

Effetti sulla salute della popolazione derivanti dalla contaminazione ambientale delle ceneri dell'Etna nell'autunno 2002

Health effects of environmental contamination due to volcanic ash of Mount Etna in autumn 2002

Valeria Fano,¹ Achille Cernigliaro,² Salvatore Scondotto,² Mario Cuccia,⁴ Francesco Forastiere,¹ Adriana Nicolosi,² Carmelo Oliveri,³ Renato Scillieri,⁴ Patrizia Distefano,⁴ Carlo A. Perucci¹

¹ Dipartimento di epidemiologia, ASL Roma E, Roma

² Dipartimento osservatorio epidemiologico, Assessorato alla sanità, Regione siciliana

³ Direzione ecologia e ambiente, Comune di Catania

⁴ Azienda USL 3 di Catania

Corrispondenza: Valeria Fano, Dipartimento di epidemiologia, ASL Roma E, via di Santa Costanza 53, 00198 Roma; tel.06 83060421, fax 06 83060463; e-mail: fano@aslazio.it

Cosa si sapeva già

■ Indagini epidemiologiche non hanno riportato effetti sanitari importanti dopo episodi di contaminazione determinata da eruzione vulcanica. Si è osservato tuttavia un aumento dei ricoveri per traumi e disturbi respiratori, in particolare asma e malattie delle prime vie aeree. E' stato osservato inoltre un peggioramento dei sintomi in persone con persistenti malattie respiratorie croniche.

Cosa si aggiunge di nuovo

■ Si è osservato un aumento di ricoveri per cause cardiovascolari, in particolare negli anziani. Tale aumento può rappresentare un effetto indiretto dell'eruzione vulcanica, probabilmente attribuibile a fenomeni di stress di popolazione. I risultati forniscono indicazioni per la programmazione degli interventi per future emergenze in un'area a rischio di eruzioni e terremoti quale quella dell'Etna.

Riassunto

Obiettivo: nell'autunno 2002 si è verificata un'eruzione dell'Etna di eccezionale portata durante la quale sono stati registrati livelli elevati di PM10, con picchi di oltre 200 µg/m³. Lo studio valuta gli effetti sanitari acuti sulla popolazione mediante l'analisi della mortalità e dei ricoveri ospedalieri avvenuti nelle aree circostanti il vulcano.

Disegno: il numero di morti e di ricoveri ospedalieri osservati nei periodi di eruzione sono stati confrontati con i valori osservati negli stessi periodi dell'anno precedente (stesso giorno della settimana). Sono stati calcolati i rischi relativi (RR) e gli intervalli di confidenza (IC) al 95%. E' stata inoltre stimata la variazione del numero di ricoveri giornalieri per malattie dell'apparato circolatorio associata al livello giornaliero di PM10.

Risultati: non sono stati osservati eccessi di mortalità nei pe-

riodi di eruzione. Si è invece osservato un aumento dei ricoveri per le malattie dell'apparato circolatorio, in particolare per le malattie ischemiche (RR 1,31; IC 95% 1,10-1,56), l'infarto del miocardio (RR 1,34; IC 95% 1,02-1,76) e le malattie cerebrovascolari (RR 1,24; IC 95% 1,05-1,47). L'eccesso è stato più marcato tra gli anziani. Non sono state osservate associazioni statisticamente significative tra ricoveri giornalieri per malattie cardiovascolari e livello di PM10.

Conclusione: gli effetti sanitari dell'eruzione sono stati limitati a un aumento temporaneo della morbosità cardiovascolare, specie negli anziani, come probabile risposta a una situazione di stress.

(*Epidemiol Prev* 2005; 29: 180-87)

Parole chiave: inquinamento ambientale, malattie cardiovascolari, particolato, stress, catastrofi naturali

Abstract

Objective: during autumn 2002 a large eruption of Mount Etna (Sicily, Italy) occurred. High levels (over 200 µg/m³) of total suspended particles (PM10) were recorded. The aim of the study was to evaluate the acute health effects on mortality and hospital admissions in the area around the volcano.

Design: deaths and hospital admissions occurring during the eruption period were compared with the corresponding figures during the same periods of the previous year (same day of the week). Rel-

ative risks, RR, and their 95% confidence intervals, CI, were computed. Variations in daily hospital admissions for cardiovascular diseases associated with daily level of PM10 were estimated.

Results: no effects on overall and cause-specific mortality were observed during the eruption period. Increases were observed in hospital admissions for cardiovascular diseases (ischemic diseases: RR 1.31, 95% CI 1.10-1.56; myocardial infarction: RR 1.34, 95% CI 1.02-1.76) and for cerebrovascular diseases (RR 1.24, 95% CI 1.05-1.47). The excesses were stronger among the eld-

erly. Daily admissions for cardiovascular diseases were not associated to PM10 levels.

Conclusion: the effects of the eruption of Mount Etna were limited to a temporary increase of cardiovascular morbidity, espe-

cially among the elderly, possibly as a consequence of stress. (Epidemiol Prev 2005; 29: 180-87)

Key words: air pollution, cardiovascular diseases, particulate matter, stress, natural disasters

Introduzione

Nell'autunno 2002 si è verificata un'eruzione dell'Etna di eccezionale portata e durata. La caduta delle ceneri vulcaniche ha interessato l'area di Catania. Il fenomeno ha rappresentato un'emergenza di sanità pubblica e la popolazione ha vissuto un allarme sanitario protratto. Il Dipartimento per la protezione civile ha indicato misure di prevenzione volte a limitare gli effetti sanitari sulla popolazione.

