Emisiones de la pirotecnia recreativa y variaciones en la calidad del aire en España

A.C.F.A.E.

Asociación de Comerciantes de Fuegos Artificiales de España

Hola

Jordi Brau Estrada
Portavoz ACFAE

C/ Tres Forques 60, planta 10
46018 Valencia

acfae@acfae.es
www.acfae.es

Emisiones de la pirotecnia recreativa y variaciones en la calidad del aire en España

El consumo de pirotecnia en España

POLITIK-NEWS

INFOS, FAKTEN, POSITIONEN UND EINBLICKE IN DIE PYROTECHNISCHE INDUSTRIE

SONDERAUSGABE

FAKTEN STATT FIKTION

Die Debatte um Feinstaub und Klimawirksamkeit durch privates Silvesterfeuerwerk in der Öffentlichkeit und Vorbehalte gegenüber der Feuerwerksindustrie werden lauter. Jedoch: Kolportierte Aussagen zu Emissionen entsprechen nicht der Wahrheit - Feinstaub- und CO_2-Werte wurden nie real gemessen. Der technische Arbeitskreis des VPI hat mithilfe einer unabhängigen Studie die Thematik näher untersucht.

Jetzt zeigen die Ergebnisse: Die Werte liegen weit unter den öffentlich kursierenden.

Fakten statt Fiktion

HINTERGRÜNDE UND ERGEBNISSE DER VPI-FEINSTAUBSTUDIE

WIR SIND DAS SPRACHROHR DER PYROTECHNISCHEN INDUSTRIE

VPI ist größte Interessenvertretung der pyrotechnischen Branche

Der Verband der pyrotechnischen Industrie (VPI) ist das Sprachorgan für 21 Mitgliedsunternehmen im gesamten Bundesgebiet. Er betreut Hersteller von Silvester-, Groß- und Bühnenfeuerwerk sowie von pyrotechnischer Munition.

Der VPI vertritt die Interessen seiner Mitglieder gegenüber Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Verbandsintern verwalten mehrere Gremien das gesammelte Know-how der Branche mit einem breit angelegten Wissensmanagement.

Mit Modernisierungen in der Herstellung von Feuerwerkskörpern entwickelt sich der Verband stetig weiter und forscht an innovativen Lösungen für die eigenen Produkte – beispielsweise an leiserem Feuerwerk und umweltschonenderen Artikeln.

STUDIE

korrekte Werte zu erhalten, denn Verpackungen und Hülsen spielen beim Feinstaubaufkommen keine Rolle. Für eine fundierte Analyse ist der berechnete Emissionsfaktor jedoch nur ein Baustein. Die korrekte Ermittlung der Daten erfolgt auf Basis folgender wesentlicher Größen:

1. Ein gemessener **spezifischer Emissionsfaktor** zur Berechnung der Feinstaub-Emission von Feuerwerk
2. Eine **Aktivitätsrate**, welche die verkaufte Menge des Feuerwerks abzüglich der Retouren des Jahres angibt.
3. Ein **spezifischer Emissionsfaktor** zur Berechnung der **CO_2-Emission** durch Feuerwerk (aus fossilen Quellen)

Der oben beschriebene gemessene Emissionsfaktor wird zur erhöhten Aussagekraft noch anhand der Anteile gewichtet, die einzelne Feuerwerkskörper am gesamten, verkauften Silvesterfeuerwerk haben. So ergibt sich ein genaueres Bild unter Berücksichtigung der Vorlieben der Verbraucher zu Silvester. Das UBA bevorzugt für die Zwecke der Emissionsmeldungen einen solchen **gewichteten Emissionsfaktor**.

Der gewichtete Emissionsfaktor von Feinstaub PM_{10} aus Silvesterfeuerwerk beläuft sich auf:

286,2 kg PM_{10} pro Tonne NEM bzw. 0,2862 Tonnen PM_{10} pro Tonne NEM

Das heißt, 28,62% des pyrotechnischen Satzes im Feuerwerk wird als PM_{10} emittiert.

