiche abitative, malattie croniche, fattori di rischio ambientali: *esposizione al caldo* , inquinamento atmosferico, etc.)**

d2 **Determinanti della mortalità: *esposizione al caldo*, al freddo, epidemie influenzali, inquinamento atmosferico**

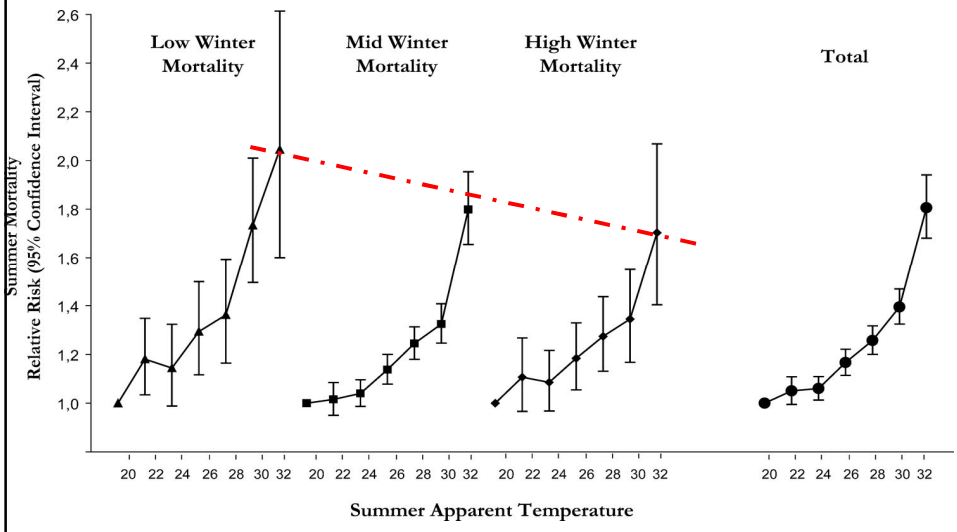
Le **prime ondate di calore** che si verificano nel corso dell'estate sono state associate ad un **maggiore effetto** sulla mortalità rispetto agli eventi successivi

Mortalità in sottogruppi di popolazione a rischio fenomeno di esaurimento dei suscettibili

e/o

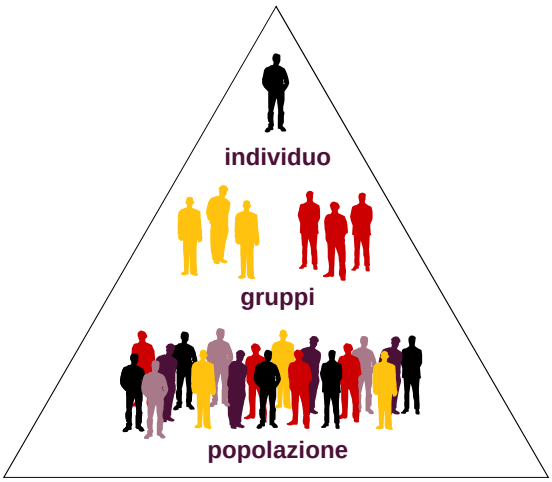
Graduale adattamento della popolazione

Associazione temperatura-mortalità nei soggetti >65 anni residenti a Roma per livello di mortalità (basso, medio, elevato) dell'inverno precedente



Stafoggia M. et al. Epidemiology • Volume 20, Number 3, May 2009

Suscettibilità e vulnerabilità



Suscettibilità individuale

(Suscettibilità genetica, percezione del rischio)

Suscettibilità acquisita

(stato di salute / stili di vita / condizioni socio – economiche)

Vulnerabilità

(funzione dell'esposizione, della suscettibilità e dell'adattamento

Complessa interazione (fattori biologici, sociali, economici, culturali)

Gruppi di fattori che possono influenzare la suscettibilità sia al caldo che al freddo

(1)Condizioni ambientali

– Urbano/rurale; caratteristiche abitative, aria condizionata(riscaldamento), livello di inquinamento dell'aria