L'eruzione¹ ha avuto inizio il 27 ottobre 2002 e si è protratta fino alla fine del mese di gennaio, con picchi di attività effusiva intensa, caratterizzati da esplosioni, getti alti centinaia di metri e scosse di terremoto. La popolazione ha vissuto un generale senso di allarme, in gran parte alimentato dai mezzi di informazione. La colonna di cenere, visibile a chilometri di distanza, si è spostata secondo l'andamento dei venti e ha provocato gravi disagi alla popolazione di Catania e dei centri abitati intorno all'Etna. Una serie di precipitazioni piovose ha limitato nel periodo successivo all'eruzione la risospensione delle polveri. Nei giorni in cui le centraline di monitoraggio di Catania segnalavano livelli di inquinamento atmosferico elevati, sono stati presi provvedimenti per limitare i danni (sospensione delle attività scolastiche, divieto di circolazione di motocicli e ciclomotori; distribuzione di mascherine e occhiali protettivi); agli anziani e agli individui affetti da malattie croniche dell'apparato circolatorio e respiratorio è stato raccomandato di evitare attività all'aperto e di ridurre l'attività fisica.

Conoscere l'impatto sanitario dei fenomeni eruttivi dell'Etna sulla popolazione è importante per programmare interventi di emergenza futura. Al fine di conoscere gli effetti sanitari acuti (mortalità, ricoveri ospedalieri) della contaminazione ambientale derivante dalle ceneri vulcaniche, il Dipartimento osservatorio epidemiologico della Regione siciliana e il Dipartimento di epidemiologia della ASL RME di Roma hanno effettuato il presente studio epidemiologico.

Metodi

Dati ambientali. Le analisi sulla composizione chimica e granulometrica delle ceneri in fase di ricaduta ha evidenziato una distribuzione bimodale, con una componente più grossolana e una più fine al di sotto dei 10 micron di diametro (PM10).² Lo spettro di abbondanza degli elementi ha evidenziato, nelle particelle di maggiori dimensioni, la presenza di Si, O₂, Al, Mg, Na, K e Fe; le particelle più piccole, simili per composizione a quelle più grandi, ha mostrato una notevole presenza di ferro.

Il livello medio giornaliero di polveri sospese (PM10) è stato ricavato dalle misure delle centraline di monitoraggio del comune di Catania.³ La media giornaliera di PM10 è stata calcolata come media dei valori registrati dalle quattro centraline di monitoraggio che avevano non più del 20% di valori mancanti nel periodo 1 ottobre-14 gennaio sia nel 2001 sia nel 2002.

Area e popolazione in studio. L'area in studio comprende i distretti sanitari di Catania (tre comuni; popolazione al

periodo	SO ₂			NO ₂			CO			PM10			O ₃			
	totale giorni	2001	2002	incr. %	2001	2002	incr. %	2001	2002	incr. %	2001	2002	incr. %	2001	2002	incr. %
totale eruzione	47	5,8	28,1	384,5	58,1	55,8	-4,0	1,4	1,7	21,4	17,8	68,4	284,3	16,5	22,2	34,5
totale no eruzione	59	6,1	11,6	90,2	55,8	51,2	-8,2	1,4	1,4	0,0	17,7	23,6	33,3	15,0	25,9	72,7
totale	106	6,0	18,9	215,0	56,8	53,3	-6,2	1,4	1,6	14,3	17,7	43,5	145,8	15,5	24,1	55,5
singoli periodi																
1-27 ott	27	6,9	21,6	213,0	60,3	55,7	-7,6	1,4	1,5	7,1	20,2	24,7	22,3	12,0	26,4	120,0
28 ott-13 nov	17	5,8	35,4	510,3	56,8	56,0	-1,4	1,2	1,5	25,0	20,7	112,2	442,0	20,3	23,4	15,3
14 nov-7 dic	24	6,0	26,1	335,0	59,9	53,6	-10,5	1,5	1,7	13,3	16,0	36,7	129,4	13,8	20,8	50,7
8-13 dic	6	4,9	15,8	222,4	54,3	64,2	18,2	1,5	2,4	60,0	16,4	70,9	332,3	17,3	§	§
14 dic-14 genn	32	5,3	3,2	-39,6	52,0	47,2	-9,2	1,4	1,4	0,0	15,6	22,8	46,2	19,0	23,4	23,2

* I periodi evidenziati in grigio sono quelli in cui l'eruzione dell'Etna dell'anno 2002 ha comportato valori elevati di PM10; in grigio più chiaro viene indicato il periodo di eruzione in cui il fenomeno è stato di entità ridotta (valori al di sotto di 50 µg/m³). I corrispondenti periodi del 2001 con i quali viene fatto il confronto sono scalati di un giorno per paragonare gli stessi giorni della settimana.

§ Dato non disponibile

Tabella 1. Media giornaliera degli inquinanti atmosferici (µg/m³) nella città di Catania dal 1 ottobre 2002 al 14 gennaio 2003 (indicato come «2002») e nello stesso periodo dell'anno precedente (indicato come «2001»); incrementi percentuali (incr.%). La parte superiore della tabella distingue tra l'insieme dei giorni con eruzione e l'insieme dei giorni senza eruzione. La parte inferiore della tabella confronta i singoli periodi di calendario.*

Table 1. Daily mean of environmental pollutants (µg/m³) monitored in the city of Catania during the period October 1, 2002 to January 14, 2003 (period «2002») and the same period of previous year (period «2001»); percent increase (incr.%). In the upper part of the table the periods with and without eruption are analysed, while in the lower part individual calendar periods are examined.*

periodo			ICD-9 →	001-999	390-459	460-69; 480-519	800-999
	totale giorni	anno		totale	apparato circolatorio	apparato respiratorio	traumatismi
periodi con eruzione	47	2001		473	200	37	14
		2002		465	218	17	18
periodi senza eruzione	45	2001	RR	0,98	1,09	0,46	1,29
			(IC 95%)	(0,86 - 1,12)	(0,90 - 1,32)	(0,26 - 0,82)	(0,64 - 2,59)
		2002		468	202	20	15
				467	189	22	19
		RR	1,00	0,94	1,05	1,36	
		(IC 95%)	(0,88 - 1,14)	(0,77 - 1,15)	(0,57 - 1,93)	(0,69 - 2,71)	
singoli periodi							
1-27 ott	27	2001		237	97	6	9
		2002		269	109	14	8
28 ott-13 nov	17	2001		177	72	14	7
		2002		167	72	7	9
14 nov-7 dic	24	2001		234	95	19	4
		2002		233	117	7	8
08-13 dic	6	2001		62	33	4	3
		2002		65	29	3	1
14-31 dic	18	2001		231	105	14	6
		2002		198	80	8	11

* I periodi evidenziati in grigio sono quelli in cui l'eruzione dell'Etna dell'anno 2002 ha comportato valori elevati di PM10; in grigio più chiaro viene indicato il periodo di eruzione in cui il fenomeno è stato di entità ridotta (valori al di sotto di 50 µg/m³). I corrispondenti periodi del 2001 con i quali viene fatto il confronto sono scalati di un giorno per paragonare gli stessi giorni della settimana.