Geschlossener Raum für die Messungen der Feinstaub- und CO_2-Werte: In diesem Container fanden die Messungen statt.

leiter Dr. Keller: „Hier wurde bisher die Bruttomasse der Feuerwerkskörper als Bemessungsgrundlage angenommen, nicht aktiv ist und keinen Feinstaub freisetzen kann. Bei einer Rakete wird beispielsweise der hölzerne Raketenleitstab nicht zu Emissionen beitragen." Es müssen also auch die Mengen der pyrotechnischen Sätze ermittelt werden, um eine aussagekräftige Aktivitätsrate zu erhalten.

Aus den einzelnen NEM-Anteilen ergibt sich für 2019 angesichts einer verkauften Bruttomenge von 30.711 t Feuerwerk eine NEM von 5.159 t.

Die Aktivitätsrate: Bestimmung der emissionsrelevanten NEM

Die Emissionen durch Silvesterfeuerwerk lassen sich berechnen, indem die Emissionsfaktoren für Feinstaub bzw. CO_2 mit der Aktivitätsrate multipliziert werden. Sie gibt die Menge des Silvesterfeuerwerks an. Um sie zu ermitteln, führte der VPI über seine Mitglieder eine detaillierte Untersuchung der Verkaufsmengen durch. Es wurden offizielle Zahlen vom statistischen Bundesamt (StBA) zum Im- und Export von Feuerwerk mit Retouren (Feuerwerk ist ein Kommissionsgeschäft), nicht ausgelieferten Mengen, unterjährig abgebranntem Feuerwerk und in Deutschland gefertigtem Feuerwerk verrechnet. Es zeigte sich, dass 2019 zu Silvester 30.711 Brutto-Tonnen Feuerwerk abgebrannt wurden.

Anschließend war diese Bruttomasse mit der NEM jedes einzelnen Feuerwerkskörpers abzugleichen. Aus transport- und lagerrechtlichen Gründen – basierend auf der CE-Konformitätsbewertung von Feuerwerkskörpern – liegen die jeweilige Brutto- und Nettoexplosivstoffmasse vor. Für 2019 beträgt der Anteil der NEM im Silvesterfeuerwerk durchschnittlich 16,8%. Dieser NEM-Anteil kann für jeden Feuerwerkstypen individuell errechnet werden. Sind Emissionsfaktor, NEM-Anteil und Verkaufsmengen bekannt, lässt sich die Emission von Feinstaub PM_{10} durch Silvesterfeuerwerk berechnen:

0,2862 t x 5.159 t NEM = 1.477 t PM_{10} — Emissionen

Die Feinstaub-Emission von Silvesterfeuerwerk im Jahr 2019 betrug 1.477 t PM_{10}.

Dies entspricht, angesichts einer Gesamtemission von PM10 in Deutschland in Höhe von 206.000 t, einem Anteil von 0,7%.

ch: Der bisher verwendete
tor auf Basis von Schatz-
EP/EEA Guidebook beträ-
to Tonne pyro-
denstand. VPI Studien-

3 / POLITIKNEWS

El consumo de pirotecnia en España

				Consumo Pirotecnia	
	Habitantes (millones)	Superfície (km2)	Total consumo (toneladas brutas)	Kg / 1.000 habitantes	kg / m2
Alemania	83,2	357.375	31.000	372,6	86,7
España	47,6	505.944	3.440	72,3	6,8

Factores de emisión asignados al uso de la pirotecnia

SO2	NOx	CO	PM2,5	PM10	TSP	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)	(g/t)
3.020	260	7.150	51.940	99.920	109.830	1,33	1,48	15,6	444	0,057	30	784	260

Calculo de EF *(Factores de Emisión)* promedio en España.

PM

Material Particulado atmosférico que engloba variedad de compuestos que por su característica químicas tienen efecto en la salud y el medio ambiente.

PM_{10}

Mayor capacidad de acceso a las vías respiratorias. Suelen estar compuestas por partículas primarias.

$PM_{2.5}$

Son las más pequeñas dentro de las PM10 y tiene la capacidad de depositarse en los alvéolos (parte más profunda del sistema respiratorio). Suelen estar compuestas por partículas secundarias.