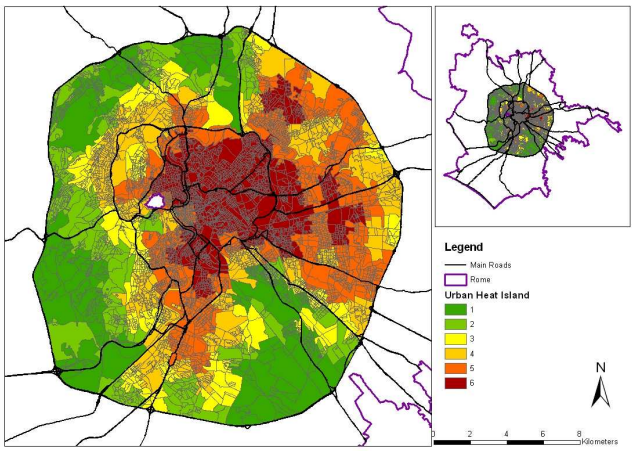
(2)Caratteristiche socio-demografiche

– Età, genere, stato civile, livello socio-economico, isolamento sociale

(3)Condizioni di salute

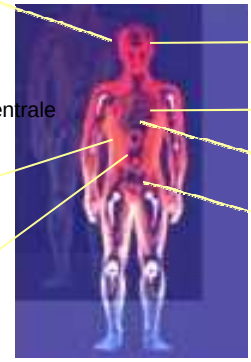
– Presenza di patologie croniche (assunzione di alcuni farmaci)

(1)Condizioni Ambientali: l'isola di calore urbana



ABSTRACT CODE EUROEPI 2010: 1363. de'Donato FK, et al. Definition of the Urban Heat Island in Rome and possible use in the evaluation of the impact of heat waves on mortality within the city. dedonato@asplazio.it

(3) Condizioni cliniche associabili agli effetti delle elevate temperature



Uso di farmaci:

Interazione con la risposta fisiologica alle temperature elevate (es. neurolettici, ipnotici, antiparkinsoniani, diuretici)

Interazione con lo stato di idratazione (es. alcaloidi, antitrombotici etc.)

Malattie cardiovascolari e temperatura ambientale: meccanismi patogenetici

FREDDO

- Attivazione risposte infiammatorie e della coagulazione in persone suscettibili
- Vasocostrizione cutanea, aumento della pressione sistolica e del volume ematico, della gittata cardiaca e del fabbisogno di ossigeno
- Cambiamenti ematologici conseguenti alla vasocostrizione e conseguente emoconcentrazione

Vuori I. The heart and the cold. *Annals Clin Research* 1987; 19: 156-162
Schneider A, et al. *Epidemiology* 2008;19:391-400

CALDO

- ***Perdita di liquidi e di sali per sudorazione che in un organismo disidratato, conduce ad emoconcentrazione e, potenzialmente, a trombosi del circolo coronarico, cerebrale o polmonare e rischio di coagulazione intravasale disseminata***
- ***Compromissione di uno o più meccanismi di termoregolazione e ridotta capacità di aumentare la gittata cardiaca dopo vasodilatazione periferica, specialmente in soggetti cardiopatici***

Empana J-P, et al. Crit Care Med 2009;37:3079-84
Stafoggia M, J Epidemiol Community Health 2008;62:209-15
Keatinge WR, Am J Med 1986;81:795-800

Malattie respiratorie e temperatura ambientale: meccanismi patogenetici

FREDDO

- Vasocostrizione delle vie aeree superiori, inibizione delle difese respiratorie e maggiore suscettibilità alle infezioni virali
- Aumento del numero di granulociti e macrofagi nelle basse vie aeree di soggetti sani e aumento dell'iper-reattività bronchiale all'istamina
- Riduzione nella funzionalità polmonare, deterioramento dello stato di salute e maggiore suscettibilità alle infezioni virali in pazienti con BPCO
- Alterazione risposta coagulativa a causa di infezioni respiratorie (es. *Chlamidia pneumoniae*), danno alle pareti dei vasi e rischio di aterosclerosi

Koskela HO. 2007;66(2):91-100.
Donaldson GC, et al. Eur Respir J 1999;13:844-849.