Tabella 2. Numero di morti per tutte le cause e per alcuni grandi gruppi di cause nel comune di Catania e nel distretto di Acireale nel periodo 1 ottobre-31 dicembre 2002 e nello stesso periodo dell'anno precedente. Rischi relativi (RR) e rispettivi intervalli di confidenza 95% (IC 95%). La parte superiore della tabella distingue tra l'insieme dei giorni con eruzione e l'insieme dei giorni senza eruzione. La parte inferiore della tabella confronta i singoli periodi di calendario.*

Table 2. Number of deaths from all causes and from selected categories of causes in the municipality of Catania and in the health district of Acireale during the period October 1 - December 31, 2002 and during the same period of previous year. Relative Risks (RR) and 95% confidence intervals (95%CI). In the upper part of the table the periods with and without eruption are analysed, while in the lower part individual calendar periods are examined.*

31.12.2001: 366.458 abitanti)⁴ e di Acireale (sette comuni; popolazione al 31.12.2001: 129.489 abitanti),⁴ situati sulla costa orientale della Sicilia. Nell'area sono presenti quattro aziende ospedaliere site nella città di Catania e un ospedale territoriale sito nel Comune di Acireale.

Sono stati considerati i decessi dei residenti nei comuni in studio, avvenuti nella stessa area nel periodo 1 ottobre-31 dicembre negli anni 2001 e 2002; la fonte dei dati è l'archivio delle schede di morte dell'Azienda USL 3 di Catania. Per il distretto di Catania erano disponibili solo i dati relativi al Comune di Catania (312.205 abitanti), pertanto non sono stati inclusi i decessi dei residenti negli altri due comuni. I decessi avvenuti fuori dai comuni considerati sono stati esclusi. Sono stati analizzati i decessi per le cause indicate in Tabella 2 (codici della nona revisione della Classificazione internazionale delle malattie e cause di morte, ICD-9).

I ricoveri dei residenti nell'area in studio, avvenuti nelle strutture della stessa area nel periodo 1 ottobre-14 gennaio negli anni 2001 e 2002 sono stati ottenuti dal flusso informativo regionale delle schede di dimissione ospedaliera gestito dal Dipartimento osservatorio epidemiologico della Regione siciliana. Sono stati esclusi: i ricoveri avvenuti fuori dall'area in studio; i *day hospital*; le riabilitazioni; i ricoveri programmati; i ri-

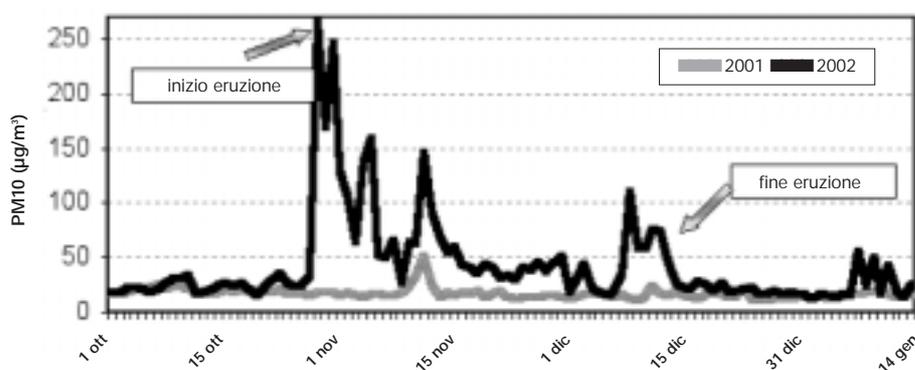
coveri per trattamento sanitario obbligatorio; i ricoveri con trattamento programmato con preospedalizzazione; i trasferimenti; i neonati sani (DRG 491) e i neonati di età inferiore a 15 giorni; le complicazioni della gravidanza o del parto (ICD-9-CM 630-676); le condizioni morbose perinatali (ICD-9-CM 760-779); i DRG chirurgici, tranne i DRG riferiti a diagnosi principale per malattie ischemiche (ICD-9-CM 410-14); i ricoveri con DRG che indicavano interventi chirurgici non correlati con la diagnosi principale. Le cause di ricovero considerate sono indicate in tabella 3.

Analisi statistica. È stato adottato il metodo delle serie temporali, dove l'unità di osservazione è il giorno. In una prima fase i dati sanitari del periodo di crisi ambientale sono stati confrontati con lo stesso periodo dell'anno precedente, scalandolo avanti di un giorno (2 ottobre-15 gennaio) per tenere conto dell'andamento infrasettimanale dei ricoveri e della mortalità. Gli eventi sanitari registrati nel periodo acuto (28 ottobre-13 dicembre 2002, definito «periodo di eruzione») sono stati confrontati con il periodo definito «periodo di non eruzione» comprendente le settimane precedenti l'eruzione (1-28 ottobre) e il mese successivo (14 dicembre 2002-14 gennaio 2003). Successivamente, all'interno del periodo di eruzione, sono stati analizzati nel dettaglio gli eventi verificatisi duran-