Total de emisiones teóricas derivadas del uso de la pirotecnia

	Contribución en % a las Emisiones de Contaminantes durante 2021													
	SO2	NOx	CO	PM2,5	PM10	TSP	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Emisiones de la pirotecnia	10,389	0,894	24,596	178,674	343,725	377,815	0,005	0,005	0,054	1,527	0,0002	0,103	2,697	0,894
Emisiones Totales 2021	130.610	667.543	1.672.542	138.489	220.006	303.475	3,924	7,556	23,474	124,338	3,600	64,622	104,740	390,081
% Emisiones uso pirotecnia	0,0080	0,0001	0,0015	0,1290	0,1562	0,1245	0,1166	0,0674	0,2286	1,2284	0,0054	0,1597	2,5749	0,2293

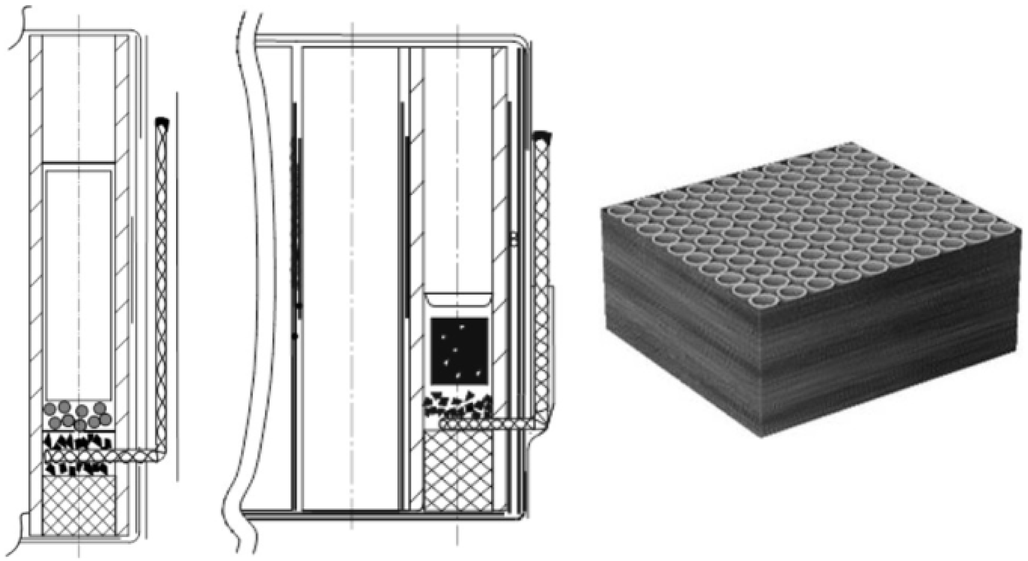
Total de emisiones teóricas derivadas del uso de la pirotecnia

