

Attualità

Una indagine sulle emissioni in atmosfera dei crematori italiani

Parte II

di Ing. Dario Bernardi (*)

Introduzione

Nella prima parte di questo articolo, uscita nel n. 1/2019 de *I Servizi Funerari*, è stata descritta una indagine effettuata nel 2015 tra i gestori di crematori italiani, condotta da ISPRA e SEFIT, con l'obiettivo di dare una sintetica, ma sufficientemente significativa risposta alla domanda di conoscenza sullo "stato dell'arte" relativo all'aspetto delle emissioni in atmosfera. Ne riepiloghiamo brevemente i caratteri essenziali, prima di passare alla presentazione dei risultati.

È noto come le emissioni dei crematori siano soggette a importanti fluttuazioni: esse dipendono da numerosi fattori tra cui la tipologia di forno, di filtro abbattitore, di materiale introdotto nel forno; anche le realtà europee differiscono molto tra di loro, per ovvia ragione ulteriore rispetto a quelle elencate: la differenza di tempo nell'inizio e aumento di frequenza della pratica della cremazione nei vari Stati. È dunque possibile che una stima delle emissioni dei crematori operata solo attraverso i valori guida forniti dal guidebook EEA dell'Unione Europea ⁽¹⁾ possa essere, in alcuni casi, fuorviante, e nel caso italiano in particolare, ci possa essere una sovrastima degli inquinanti emessi. In chi aveva pensato questa indagine, sussisteva la convinzione che la sensibilità molto spiccata verso i temi dell'inquinamento atmosferico nell'opinione pubblica, limiti stringenti forniti dagli enti autorizzatori, e uno sviluppo della cremazione relativamente recente (legato quindi alla disponibilità di tecnologie avanzate rispetto al contenimento delle emissioni), potessero dare per il nostro Paese una situazione di emissioni "di riferimento" migliore rispetto alla media europea: i risultati hanno in buona parte confermato questa supposizione.

ISPRA e SEFIT hanno richiesto ai gestori dei crematori la compilazione di una scheda relativa alla concentrazione di inquinanti rilevati durante le misure periodiche che i crematori sono tenuti ad effettuare, e informazioni di massima sul funzionamento dell'impianto. Hanno risposto 43 gestori per 50 complessive linee di cremazione, con risultati di prove effettuate tra il 2013 e il 2015, esclusivamente da enti accreditati e certificati. Le risposte fornite provengono da impianti che rappresentavano il 74% delle cremazioni complessive – di salme e resti mortali – sul totale nazionale del 2014 (109.486 su 147.367).

In questa seconda parte sono richiamati i primi risultati dei valori di concentrazione di riferimento ottenuti e si formulano le considerazioni e i confronti rispetto al *guidebook EEA* e alla legislazione vigente.

Risultati: i valori di concentrazione

I primi risultati delle elaborazioni sono riepilogati in Tabella 1. Per orientarsi rispetto ai limiti di concentrazione forniti in fase autorizzativa, si riportano i limiti adottati da Arpae (Emilia-Romagna) in autorizzazioni concesse nel 2017. È da ricordare che i limiti imposti sono eterogenei per territorio, tuttavia quelli riportati, recenti e dunque piuttosto restrittivi specialmente se confrontati con autorizzazioni rilasciate in anni precedenti, sono ampiamente superiori ai valori di concentrazione indicativi restituiti dall'indagine (ricordiamo che le misure sono avvenute tra il 2013 e il 2015).

In molti casi, anche i valori massimi riscontrati (colonna "max") stanno al di sotto dei limiti autorizzatori. Per diversi inquinanti c'è addirittura un ordine di grandezza di differenza tra i limiti e il valore indicativo: TOC (composti organici volatili totali), SOX, polveri totali (TSP), mercurio, metalli pesanti, diossine e

(1) <https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>, EEA, 2016.

furani (PCDD/F), IPA (idrocarburi policiclici aromatici), HCl (acido cloridrico), HF (acido fluoridrico).

Risultati: i valori “per body” (per singola cremazione)

Si riconducono le misure di concentrazione di inquinanti (es. mg/Nm³ – metri cubi normalizzati), a valori medi indicativi per cremazione (“per body” in modo da confrontarli con i valori EEA), tenuto conto della portata dell’effluente gassoso in Nm³/h e il tempo medio di un intero ciclo di cremazione – che per la maggior parte dei crematori recenti si colloca attorno ai 90-100 min. Riferendosi al tempo di cremazione, – pur non conoscendo nello specifico che cosa è stato cremato durante le misure – e disponendo di una dimensione del campione sufficiente, si pensa di giungere a valori medi che comprendano casistiche differenti e siano perciò sufficientemente rappresentativi.