CALDO

- ***Esacerbazioni della BPCO (es. per iperventilazione e dispnea) associate ad infiammazione vie aeree e sistemica ed a comorbidità cardiovascolari***
- ***In soggetti anziani con BPCO difficoltà a dissipare gli eccessi di calore (es. vasodilatazione periferica, ipovolemia) con conseguente aumento della resistenza vascolare polmonare***
- ***In presenza di colpo di calore, attivazione di meccanismi cardiovascolari che inducono una sindrome da distress respiratorio mediata dal sistema del complemento***
- ***Effetto degli inquinanti atmosferici, in particolare dell'ozono, potenziato dalle temperature estreme, sull'incidenza e sul decorso clinico di patologie respiratorie croniche quali l'asma o la bronchite cronica***

Sprung CL. Chest 1980;77:461-462.

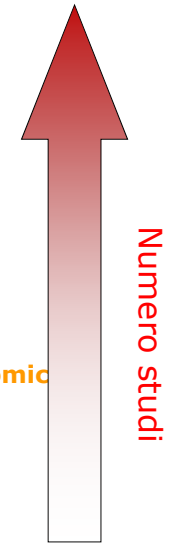
Esposizione ad heat wave in coorti di pazienti cronici e rischio di morte

PHASE

Coorti di pazienti da SDO, Età >=51 aa ; 2000-2008	RR di morire durante un episodio di HW	
	Roma	Stoccolma
Diabete	1.17	1.14
BPCO	1.19	1.21
Pregresso infarto	1.18	1.11
Scompenso cardiaco	1.13	1.18
Popolazione generale	1.09	1.16

L'identificazione dei suscettibili: caratteristiche che aumentano il rischio di mortalità

- **Età**
  - **≥75 anni**
- **Patologie croniche pre-esistenti**
  - **cardiovascolari**
  - **respiratorie**
  - **diabete**
  - **disturbi psichici**
- **Genere**
  - **femminile**
- **Disagio sociale**
  - **bassa posizione socio economic**
  - **vivere soli**
  - **contatti sociali limitati**
- **Misure preventive**
  - **aria condizionata**
  - **comportamenti**



Fattori di rischio: gli studi italiani

Tipo di studio *Paese*	Esposizione	Esito *Popolazione*	Fattori di rischio
Descrittivo *Regione Lazio*	Ondata calore 1983	Mortalità *Tutte le età*	Età 75+ Genere femminile Malattie cardiovascolari Tumori
Descrittivo *Bologna, Milano, Roma e Torino*	Ondata calore 2003	Mortalità *Tutte le età*	Età 75+ Genere femminile Basso livello socio-economico Malattie cardiovascolari Malattie respiratorie Malattie sistema nervoso centrale Malattie ghiandole endocrine Disturbi psichici Malattie apparato genitourinario Tumori
Descrittivo *Genova*	Ondata calore 2003	Mortalità *65+ anni*	Malattie cardiovascolari e cerebrovascolari Insufficienza renale Malattia di Alzheimer Bronchite, polmonite Disturbi psichici
Case-crossover *Bologna, Milano, Roma e Torino*	30° C rispetto a 20°C, periodo 1997-2004	Mortalità *35+ anni*	Età 75+ Genere femminile Stato civile celibi/nubili, vedovi/e, divorziati Malattie cerebrovascolari Psicosi, depressione Disturbi della conduzione Scompenso cardiaco Malattie polmonari croniche

Coorte di residenti a Roma + 65 anni (aa 2005-2007). Fattori di suscettibilità

65-74 anni

- **Avere avuto precedenti ospedalizzazioni per COPD**
- **Aver avuto precedenti ospedalizzazioni per disturbi psichiatrici**
- **Non essere sposato, essere vedovo o divorziato**

>= 75 anni

- **Non essere sposato, essere vedovo o divorziato**
- **Essere donna**
- **Età**

Schifano P, et al. Susceptibility to heat wave-related mortality: a follow-up study of a cohort of elderly in Rome Environmental Health 2009, 8:50 schifano@asplazio.it

Effetti diretti dei cambiamenti climatici sulla salute dei bambini

Inquinamento atmosferico	ridotta funzionalità polmonare tumore polmonare asma esiti della gravidanza altre patologie respiratorie mortalità
Alluvioni	annegamento ferite trauma fisico e mentale abuso o abbondono
Siccità	disturbi psichici mortalità infantile
Ondate di calore	malattie renali malattie respiratorie squilibrio elettrolitico febbre esiti della gravidanza