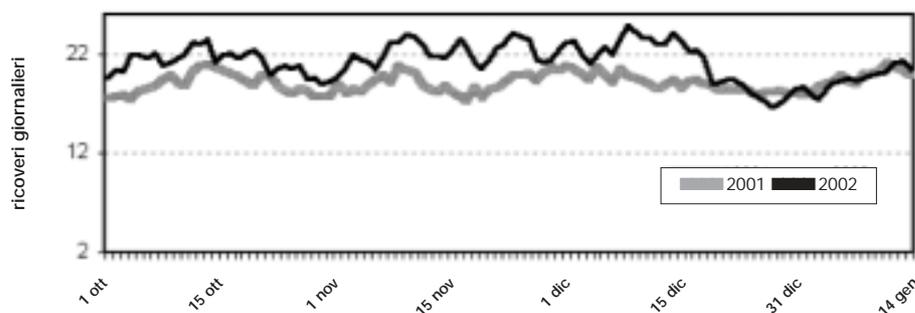
te i periodi in cui il fenomeno è stato di entità maggiore, con picchi di oltre $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10 in almeno una delle quattro centraline considerate (28 ottobre-13 novembre; 8-13 dicembre), con i giorni in cui il livello di PM10 si è mantenuto al di sotto dei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (14 novembre-7 dicembre). Sia per la mortalità sia per i ricoveri sono stati calcolati i rischi relativi (RR) dell'anno di eruzione rispetto all'anno precedente gli Intervalli di confidenza (IC 95%) considerando separatamente i periodi di eruzione e di non eruzione e assumendo una distribuzione di Poisson per gli eventi osservati. Sono stati calcolati i rischi relativi per classi di età limitatamente ai ricoveri per malattie del sistema circolatorio e ischemie del miocardio.

È stato analizzato il periodo di crisi ambientale (ottobre 2002-gennaio 2003) per valutare l'associazione tra il numero di ricoveri giornalieri per malattie dell'apparato circolatorio e il livello medio giornaliero di PM10, mediante un modello di regressione di Poisson. Per valutare eventuali effetti ritardati delle sospensioni sulla salute della popolazione, non disponendo di conoscenze *a priori* sull'intervallo temporale tra la presenza di polveri e gli effetti sanitari, sono stati costruiti più modelli per esplorare diversi tempi di latenza (*lag*): giorno stesso, media del giorno stesso e dei giorni precedenti (1, 5, 7, 14 giorni). Per tenere conto della variabilità temporale dei ricoveri, in ogni modello l'effetto del PM10 è stato aggiustato per giorno

a) concentrazione media giornaliera PM10



b) ricoveri giornalieri per malattie dell'apparato circolatorio (ICD-9-CM 390-459)



c) ricoveri giornalieri per malattie ischemiche (ICD-9-CM 410-14)

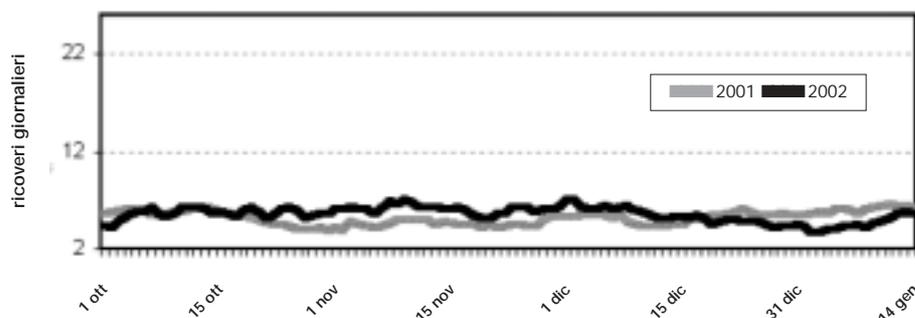


Figura 1. Ricoveri giornalieri* per malattie dell'apparato circolatorio e per malattie ischemiche nei distretti di Catania e Acireale e concentrazioni medie giornaliere di PM10. Anni 2001 e 2002, periodo 1 ottobre-14 gennaio.

* media mobile con finestra temporale di 11 giorni

Figure 1. Daily hospital admissions* for cardiovascular diseases and for ischemic diseases in the health districts of Catania and Acireale, and mean daily concentrations of PM10. Years 2001 e 2002, period October 1-January 14.

* 11-day running mean

periodo	ICD-9-CM→		290-319	360-379	390-459	410-14	410	420-29	
	totale giorni	anno	disturbi psichici	disturbi dell'occhio	disturbi apparato circolatorio	malattie ischemiche	infarto del miocardio	altre malattie del cuore	
periodi con eruzione	47	2001	59	10	906	225	91	272	
		2002	75	20	1068	295	122	303	
periodi senza eruzione	59	2001	RR	1,27	2,00	1,18	1,31	1,34	1,11
			(IC 95%)	(0,90 - 1,79)	(0,94 - 4,27)	(1,08 - 1,29)	(1,10 - 1,56)	(1,02 - 1,76)	(0,95 - 1,31)
		2002		73	14	1132	333	146	365
				96	18	1184	300	115	364
		RR	1,32	1,29	1,05	0,90	0,79	1,00	
(IC 95%)	(0,97 - 1,78)	(0,64 - 2,59)	(0,96 - 1,13)	(0,77 - 1,05)	(0,62 - 1,01)	(0,86 - 1,15)			
singoli periodi									
1-27 ott	27	2001	38	8	522	148	58	160	
		2002	34	9	569	150	56	160	
28 ott-13 nov	17	2001	22	4	332	83	32	97	
		2002	19	6	384	111	46	109	
14 nov-7 dic	24	2001	31	6	459	116	48	136	
		2002	47	7	533	147	54	143	
08-13 dic	6	2001	6	0	115	26	11	39	
		2002	9	7	151	37	22	51	
14-31 dic	32	2001	35	6	610	185	88	205	
		2002	62	9	615	150	59	204	