Per la portata d’aria (50 misure) e i tempi di cremazione (31 dati, stimati come “tempo medio” dagli operatori del crematorio) si prendono a riferimento i valori della mediana e di 16esimo e 84esimo percentile come *range* di ampiezza (Tabella 2). In prospettiva, per linee di cremazione nuove o rinnovate, sono ragionevolmente da escludersi tempi di cremazione oltre i 120 minuti e portate d’aria oltre i 3000 Nm³/h.

Con i risultati sinora elencati, si possono fornire valori

TABELLA 2
Valori rappresentativi di portata d’aria e tempo di cremazione

Portata d’aria secca [Nm ³ /h]					
m	med	pct16	pct84	m	med
1959	1755	1010	2863	104	100

indicativi di riferimento “per body” ossia per cremazione (Tabella 3), semplicemente facendo il prodotto tra la concentrazione, la portata d’aria e il tempo di cremazione, utilizzando:

- per il valore “guida”, il valore rappresentativo dell’inquinante (media o mediana), la mediana del tempo di cremazione e la mediana della portata d’aria;
- per la stima inferiore dell’intervallo, il 16-percentile dell’inquinante, il 16-percentile tempo di cremazione e il 16-percentile della portata d’aria;
- per la stima superiore, l’84-percentile dell’inquinante, l’84-percentile del tempo di cremazione e l’84-percentile della portata d’aria.

Rispetto ai valori guida dell’*emission inventory* EEA (2013, ma i valori dell’edizione 2016 sono invariati), l’inquinamento atmosferico prodotto dai crematori italiani è generalmente inferiore. In Tabella 3 si può notare come vi sia almeno un ordine di grandezza di diffe-

TABELLA 1

Risultati: valori di concentrazione indicativi per ciascun inquinante ottenuti dall’analisi delle misure (1q: primo quartile, 3q: terzo quartile, pct 16: 16esimo percentile, pct84: 84esimo percentile, min e max: valori minimi e massimi)

INQUINANTE	Unità	m (media)	s (devst)	m-2s	m+2s	m-s	m+s	min	max	LIM Arpae
NOx (come NO ₂)	mg/Nm ³	144.9	70.7	3.5	286.3	74.2	215.6	6	415	200
INQUINANTE	Unità	m (media)	med (mediana)	1q	3q	pct16	pct84	min	max	LIM Arpae
CO	mg/Nm ³	18.76	13.6	5	32	3	34.14	1	63	62.5
NMVO* (TOC)	mg/Nm ³	3.8	3.1	1.5	5.05	0.8	5.6	0.004	19.1	12.5
SOx (come SO ₂)	mg/Nm ³	11.52	8	3.66	19.5	2.38	22.32	0.5	46	50
TSP (polveri totali)	mg/Nm ³	3.29	1.0	0.3	4.55	0.18	6.1	0.05	22.96	12.50
Hg	mg/Nm ³	0.0058	0.002	0.0005	0.0058	0.0005	0.0118	0	0.0420	0.05
Totale metalli pesanti	mg/Nm ³	0.15	0.0940	0.0380	0.1610	0.019	0.36	0.0005	0.83	0.5
Zn (autorizzati)	mg/Nm ³	0.63	0.158	-	-	-	-	-	-	5
Zn (non autorizzati)	mg/Nm ³	0.108	0.073	-	-	-	-	-	-	5
Somma PCBs	mg/Nm ³	2.2 10 ⁻⁵								
Somma PCDD/F	ng/Nm ³	0.03	0.011	0.003	0.038	0.0021	0.064	0.00023	0.227	0.1
Somma IPA	µg/Nm ³	0.50	0.055	-	-	-	-	-	-	10
Benzo(a)pyrene	µg /Nm ³	0.0133	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(b)fluoranthene	µg /Nm ³	0.0234	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzo(k)fluoranthene	µg /Nm ³	0.0109	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	µg /Nm ³	0.01264	-	-	-	-	-	-	-	-
HCB	µg /Nm ³	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-
HexaClBenzene	µg /Nm ³	0.010	-	-	-	-	-	-	-	-
HCl	mg/Nm ³	3.92	1.07	0.55	3.7	0.38	8.92	0.01	26.3	30
HF	mg/Nm ³	0.343	0.2	0.1	0.34	0.045	0.61	0	1.98	5