Fattori di suscettibilità agli effetti del caldo

Fattore di rischio	Livello di evidenza	Studio
<5 anni	Limitata	*Basu 2008*
25-44	Limitata	*Fletcher 2012*
>65+	Adeguata	*Basu 2008; Belmin 2007; Medina 2006; Stafoggia 2006; Wichmann 2011; Yang 2012;Schifano 2009; 2009; Wang 2012*
Genere	risultati contrastanti	*Basu 2008; Medina 2006; schifano 2009; Stafoggia 2006; Wichmann 2011; Yang 2012*
Razza	Limitata	*Fletcher 2012*
Livello socio economico	risultati contrastanti	*Basu 2008; Fletcher 2012; medina 2006;stafoggia 2006; Bretin 2004; Wichmann 2011; Yang 2012*
Vivere solo	Adeguata	*Semenza 1996; Kaiser 2001; Naughton 2002; Bretin 2004; schifano 2009; Stafoggia 2006, 2009*
Malattie croniche	Adeguata	*Semenza 2006; Kaiser 2001; Naughton 2002; Bretin 2004; Lorente 2005; Ciancio 2007; Khalaj 2010; medina 2006; Nordon 2009; Ostro 2010; schifano 2009; Stafoggia 2006, 2009; Wang 2012*
Uso di farmaci	Limitata	*Kaiser 2001; Naughton 2002; Bretin 2004; Lorente 2005;Martin-Latry 2007*
Aria condizionata	Adeguata	*Semenza 2006; Kaiser 2001; Kilbourne 1982; Naughton 2002; Bretin 2004;Lorente 2005; Di Ciancio 2006; Nunes 2011; ostro 2010*
Comportamenti individuali	Limitata	*Bretin 2004; Naughton 2002;Lorente 2005; Ciancio 2007*
Interventi di prevenzione sui suscettibili	Inadeguata	*Semenza 1996*

Caldo/Freddo e salute dei bambini: le evidenze di letteratura

Review

Impact of ambient temperature on children's health: A systematic review

Zhiwei Xu [a], Ruth A. Etzel [b], Hong Su [c], Cunrui Huang [a], Yuming Guo [a], Shilu Tong [a,*]

[a] School of Public Health and Social Work & Institute of Health and Biomedical Innovation, Queensland University of Technology, Kelvin Grove, 4059 Qld, Australia
[b] Department of Public Health and Environment, World Health Organization, 20 Avenue Appia, CH-1211 Geneva 27, Switzerland
[c] Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei, Anhui, China

ARTICLE INFO

Article history:
Received 18 March 2012
Received in revised form
13 June 2012
Accepted 5 July 2012
Available online 23 July 2012

Keywords:
Climate change
Temperature
Child health

ABSTRACT

Children are vulnerable to temperature extremes. This paper aimed to review the literature regarding the relationship between ambient temperature and children's health and to propose future research directions. A literature search was conducted in February 2012 using the databases including PubMed, ProQuest, ScienceDirect, Scopus and Web of Science. Empirical studies regarding the impact of ambient temperature on children's mortality and morbidity were included. The existing literature indicates that very young children, especially children under one year of age, are particularly vulnerable to heat-related deaths. Hot and cold temperatures mainly affect cases of infectious diseases among children, including gastrointestinal diseases, malaria, hand, foot and mouse disease, and respiratory diseases. Pediatric allergic diseases, like eczema, are also sensitive to temperature extremes. During heat waves, the incidences of renal disease, fever and electrolyte imbalance among children increase significantly.

Caldo/freddo e esiti della gravidanza

The influence of season and ambient temperature on birth outcomes: A review of the epidemiological literature

Linn B. Strand [a], Adrian G. Barnett [b], Shilu Tong [a,*]

[a] School of Public Health and Institute of Health and Biomedical Innovation, Queensland University of Technology, Victoria Park Rd, Kelvin Grove, Brisbane, QLD 4059, Australia
[b] School of Public Health and Institute of Health and Biomedical Innovation, Queensland University of Technology, 60 Musk Avenue, Kelvin Grove, Brisbane, QLD 4059, Australia

ARTICLE INFO

Article history:
Received 22 June 2010
Received in revised form
17 January 2011
Accepted 28 January 2011
Available online 18 February 2011