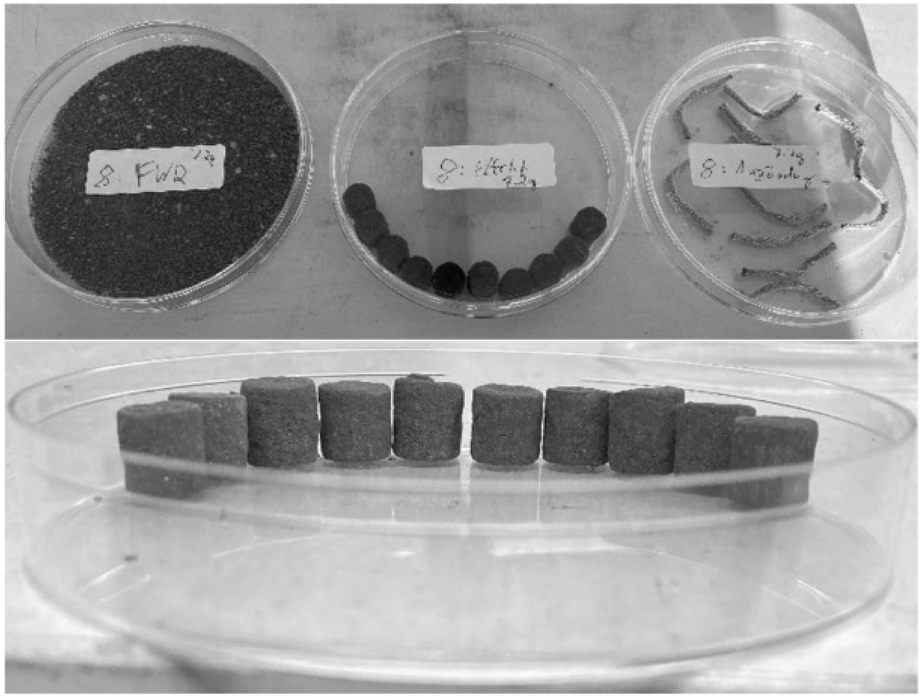
	Contribución en % a las Emisiones de Contaminantes durante 2021													
	SO2	NOx	CO	PM2,5	PM10	TSP	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Uso de Pirotecnia	0,0080	0,0001	0,0015	0,1290	0,1562	0,1245	0,1166	0,0674	0,2286	1,2284	0,0054	0,1597	2,5749	0,2293
Producción de calor y electricidad pública	7,9270	9,0384	1,8044	2,4913	1,9875	1,9958	14,7823	13,0601	10,2213	1,2717	24,8018	42,6822	1,1849	0,6689
Combustión industrias del Hierro y acero	10,8020	1,3142	5,1327	0,6205	0,6428	0,9038	8,2369	1,8667	5,0899	0,0874	2,6409	1,0747	7,4071	1,5984
Transporte por carretera en Turismos	0,1547	21,6021	6,7669	4,0366	2,5410	1,8421	0,0665	2,6544	4,1408	27,3826	2,9276	2,1739	19,4145	5,1330
Plantas residenciales de combustión (Calefacción y cogeneración)	5,8685	2,7001	14,7695	25,0322	16,1685	12,3203	1,1652	13,2841	7,6971	0,4225	2,2216	0,2964	2,3391	10,2275
Producción de hierro y acero	1,0630	0,1928	5,4421	0,7446	0,5747	0,7911	2,3420	18,1367	8,5892	1,3314	23,1097	6,8352	31,5693	6,2258
Quema de residuos al aire libre	1,7079	8,7763	44,1394	39,0820	26,0955	19,2663	11,9675	10,8772	0,5002	1,3219	NE	NE	7,5102	54,3267
Ruedas y frenos de automoviles	NA	NA	NA	2,4974	2,8213	2,7840	2,2306	0,4887	11,7291	48,3247	NE	0,6969	7,1548	6,9631

Emisiones generadas de efecto invernadero

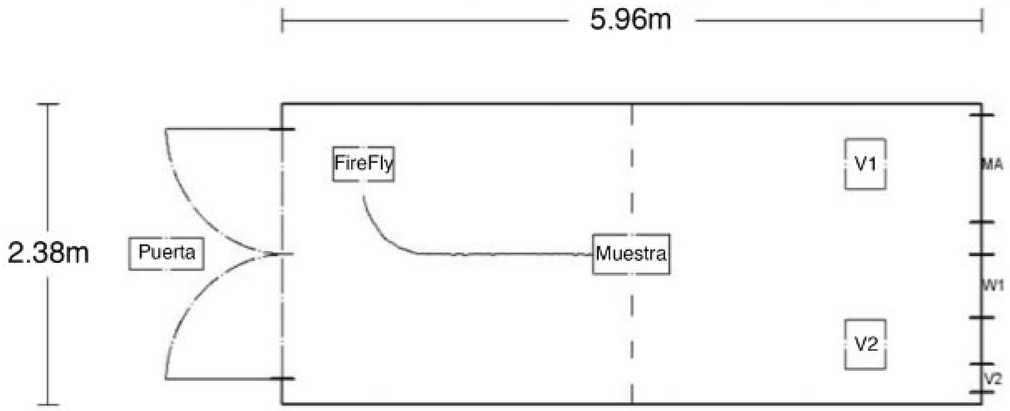
Sustancia	Producto de reacción primario	Producto de reacción secundario
Nitrato de potasio	K_2O	K_2CO_3
Nitrato de potasio en pólvora	K_2CO_3, K_2O, K_2S, $K_2S_2O_3$, K_2SO_4 [15]	K_2CO_3, K_2SO_4
Perclorato de potasio	KCl, K_2O	KCl, K_2CO_3
Benzoato de potasio	K_2O	K_2CO_3
Nitrato de bario	BaO, $BaCl_2$, $Ba(OH)_2$	$BaCO_3$, $BaSO_4$
Nitrato/carbonato de estroncio	SrO, $SrCl_2$, $Sr(OH)_2$	$SrCO_3$, $SrSO_4$
Aluminio y magnesio 50/50	MgO, Al_2O_3	MgO, Al_2O_3
Aluminio	Al_2O_3	Al_2O_3
Magnesio	MgO	MgO
Hierro	Fe_3O_4	Fe_3O_4
Titanio	TiO_2	TiO_2
Óxido/hidróxido/carbonato de cobre	CuO, CuS, $CuCl_2$	CuO, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$