renza nei valori rappresentativi dei flussi di massa, per il monossido di carbonio, gli SOx, le polveri totali, i metalli pesanti e in particolare il mercurio. Sono in linea, come ordine di grandezza, ma comunque inferiori, i valori di NOx e NMVOC (TOC); in linea e di poco superiori i valori delle diossine e dello zinco (anche se in questo caso cautelativamente sono stati considerati solo impianti autorizzati alla cremazione con zinco).

Risultati: il confronto con i limiti del D.Lgs. 152/2006

In Tabella 4 si riportano i valori tipici e massimi rilevati di concentrazione e flusso di massa (per ora) dei diversi inquinanti analizzati nell'indagine a confronto con le soglie di rilevanza e i valori massimi esposti nell'Allegato I alla Parte V del D.Lgs. 152/2006.

I valori di flusso di massa rappresentativi e massimi sono riportati da "per body" a valori per ora considerando il tempo medio di cremazione al suo 16esimo percentile, cioè 90 minuti (una scelta molto a favore di sicurezza). La portata d'aria considerata è il suo valore tipico (mediana, 1755 Nm³/h).

I valori massimi riportati in Tabella 4 non sono gli stessi di Tabella 3 ("limite superiore" dopo analisi statistica); sono i massimi valori osservati tra tutti i rapporti di analisi fumi su tutti i crematori disponibili,

una condizione estremamente gravosa e cautelativa. È da rimarcare che i valori di concentrazione limite assumono rilevanza solo se è rilevante il flusso di massa. Si può concludere innanzitutto che tutte le analisi dei fumi fornite rispettano i valori limite del D.Lgs. 152/2006, anche con i valori massimi osservati.

In secondo luogo si può altresì notare che i valori rappresentativi, desunti dall'analisi statistica dei dati forniti dai crematori, sono di diversi ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti.

Considerazioni conclusive

Si omette, per non annoiare il lettore con ulteriori tabelle, un ulteriore confronto con i valori di emissione raccomandati dal Libro Bianco ECN, una rete europea di gestori di crematori⁽²⁾, per i quali i crematori italiani, secondo i dati raccolti, risultano ampiamente in linea. In generale, numerosi crematori sono di recente avvio o hanno recentemente rinnovato le loro linee, e c'è la presenza di sistemi di abbattimento avanzati (in un unico caso vi è lo scarico diretto in atmosfera): 14 crematori hanno comunicato di aver installato sistemi filtranti a secco (11 con filtro a maniche e 3 con altri sistemi), e 18 sistemi filtranti a secco e ciclone con addizione di sostanze (in 11 casi di questi è la sorbante). 17 crematori non hanno saputo dare informazioni sul sistema filtrante.

TABELLA 3

Valori di emissione per singolo ciclo di cremazione "per body" a confronto con i valori del *guidebook EEA*

INQUINANTE	Unità	CREMATORI ITALIANI 2013-15			EEA GUIDEBOOK 2013		
		Valore rapp.	Limite inferiore	Limite superiore	Valore rapp.	Limite* inferiore	Limite* superiore
NOx (come NO2)	kg/body	0.4238	0.1124	1.2345	0.825	0.0825	8.25
CO	kg/body	0.0398	0.0045	0.1955	0.14	0.014	1.4
NMVOC* (TOC)	kg/body	0.0091	0.0012	0.0321	0.013	0.0013	0.13
SOx (come SO2)	kg/body	0.0234	0.0036	0.1278	0.113	0.0113	1.13
TSP (polveri totali)	g/body	2.93	0.27	34.93	38.56	3.856	385.6
Hg	g/body	0.0059	0.0008	0.0676	1.49	0.149	14.9
Totale metalli pesanti	mg/body	274.95	28.7850	2061.36	1761.89	176.189	17618.9
Zn (autorizzati)	mg/body	462.15			160.12	16.012	1601.2
Somma PCBs	mg/body	0.0585**			0.41	0.041	4.1
Somma PCDD/F	µg/body	0.0322	0.0032	0.3665	0.027	0.0027	0.27
Somma IPA	mg/body	0.1609					
Benzo(a)pyrene	µg/body	38.90**			13.2	1.32	132
Benzo(b)fluoranthene	µg/body	68.45**			7.21	0.721	72.1
Benzo(k)fluoranthene	µg/body	31.88**			6.44	0.644	64.4
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	µg/body	36.97**	0.58	51.08	6.99	0.699	69.9
HCB HexaClBenzene	mg/body	0.029**	0.26	0.92	0.15	0.015	1.5
HCl	g/body	11.47	0.1124	1.2345			
HF	mg/body	1.00	0.0045	0.1955			

* Il guidebook EEA indica livello di confidenza pari al 95% per i valori forniti.