Keywords:
Season
Ambient temperature
Stillbirth
Low birth weight
Preterm birth

ABSTRACT

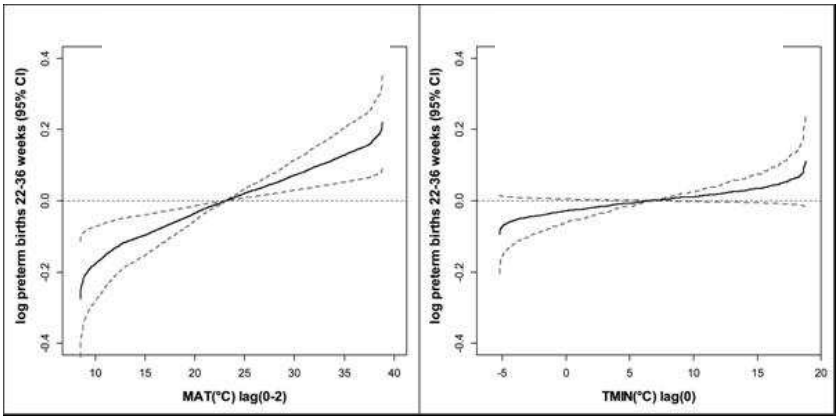
Seasonal patterns of birth outcomes, such as low birth weight, preterm birth and stillbirth, have been found around the world. As a result, there has been an increasing interest in evaluating short-term exposure to ambient temperature as a determinant of adverse birth outcomes. This paper reviews the epidemiological evidence on seasonality of birth outcomes and the impact of prenatal exposure to ambient temperature on birth outcomes. We identified 20 studies that investigated seasonality of birth outcomes, and reported statistically significant seasonal patterns. Most of the studies found peaks of preterm birth, stillbirth and low birth weight in winter, summer or both, which indicates the extremes of temperature may be an important determinant of poor birth outcomes. We identified 13 studies that investigated the influence of exposure to ambient temperature on birth weight and preterm birth (none examined stillbirth). The evidence for an adverse effect of high temperatures was stronger for birth weight than for preterm birth. More research is needed to clarify whether high temperatures have a causal effect on fetal health.

Studio degli effetti del caldo e del freddo sulle nascite pretermine a Roma

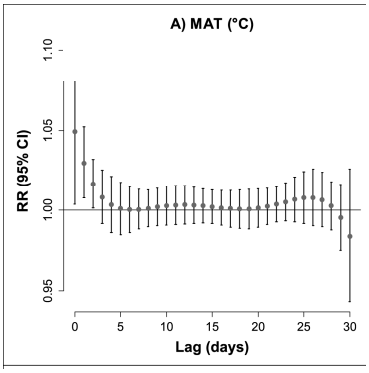
- *Obiettivo: valutare l'effetto dell'esposizione a breve termine al caldo e al freddo sulla probabilità di nascere pretermine*
- *Popolazione in studio: coorte di nascite a Roma tra il 2001 e il 2010 (Estate: Aprile-Ottobre; Inverno: Novembre-Marzo)*
- *Disegno di studio: analisi di serie temporale*
- *Età gestazionale: data di nascita – data ultima mestruazione*
- *Nascite pretermine: nati vivi tra la 22° e la 36° settimana di gestazione*

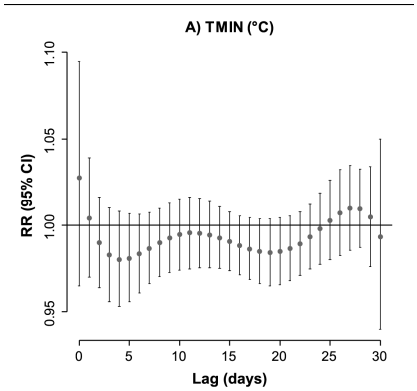
132,691 nascite → 7,259 preterm births (5.5%)