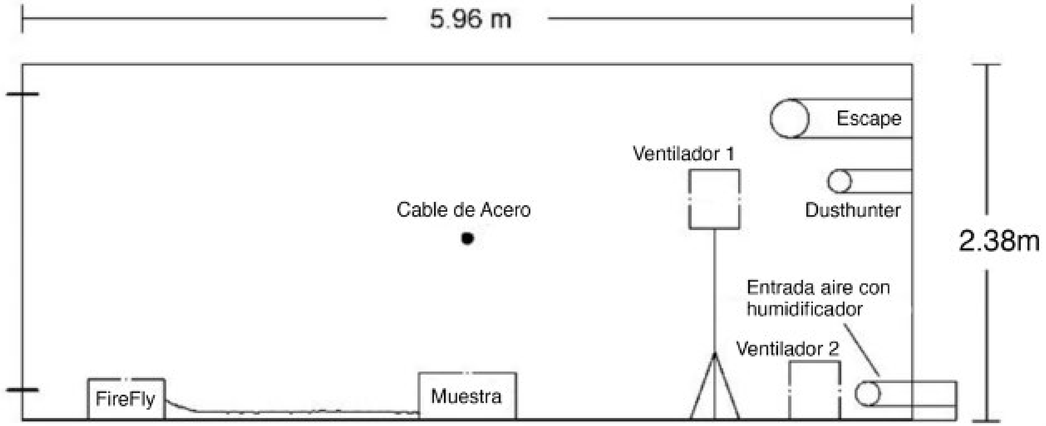
Emisiones generadas de efecto invernadero





Configuración de la cámara de medición





Configuración de la cámara de medición

Artículo Nº	1	2	3	4
Tipo	Petardo (1) EUROPEO de 2.5g NEC	Petardo (2) CHINO de 1.5g NEC	Fuente(3) EUROPEA de 246g NEC	Fuente(4) CHINA de 165g NEC
t1/s	120	120	120	120
t2/s	690	660	585	615
t2’/s	661	661	661	661
EF1/g PM10 por kg NEC	268	220	206	240
EF2/g PM10 por kg NEC	201	158	181	183
EF2’/g PM10 por kg NEC	204	158	177	177
EF1/g PM2.5 por kg NEC	139	128	128	208
EF2/g PM2.5 por kg NEC	75	153	157	146
EF2’/g PM2.5 por kg NEC	66	150	148	131

Factores de emisión específicos del tipo

Tipo de artículo	EFP_{M10} g PM_{10}/kg NEC	$EF_{PM2.5}$ g $PM_{2.5}$/kg NEC
Petardos	213	134
Fuentes	200	168
Cohetes	298	231
Baterías y combinaciones	325	281

EF_{PM10} = 42.5 g PM_{10}/kg peso bruto de fuegos artificiales

$EF_{PM2.5}$ = 33.6 g $PM_{2.5}$/ kg peso bruto de fuegos artificiales

Final valoración del estudio en Alemania.

Gases de efecto invernadero

PIORTECNIA

0,156kg/kg NEC > 65,7 toneladas de CO_2 por la pirotecnia de consumo en España

GASOIL

2.664kg/Litro > 6 meses de 1 SOLO CAMION por carreteras españolas

Calculo de EF *(Factores de Emisión)* promedio en España.

Tipo de artículo	EFP_{M10} g PM_{10}/kg NEC	$EF_{PM2.5}$ g $PM_{2.5}$/kg NEC	% Consumo en España
Truenos (de pólvora negra)	213	134	N/A
Fuentes (interior y exterior)	200	168	43,6%
Voladores	298	231	0,4%
Baterías y Combinaciones	325	281	13,8%

Calculo de EF *(Factores de Emisión)* promedio en España.