* I periodi evidenziati in grigio sono quelli in cui l'eruzione dell'Etna dell'anno 2002 ha comportato valori elevati di PM10; in grigio più chiaro viene indicato il periodo di eruzione in cui il fenomeno è stato di entità ridotta (valori al di sotto dei 50 µg/m³). I corrispondenti periodi del 2001 con i quali viene fatto il confronto sono scalati in avanti di un giorno per poter paragonare tra loro gli stessi giorni della settimana.

della settimana (variabile categorica con sette modalità) e giorni di festa (variabile dicotomica). L'assunzione è che la variazione dei ricoveri giorno dopo giorno sia indipendente dalle caratteristiche individuali della popolazione in studio (genere, età, fumo di sigarette eccetera), ritenute costanti nel breve periodo di tempo considerato. E' stata calcolata la variazione percentuale nel ricorso ai servizi sanitari corrispondente a un aumento di 50 µg/m³ nella concentrazione dell'inquinante. E' stata valutata inoltre l'autocorrelazione tra le osservazioni imponendo una struttura autoregressiva con ritardo di un giorno (*lag* 1); questi modelli hanno prodotto gli stessi risultati dei modelli per dati incorrelati e pertanto non vengono riportati. Per tutte le elaborazioni è stato utilizzato il software STATA.⁵

Risultati

Il periodo in studio ha riguardato un totale di 106 giorni di osservazione per anno, corrispondenti a 59 giorni di eruzione e 47 giorni senza eruzione. I livelli di PM10 sono risultati particolarmente elevati (oltre 100-200 µg/m³) in diversi giorni nel periodo in studio (Figura 1a), con concentrazioni di gran lunga superiori ai valori attualmente raccomandati per la qualità della aria dalle organizzazioni internazionali e dalla legislazione nazionale (dal 2005: 50 µg/m³ per le 24 ore per non più di 35 giorni l'anno). Nella Tabella 1 vengono riportate le medie giornaliere e l'incremento percentuale degli inquinanti ambientali rilevati a Catania separatamente per anno e pe-

riodo (eruzione/non eruzione). Nel periodo di eruzione si osserva un incremento di SO₂ di oltre il 300% rispetto all'anno precedente, soprattutto nelle prime due settimane del fenomeno. Per il PM10 si è registrato un incremento medio del 284% nel totale del periodo di eruzione, con valori medi giornalieri di PM10 sempre superiori a 50 µg/m³ nei due sottoperiodi di eruzione più intensa (pari a un incremento superiore al 300% rispetto agli stessi periodi del 2001). Non si osservano variazioni sostanziali per gli altri inquinanti.

Nella tabella 2 vengono riportati i risultati dell'analisi della mortalità nell'area di Catania. I rischi relativi non mostrano alcuna differenza tra i due anni in studio, eccetto una significativa diminuzione delle morti per malattie dell'apparato respiratorio nell'anno dell'eruzione (RR 0,46).

Nella tabella 3 vengono riportati i risultati dell'analisi dei ricoveri per causa, anno e periodo. Nel periodo di eruzione si osserva un aumento del numero di ricoveri rispetto al corrispondente periodo dell'anno precedente, per tutte le cause considerate eccetto che per i traumi (RR 0,77 nel periodo di eruzione, 0,86 nel periodo senza eruzione). Si registra un significativo aumento di ricoveri per le malattie dell'apparato circolatorio nel periodo di eruzione. Nel periodo senza eruzione vi è stata una diminuzione statisticamente significativa dei ricoveri per malattie respiratorie e per traumi.

Nella tabella 4 sono riportati i rischi relativi di ricovero per malattie dell'apparato circolatorio, per classe di età e periodo. Si os-

	430-38	460-69 480-519 escl. 487	460-66	490-96	800-999
	malattie cerebro- vascolari	malattie apparato respiratorio	malattie respiratorie acute	malattie polmonari croniche	traumatismi
	243	371	120	145	500
	302	389	125	144	385
	1,24	1,05	1,04	0,99	0,77
	(1,05 - 1,47)	(0,91 - 1,21)	(0,81 - 1,34)	(0,79 - 1,25)	(0,67 - 0,88)
	268	576	208	210	600
	322	504	164	168	517
	1,20	0,88	0,79	0,80	0,86
	(1,02 - 1,41)	(0,78 - 0,99)	(0,64 - 0,97)	(0,65 - 0,98)	(0,77 - 0,97)
	124	223	98	71	328
	161	202	69	74	257
	92	136	50	45	192
	107	128	40	45	149
	123	189	55	78	245
	153	206	66	81	192
	28	46	15	22	63
	42	55	19	18	44
	144	353	110	139	272
	161	302	95	94	260

servano rischi relativi significativamente superiori all'unità nel periodo di eruzione, in particolare per gli anziani di 65 anni e più; per le malattie cerebrovascolari tra gli ultrasessantacinquenni si osserva un aumento di rischio