** Campione di dimensione limitata.

(2) www.sefit.eu/sefit/include/docum/files/ECN_Manifesto_it_fin.pdf

TABELLA 4
Valori di flusso di massa e concentrazione a confronto con le soglie di rilevanza e valori limite di concentrazione del D.Lgs. 152/2006

INQUINANTE	FLUSSI DI MASSA				CONCENTRAZIONI			
	Unità	Valore rapp. da analisi	Valore massimo registrato	Soglie di rilevanza allegato I – parte V Dlgs 152/2006	Unità	Valore rapp. da analisi	Valore massimo registrato	Valori limite allegato I parte V Dlgs 152/2006
NOx (come NO2)	kg/h	0.283	0.8130	5	mg/Nm ³	144.9	415	500
CO	kg/h	0.027	0.1783		mg/Nm ³	13.6	91	
NMVOC* (TOC)	kg/h	0.006	0.0174		mg/Nm ³	3.1	8.9	
SOx (come SO2)	kg/h	0.016	0.2741	5	mg/Nm ³	8	139.9	500
TSP (polveri totali)	g/h	1.953	238.9	100	mg/Nm ³	1.0	122	150
Hg	g/h	0.004	0.1665	1	mg/Nm ³	0.002	0.085	0.2
Cd	mg/h		99.9	500	mg/Nm ³		0.051	0.1
As	mg/h		235.08	5000	mg/Nm ³		0.120	1
Cr	mg/h		333.03	5000	mg/Nm ³		0.170	1
Ni	mg/h		28.99	5000	mg/Nm ³		0.015	1
Totale metalli pesanti	mg/h	183.300	458.4	25000	mg/Nm ³	0.0940	0.234	5
Zn (autorizzati)	mg/h	308.100	5583.15		mg/Nm ³	0.158		
Somma PCBs	mg/h	0.039	0.039	500	mg/Nm ³	2.2 10 ⁻⁵	-	0.5
Somma PCDD/F	µg/h	0.021	133.21	20000	ng/Nm ³	0.011	68	10000
Somma IPA**	mg/h	0.107	46.04	500	µg/Nm ³	0.055	23.5	100
Benzo(a)pyrene**	µg/h	25.933	78.55	500000	µg /Nm ³	0.0133	0.04	100
Benzo(b)fluoranthene**	µg/h	45.633	235.08	500000	µg /Nm ³	0.0234	0.12	100
Benzo(k)fluoranthene**	µg/h	21.253	86.78	500000	µg /Nm ³	0.0109	0.044	100
Indeno(1,2,3-cd)pyrene**	µg/h	24.647	251.73	500000	µg /Nm ³	0.01264	0.129	100
HCB HexaClBenzene**	mg/h	0.019	0.019		µg /Nm ³	0.010		
HCl	g/h	7.647	115.6	300	mg/Nm ³	1.07	59	30
HF	mg/h	0.667	1.56	50000	mg/Nm ³	0.2	0.8	5

I confronti qui riportati rassicurano sull'attenzione del settore all'impatto ambientale, con investimenti nei dispositivi filtranti tali da raggiungere valori di emissione ben inferiori ai limiti previsti. Naturalmente, questo non mette automaticamente al riparo da casi di negligenze, forzature o aggiramento delle norme: va dunque mantenuto il livello attuale di attenzione e controllo stringente sulle emissioni, ricordando sempre, in un dibattito sempre più spesso sviato da considerazioni sensazionalistiche ma poco accorte, che la

valutazione degli inquinanti emessi dai crematori non è obiettiva se non si tiene conto, in uno sguardo complessivo, delle masse in gioco: l'importanza delle emissioni dei crematori in rapporto a molte altre sorgenti di inquinanti è tuttora certamente limitata.

(*) *Ingegnere civile per l'ambiente e il territorio*