Festividad	Ciudad/es	Fecha de estudio
Fin de año	A Coruña, Madrid, Sevilla	30-12-2018 a 2-01-2019 1-01-2021 a 2-01-2021*
San Juan	Alicante, Cartagena y Barcelona	23-06-2019 a 24-06-2019 23-06-2021 a 24-06-2021
Fallas	Valencia	15-03-2019 a 20-03-2019

* En el caso de Fin de Año, se incluye datos de 2021, si bien el consumo se redujo con respecto a 2019.

Valores límite de PM_{10} y $PM_{2,5}$ [2]

Contaminante	Valor límite (VL)	Concentración	Periodo promedio	Número de superaciones máximas/año	Fecha de cumplimiento
PM_{10}	Valor límite diario (VLD)	50 µg/m³	24 horas	35 días/año	2005
	Valor límite anual (VLA)	40 µg/m³	1 año	N/a	2005
$PM_{2,5}$ (Fase I)	Valor límite anual (VLA)	25 µg/m³	1 año	N/a	2015
$PM_{2,5}$ (Fase II)	Valor límite anual (VLA)	20 µg/m³	1 año	N/a	2020

Índice de calidad del aire

	Índice de Calidad del Aire[16] (Concentraciones en µg/m³)					
	Buena	Razonablemente buena	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Extremadamente desfavorable
$PM_{2,5}$	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	75-800
PM_{10}	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	150-1200

Concentración diarias de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en Fallas

Tabla de resumen de medias diarias de PM_{10} y $PM_{2.5}$ - Marzo 2019

Ref. estación	PM_{10}															$PM_{2.5}$														
	02	03	09	10	15	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	02	03	09	10	15	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27
30	39,3	27,5	31,3	30,8	50,7	58,5	67,3	33,5	31,6	20,8	34	32,8	38,6	30,9	29,6	28,1	16,3	18,2	16,5	23,8	36,8	26,2	13,2	15,9	11,6	22,3	20,2	19,3	16	12,7
46	33,6	21,7	21,6	21,5	32,8	34,5	42,2	16	14,1	14,4	30,8	31,5	34,3	31,8	23,7	24,1	13,8	13,5	14,3	16,5	25,5	25,7	8,4	9,0	9,9	22,4	22,8	21,5	19,5	13,3
47	47,6	28,2	26	25,4	38,3	37,9	41,1	18	19,3	19,4	34,7	31,1	35,7	31,4	25,0	29,0	15,8	15,2	17,2	18,2	27,9	24,1	9,5	12,7	14	24,7	23,5	24	19,7	13,5
48	38,3	24,7	18,5	23	26,2	40,4	31,4	14,8	14	14,1	33,5	28,6	28,7	29,2	20,9	31,7	18,9	15,9	20,8	22,3	37,3	26,1	12,3	12,5	12,8	31,3	26,2	25,2	25,2	17,7

Buena | Razonablemente buena | Regular | Desfavorable | Muy desfavorable | Extremadamente desfavorable

Concentración diarias de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en San Juan

Ciudad	Año	Ref. Estación	Valor PM10 (µg/m³) 23 al 24 de Junio						Valor PM2,5 (µg/m³) 22 al 23 de Junio					
			Media horaria				Media Diaria		Media horaria				Media Diaria	
			22h	23h	00h	01h	23	24	22h	23h	00h	01h	23	24
Alicante	2019	9	26,0	27,0	14,0	18,0	21,3	19,9	9,0	10,0	5,0	6,0	9,1	6,9
	2021	9	14,0	30,0	18,0	12	22,3	19	2,0	5,0	5,0	3,0	2,6	2,4
Cartagena	2019	20	33,0	63,0	53,0	24,0	25,9	32,6	N/d	N/d	N/d	N/d	N/d	N/d
	2021	20	33,0	19,0	23,0	18,0	30	21,6	18,2	11,4	8,9	6,5	8,9	7,1
Barcelona	2019	4	N/d	N/d	N/d	N/d	50,5	52,7	N/d	N/d	N/d	N/d	37,5	39,4
		43	N/d	N/d	N/d	N/d	47,4	68,4	N/d	N/d	N/d	N/d	30,4	49,8
		44	N/d	N/d	N/d	N/d	23,5	38,7	N/d	N/d	N/d	N/d	15,4	26,3
	2021	4	N/d	N/d	N/d	N/d	38,7	50,2	N/d	N/d	N/d	N/d	N/d	35,5
		43	N/d	N/d	N/d	N/d	63	23,6	N/d	N/d	N/d	N/d	51,5	17,8
		44	N/d	N/d	N/d	N/d	27,8	27,6	N/d	N/d	N/d	N/d	20,3	20,5