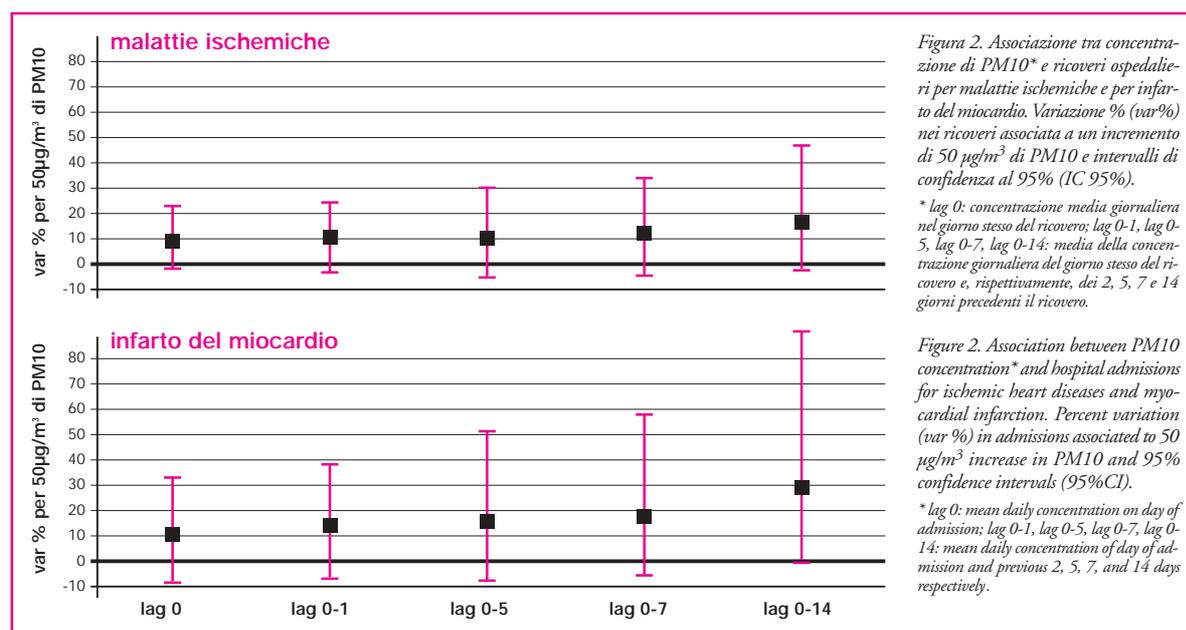
Tabella 3. Numero di ricoveri ospedalieri per alcuni grandi gruppi di cause avvenuti nelle strutture ospedaliere dell'area in studio nel periodo 1 ottobre-31 dicembre 2002 e nello stesso periodo dell'anno precedente. Rischi relativi (RR) e rispettivi intervalli di confidenza al 95% (IC 95%). La parte superiore della tabella distingue tra l'insieme dei giorni con eruzione e l'insieme dei giorni senza eruzione. La parte inferiore della tabella confronta i singoli periodi di calendario.*

Table 3. Number of hospital admissions from selected categories of causes in the hospital structures of the study area in the period October 1-December 31, 2002 and in the same period of previous year. Relative Risks (RR) and 95% confidence intervals (95%CI). In the upper part of the table the periods with and without eruption are analysed, while in the lower part individual calendar periods are examined.*

significativo anche nel periodo di non eruzione. Nelle Figure 1b e 1c viene riportato l'andamento temporale della media giornaliera dei ricoveri rispettivamente per malattie dell'apparato circolatorio e per malattie ischemiche, «smussato» mediante una media mobile con finestra temporale di 11 giorni. Si osserva un costante divario tra i due anni, con più ricoveri nel 2002 rispetto al 2001, più accentuato prima dell'improvviso picco del PM10 corrispondente all'inizio dell'eruzione e con un'inversione di tendenza nel periodo successivo. Nella figura 2 vengono riportati i risultati dell'analisi dell'associazione tra il livello giornaliero di polveri e i ricoveri giornalieri per malattie ischemiche e per infarto del miocardio: i rischi relativi aumentano all'aumentare del lag e, sebbene non significativi, suggeriscono l'esistenza di un effetto ritardato dell'eruzione vulcanica.

Discussione

Le proprietà tossiche del materiale vulcanico fine sono diverse da quelle conseguenti all'inalazione delle polveri provenienti dal traffico urbano. Quest'ultimo è un aggregato di natura organica-carboniosa dalla composizione molto complessa e con specifica reattività chimica, mentre le ceneri vulcaniche sono costituite da materiale minerale relativamente inerte. Tuttavia, la componente fine delle ce-



causa (ICD-9-CM)	età	periodo con eruzione		periodo senza eruzione	
		RR	IC 95%	RR	IC 95%
malattie dell'apparato circolatorio (390-459)	totale	1,18	1,08 - 1,29	1,05	0,96 - 1,13
	0-64 anni	0,97	0,83 - 1,14	0,99	0,85 - 1,15
	≥ 65 anni	1,29	1,16 - 1,43	1,07	0,97 - 1,18
malattie ischemiche (410-14)	totale	1,31	1,10 - 1,56	0,90	0,77 - 1,05
	0-64 anni	1,02	0,79 - 1,32	0,93	0,73 - 1,19
	≥ 65 anni	1,63	1,28 - 2,06	0,88	0,72 - 1,08
infarto del miocardio (410)	totale	1,34	1,02 - 1,76	0,79	0,62 - 1,01
	0-64 anni	1,00	0,65 - 1,53	0,75	0,51 - 1,12
	≥ 65 anni	1,67	1,17 - 2,38	0,81	0,59 - 1,10
altre malattie del cuore (420-29)	totale	1,11	0,95 - 1,31	1,00	0,86 - 1,15
	0-64 anni	0,90	0,65 - 1,26	1,07	0,80 - 1,42
	≥ 65 anni	1,20	0,99 - 1,45	0,97	0,82 - 1,15
malattie cerebrovascolari (430-38)	totale	1,24	1,05 - 1,47	1,20	1,02 - 1,41
	0-64 anni	1,10	0,75 - 1,60	0,89	0,60 - 1,31
	≥ 65 anni	1,28	1,06 - 1,55	1,28	1,07 - 1,53

* Periodo di eruzione = 28 ottobre-13 dicembre; periodo di non eruzione = 1-27 ottobre e 14 dicembre-14 gennaio

Tabella 4. Ricoveri per malattie dell'apparato circolatorio tra i residenti e ricoverati presso le strutture dei distretti di Catania e di Acireale nel periodo ottobre-gennaio. Confronto tra il 2002 e il 2001 per classi di età e periodo di eruzione dell'Etna.*