Risultati



Risultati

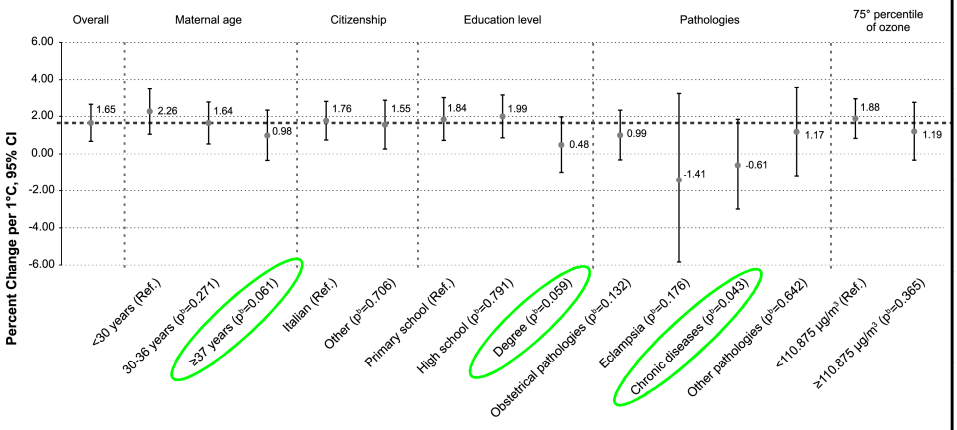




Risultati

Estate	**Variazione %**
MAT (Lag 0-2)	1.65 (0.67, 2.64)
Ondate di calore	17.60 (6.52, 29.84)
Inverno	
TMIN (Lag 0)	0.85 (-0.14, 1.85)

Fattori di suscettibilità al caldo nelle donne durante la gravidanza



Clima e salute. Obiettivi della ricerca per il futuro:

- Aumentare la conoscenza dell'impatto dei cambiamenti climatici (CC) sulle malattie respiratorie e cardiovascolari
- Aumentare la ricerca di base sui meccanismi eziologici
- Ricerca focalizzata su sottogruppi di popolazione poco studiati e su popolazioni e aree geografiche particolarmente vulnerabili
- Identificare approcci efficaci per prevenire e ridurre gli impatti dei CC
- Valutare gli impatti sulla salute delle scelte politiche per ridurre le emissioni di gas serra

Cambiamenti climatici e salute: La prevenzione primaria

Tabella 5.3 • Esempi di interventi di mitigazione con effetti positivi per la salute

SETTORE	INTERVENTI PROPOSTI	BENEFICI IN TERMINI DI SALUTE
PRODUZIONE DI ENERGIA	Riduzione del carbonio nei combustibili, energie rinnovabili	↓ inquinamento atmosferico e patologie correlate (tumori, malattie cardiopolmonari, infezioni basse vie respiratorie **nei bambini < 5 anni**)
TRASPORTI	Riduzione del carbonio nei combustibili, aumento del trasporto attivo (a piedi e in bicicletta)	↓ inquinamento atmosferico e patologie correlate (tumori, malattie cardiopolmonari, infezioni basse vie respiratorie **nei bambini < 5 anni**) ↓ rischio incidenti **automobilistici** ↓ **depressione, diabete, demenza, tumori**
SETTORE DOMESTICO	Cucine ad alta efficienza di combustione Aumento efficienza energetica	↓ inquinamento degli ambienti domestici* e patologie correlate (malattie cardiopolmonari, infezioni basse vie respiratorie **nei bambini < 5 anni**) ↓ inquinamento degli ambienti domestici e patologie correlate (tumori, malattie cardiopolmonari) ↑ **temperatura invernale interna e conseguente** ↓ decessi dovuti al freddo
AGRICOLTURA E ALIMENTAZIONE	Riduzione del consumo dei prodotti di origine animale	↓ assunzione di grassi saturi nella dieta e patologie correlate (malattie ischemiche cardiache)

*Inquinanti atmosferici (es. particolato, monossido di carbonio, ozono), agenti biologici (es. acari, muffe, pollini) e agenti fisici (es. radon)

Modificata da: Health and Climate Change, The Lancet Series, 2009

Mitigazione e adattamento

(Effetto: diminuire le emissioni di gas serra per arrestare i CC)

CC

Mitigazione (costoso, necessita di politiche energetiche mirate e condivise a livello internazionale)

Adattamento (meno costoso, più spontaneo ma potenzialmente più pericoloso)

Effetto: efficace nel breve periodo; alcuni interventi a lungo termine possono aumentare emissioni di gas serra e quindi accelerare i cambiamenti climatici

Paola Michelozzi

p.michelozzi@deplazio.it