* Superaciones del Valores de Límite Diario o del Valor Límite Anual lo que no supone incumplimiento.
En el caso de Sevilla no se disponían de valores de medición de PM2,5 para el año 2018/2019 (indicación N/d)

Buena | Razonablemente buena | Regular | Desfavorable | Muy desfavorable | Extremadamente desfavorable

Niveles de PM_{10} y $PM_{2,5}$ en Nochevieja de 2018 y 2020

Ciudad	Año	Ref. Estación	Valor PM10 (µg/m³) 1 de Enero				Valor PM2,5 (µg/m³) 1 de Enero			
			01h	02h	03h	Media Diaria	01h	02h	03h	Media Diaria
A Coruña	2019	21	46,0	48,0	42,0	34,0	30,0*	29,0*	27,0*	20,5
	2021	21	20,0	12,0	12,0	14,9	11,0	5,2	6,4	8,1
Madrid	2019	8	105*	91*	43	33	33*	34*	29*	16,3
		47	39	44	35	24,9	31*	35*	26*	18,5
		56	69*	56*	39	34	55*	45*	30*	24,7
	2021	8	12	5	5	3,5	10	4	4	2,3
		47	12	9	4	3	12	9	5	2,9
		56	18	6	1	3,8	16	5	1	3,2
Sevilla	2019	15	60,1*	51,4*	32	42,3	N/d	N/d	N/d	N/d
		16	75,6*	41	30.2	32,7	N/d	N/d	N/d	N/d
	2021	15	23,2	10,4	7,0	4,8	11,7	11,7	7,4	4,5
		16	17,4	16,2	13,9	9,1	N/d	N/d	N/d	N/d

* Superaciones del Valores de Límite Diario o del Valor Límite Anual lo que no supone incumplimiento.
En el caso de Sevilla no se disponían de valores de medición de PM2,5 para el año 2018/2019 (indicación N/d)

Buena | Razonablemente buena | Regular | Desfavorable | Muy desfavorable | Extremadamente desfavorable

Conclusiones

1 El consumo en varias fechas en España favorece la calidad del aire, respecto a la situación en Alemania.

2 El consumo en España es 1/5 parte del de Alemania.

3 Que los estudios de emisiones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ son inferiores a los datos oficiales del 2002.

4 Que el Factor de emisión de CO_2 en españa se puede suponer que es inferior al Aleman, por el tipo de artificio utilizado en nuestro mercado.

5 Que la calidad del aire enpeora en las fechas de consumo de pirotecnia recreativa, pero el efecto no es unicamente imputable a la pirotecnia recreativa. Ya que hay mayor actividad humana y otros eventos.

6 Que la calidad del aire en las grandes ciudades sobrepasa los limites establecidos durante las fechas de consumo.

Plan de acción sectorial

REDUCIR las emisiones
Reducir el NEC

Inversiones en investigación y desarrollo de composiciones de mayor eficiencia (más efecto con menos composición pirotécnica) o menor impacto (menos emisiones y emisiones menos contaminantes)

CONCIENCIAR

Enfocar el consumo hacia productos con menos NEC o hacia productos que tengan mes afectación al Factor de Emisiones.

REGULAR

La hiperconcentración del uso de pirotecnia es negativa para la calidad del aire > Promover normativas que protejan la idiosincrasia de uso de pirotecnia en España, evitando la concentración de uso en horarios y espacios reducidos y acotados, evitando la concentración de las emisiones y el posible impacto de ello en la Calidad del Aire en lugares concretos.

COMPENSAR

Neutralizar la huella de las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por el uso de pirotecnia recreativa, teniendo en cuenta la contribución de 0,156t/ tonelada de Materia activa de pirotecnia (NEC), de modo que queden compensadas las 65,7 toneladas de CO_2 fósil emitido por la pirotecnia de consumo.

A.C.F.A.E.

Asociación de Comerciantes de Fuegos Artificiales de España

C/ Tres Forques 60, planta 10
46018 Valencia
acfae@acfae.es
www.acfae.es