Table 4. Hospital admissions for cardiovascular diseases among residents admitted in the municipality of Catania and in the health district of Acireale. Comparison between years 2001 and 2002 by age category and period of eruption.*

neri, seppur piccola, può rimanere in sospensione per diversi giorni e acquistare nocività se mescolata ad altre particelle provenienti dall'inquinamento urbano. Inoltre, una modesta percentuale delle particelle respirabili contiene silice cristallina con una bassa capacità fibrogenica,⁶⁻¹⁰ il potenziale rischio silicotigeno sembra connesso a esposizioni di lunga durata in persone con problemi respiratori persistenti¹¹⁻¹³ e/o con esposizioni occupazionali.¹⁴ Un'altra fonte potenziale di nocività sono i gas emessi dai vulcani (SO₂, CO, H₂S) che possono contaminare le aree circostanti anche in periodi di bassa attività eruttiva.¹⁵ Tuttavia, nel sangue e nelle urine di un gruppo di ricercatori che avevano lavorato sul cratere del vulcano Vulcano (Sicilia), non sono emerse tracce di sostanze tossiche (mercurio, arsenico, CO, fluoruro).¹⁶

Nell'esperienza da noi studiata, l'eruzione ha determinato un aumento di SO₂ ma non di NO₂ e CO. Non si osservano aumenti della mortalità né dei ricoveri per patologie respiratorie nei periodi di eruzione. La significativa diminuzione della mortalità per queste cause può essere attribuita in prima ipotesi a fluttuazioni casuali dovute alla bassa numerosità degli eventi, ma non si può escludere un effetto delle misure preventive raccomandate alla popolazione nel periodo di emergenza, come ipotizzato anche in altri studi.¹⁷⁻¹⁸ L'omogeneità delle fonti utilizzate per il periodo in studio e per il periodo di controllo, per quanto riguarda sia le polveri sospese (il PM10 è rilevato dalle centraline di monitoraggio) sia gli esiti sanitari, ci portano a escludere che i risultati osservati siano affetti da distorsioni.

Gli studi condotti in altri paesi dopo episodi di contaminazione da eruzione vulcanica non hanno riportato effetti sanitari importanti sui residenti; effetti sanitari lievi sono stati osservati in

persone che per motivi di lavoro si sono avvicinate molto ai crateri e/o ad aree molto contaminate dalle ceneri. Uno studio condotto sui bambini di una scuola dell'isola di Monserrat (Antille) ha riportato un aumento dei disturbi respiratori e del ricorso ai servizi sanitari per queste patologie nell'arco di 12 mesi di frequente ricaduta di ceneri vulcaniche.¹⁹ In un altro gruppo di bambini, non si è osservata una diminuzione della funzione polmonare dopo l'eruzione del 1980 del vulcano Mt.St.Helens (USA).¹⁸ Uno studio effettuato in due isole della Nuova Zelanda con vulcani attivi non ha rilevato effetti sanitari sulla popolazione.²⁰ Uno studio condotto in Giappone non ha rilevato aumenti significativi di patologie respiratorie tra i residenti in zone esposte a ceneri laviche rispetto a due aree di controllo.²¹ Uno studio condotto dal Center for Disease Control degli USA, in seguito all'eruzione del 1980 del vulcano Mt.St.Helens,²² ha rilevato un temporaneo aumento di accessi al pronto soccorso per traumi e problemi respiratori, nonché un peggioramento dei sintomi in persone con persistenti malattie respiratorie croniche e in lavoratori con esposizioni elevate. Lo stesso studio ha stimato un eccesso di mortalità per soffocamento, ustioni e traumi, legato alla frequentazione delle zone più contaminate. In un follow-up condotto sulla popolazione esposta all'eruzione dello stesso vulcano, è stato osservato un temporaneo peggioramento della funzionalità respiratoria proporzionale al livello di esposizione, al quale è seguita una graduale guarigione entro un anno.²³ Un aumento di visite ambulatoriali in relazione ai livelli ambientali di PM10 è stato infine osservato per l'asma^{17,24} e per le malattie delle prime vie aeree¹⁷ ad Anchorage (USA), dove la parte respirabile delle polveri sospese è prevalentemente di origine vulcanica.

L'aumento dei ricoveri per malattie cardiovascolari osservato nel nostro studio, in particolare tra gli anziani, è in parte spiegabile con lo stress causato dall'esperienza dell'eruzione e dalle frequenti scosse di terremoto. In una rassegna specifica Kario *et al.*²⁵ descrivono l'aumento delle malattie dell'apparato cardio-circolatorio associato a catastrofi improvvise e ipotizzano l'intervento di cambiamenti emodinamici (aumento della pressione arteriosa) e di fattori trombogenici; tra i modificatori di effetto vengono evidenziati l'età e problemi di ipertensione preesistenti. Si tratterebbe di un «effetto indiretto» delle catastrofi naturali, osservabile anche a distanza di tempo; in uno studio giapponese è stato osservato un aumento della mortalità per infarto del miocardio persistente nei mesi successivi all'evento e fino a un anno di distanza.²⁶ Un follow-up nei 15 anni successivi all'episodio di contaminazione ambientale di Seveso ha rilevato un eccesso di mortalità per malattie cardiovascolari tra gli esposti, attribuito a un effetto psicologico aggiuntivo, probabilmente in grado di anticipare la morte in individui già malati.²⁷ Analoghe considerazioni vengono fatte in uno studio di mortalità condotto in seguito al terremoto di Atene del 1981²⁸ e in uno studio condotto a Los Angeles, dove nelle due settimane precedenti il passaggio al nuovo millennio è stato osservato un aumento della mortalità per cause cardiovascolari.²⁹ La significativa diminuzione dei ricoveri per traumi osservata nel nostro studio merita un commento. Analogamente a quanto osservato per le malattie respiratorie, è probabile che la prevalenza di persone che sono rimaste in casa nel periodo di eruzione sia stata maggiore rispetto al periodo di controllo e che l'eruzione abbia avuto un ruolo protettivo nei confronti degli incidenti stradali e di altri traumi lievi.

In conclusione, nel nostro studio non sono stati osservati aumenti della mortalità nel periodo di eruzione dell'Etna. L'aumento del rischio di ricoveri per cause cardiovascolari, osservato in particolare negli anziani, può essere ricondotto a un effetto di stress già descritto in letteratura; potrebbe essere interessante, in una valutazione futura, approfondire questo aspetto utilizzando come dato di esposizione l'informazione sulle scosse sismiche. Nella programmazione degli interventi per future emergenze dovrà essere prestata particolare attenzione agli aspetti relativi alla comunicazione del rischio.

Ringraziamenti: Si ringrazia per la collaborazione la dotterssa Adriana Volpini del Dipartimento della protezione civile. Lo studio è stato commissionato e finanziato dal Dipartimento della protezione civile.

Conflitti di interesse: nessuno

Bibliografia

- Giacomelli L (<http://vulcan.fis.uniroma3.it/gnv>)
- Volpini A e Leonardi M. Dipartimento protezione civile - Servizio Rischio Ambientale e Sanitario. Emergenza Etna 2002.
- Comune di Catania. Direzione Ecologia e Ambiente.
- www.istat.it
- Stata Statistical Software - Release. 8.0. College Station, TX. Stata Corporation, 2003.
- Beck BD, Brain JD, Bohannon DE. The pulmonary toxicity of an ash sample from the MT. St. Helens Volcano. *Exp Lung Res* 1981; 2(4): 289-301.
- CDC. Cytotoxicity of volcanic ash: assessing the risk for pneumoconiosis. *MMWR* 1986; 35: 265-67.
- Martin TR, Wehner AP, Butler J. Pulmonary toxicity of Mt. St. Helens volcanic ash. A review of experimental studies. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128(1): 158-62.
- Housley DG, Berube KA, Jones TP, Anderson S, Pooley FD, Richards RJ. Pulmonary epithelial response in the rat lung to instilled Montserrat respirable dusts and their major mineral components. *Occup Environ Med* 2002 Jul; 59(7): 466-72.
- Wilson MR, Stone V, Cullen RT, Searl A, Maynard RL, Donaldson K. In vitro toxicology of respirable Montserrat volcanic ash. *Occup Environ Med* 2000 Nov; 57(11): 727-33.
- Baxter PJ, Bonadonna C, Dupree R, Hards VL, Kohn SC, Murphy MD, Nichols A, Nicholson RA, Norton G, Searl A, Sparks RS, Vickers BP. Cristobalite in volcanic ash of the soufriere hills volcano, montserrat, british west indies. *Science* 1999; 283(5405): 1142-45.
- Wehner AP, Dagle GE, Clark ML. Lung changes in rats inhaling volcanic ash for one year. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128(5): 926-32.
- Martin TR, Wehner AP, Butler J. Evaluation of physical health effects due to volcanic hazards: the use of experimental systems to estimate the pulmonary toxicity of volcanic ash. *Am J Public Health* 1986; 76(3 Suppl): 59-65.
- Searl A, Nicholl A, Baxter PJ. Assessment of the exposure of islanders to ash from the Soufriere Hills volcano, Montserrat, British West Indies. *Occup Environ Med* 2002; 59(8): 523-31.
- Durand M, Grattan J. Effects of volcanic air pollution on health. *Lancet* 2001; 357(9251): 164.
- Baxter PJ, Tedesco D, Miele G, Baubron JC, Cliff K. Health hazards of volcanic gases. *Lancet* 1990; 336(8708).
- Gordian, ME. Particulate air pollution and respiratory disease in Anchorage, Alaska. *Environmental health perspectives* 1996; 104(3): 290-97.
- Johnson KG, Loftsgaarden DO, Gideon RA. The effects of Mount St. Helens volcanic ash on the pulmonary function of 120 elementary school children. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126(6): 1066-69.
- Forbes L, Jarvis D, Potts J, Baxter PJ. Volcanic ash and respiratory symptoms in children on the island of Montserrat, British West Indies. *Occup Environ Med* 2003; 60(3): 207-11.
- Cronin SJ, Sharp DS. Environmental impacts on health from continuous volcanic activity at Yasur (Tanna) and Ambrym, Vanuatu. *Int J Environ Health Res* 2002; 12(2): 109-23.
- Yano E, Yokoyama Y, Higashi H, Nishii S, Maeda K, Koizumi A. Health effects of volcanic ash: a repeat study. *Arch Environ Health* 1990 Nov-Dec; 45(6): 367-73.
- Bernstein RS, Baxter PJ, Falk H, Ing R, Foster L, Frost F. Immediate public health concerns and actions in volcanic eruptions: lessons from the Mount St. Helens eruptions, May 18-October 18, 1980. *Am J Public Health* 1986; (3 Suppl): 25-37.
- Buist AS, Vollmer WM, Johnson LR, Bernstein RS, McCamant LE. A four-year prospective study of the respiratory effects of volcanic ash from Mt. St. Helens. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133(4): 526-34.
- Choudhury AH, Gordian ME, Morris SS. Associations between respiratory illness and PM10 air pollution. *Arch Environ Health* 1997; 52(2): 113-7.
- Kario K, McEwen BS, Pickering TG. Disasters and the heart: a review of the effects of earthquake-induced stress on cardiovascular disease. *Hypertens Res* 2003; 26(5): 355-67.
- Ogawa K, Tsuji I, Shiono K, Hisamichi S. Increased acute myocardial infarction mortality following the 1995 Great Hanshin-Awaji earthquake in Japan. *Int J Epidemiol* 2000; 29(3): 449-55.
- Bertazzi PA, Bernucci I, Brambilla G, Consonni D, Pesatori AC. The Seveso studies on early and long-term effects of dioxin exposure: a review. *Environ Health Perspect* 1998; 106 Suppl 2: 625-33.
- Katsouyanni K, Kogevinas M, Trichopoulos D. Earthquake-related stress and cardiac mortality. *Int J Epidemiol* 1986; 15(3): 326-30.
- Poole WK, Chi JS, Walton JD, Kandefér S, Kloner RA. Increased cardiovascular mortality associated with the turn of the millennium in Los Angeles County, California. *J Epid Community Health* 2005; 59: 205-06.