

INCINERACIÓN DE RESIDUOS MUNICIPALES CON VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	09.02.01
CRF	1A1ai
NFR	1A1a

Descripción de los procesos generadores de emisiones

En esta ficha se contabilizan las emisiones generadas en la incineración de residuos sólidos urbanos (RSU). Estos residuos son aquellos recolectados por las municipalidades y otras autoridades locales, y típicamente incluyen: desechos domésticos, desechos de jardines y parques y desechos de origen comercial/institucional.

La incineración es un proceso de eliminación final, aplicable a aquellos residuos que por sus características presenten ventajas comparativas frente a otros procesos de eliminación como, por ejemplo, el depósito en vertedero. Se trata de un proceso de tratamiento especialmente indicado para residuos que presenten las siguientes características:

- Alta resistencia frente a procesos de tratamientos biológicos y alta persistencia en el ambiente (por ejemplo, pesticidas).
- Alta volatilidad y, por consiguiente, fácil dispersión (por ejemplo, disolventes).
- Dificultad para ser almacenados de forma segura en vertedero.
- Contenido de compuestos clorados, con metales tales como plomo, mercurio, cadmio, zinc y nitrogenados, fosforados o sulfurados.

La incineración se desarrolla a temperaturas elevadas, tratándose de un procedimiento de destrucción térmica en el que, en presencia de oxígeno, los residuos son convertidos en gases y cenizas. Esta destrucción implica una reducción de la masa y el volumen de los mismos y, además, la generación de energía.

A las emisiones procedentes de la incineración de residuos propiamente dicha, hay que sumarles las producidas por la combustión en las instalaciones auxiliares existentes en las incineradoras. Su función consiste en alcanzar y mantener las condiciones necesarias para la correcta combustión de los residuos. Los combustibles empleados son fundamentalmente, gasóleo y gas natural.

Las emisiones procedentes de la incineración se encuentran contabilizadas en el sector de Energía (CRF 1A1ai y NFR 1A1a), ya que dicho proceso se realiza con valorización energética (aprovechamiento de la energía eléctrica generada). Respecto a los gases de efecto invernadero, quedan registrados en esta categoría los correspondientes a la parte fósil de los residuos incinerados, la parte biogénica se refleja como "Memo Item" en los reportes oficiales.

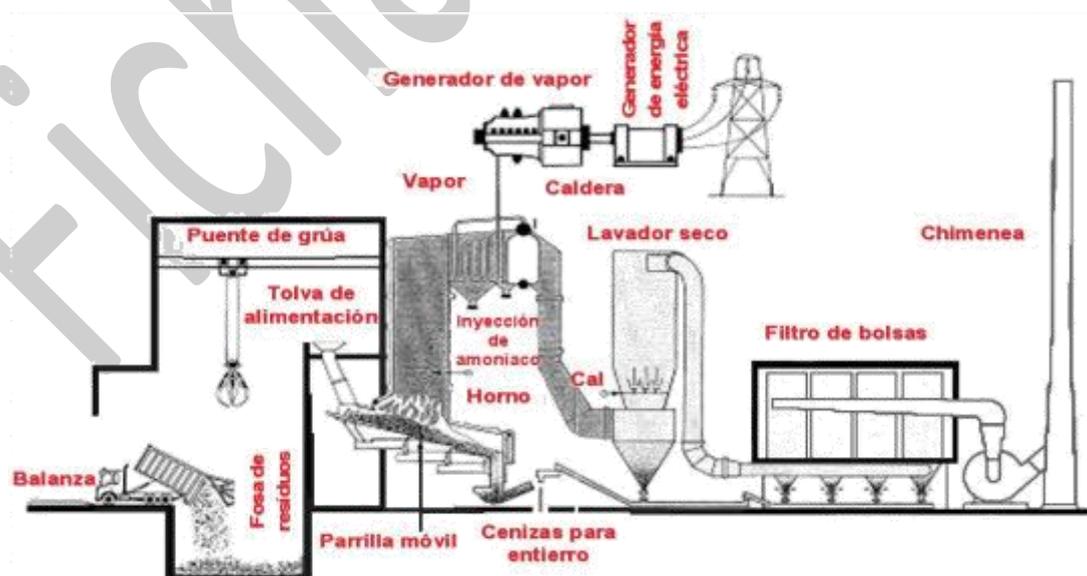


Figura 1. Diagrama del proceso de incineración de RSU (Fuente: <https://www.energiaadebate.com/blog/2133/>)

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
✓	✓	✓	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:
- Notation keys correspondientes al último reporte a UNFCCC

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios			Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes					
NOx	NM VOC	SO ₂	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAHs	HCB	PCBs	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

OBSERVACIONES:
- Notation keys correspondientes al último reporte a CLRTAP

Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
09.02.01	5C12a	5C1a	Incineración de residuos municipales sin valorización energética
09.02.02	1A1ai	1A1a	Incineración de residuos industriales con valorización energética

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción																
Incineración de residuos municipales																			
CO ₂	T2	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5	1990-2020																
<p>1. Cálculo de FE específicos nacionales (<i>Country specific</i>, CS), para instalaciones SIN caracterización de los RSU incinerados:</p> <ul style="list-style-type: none"> (1999-1999) Composición media de los RU españoles (%) recogida en el Plan Nacional de Residuos Urbanos (PNRU): <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Materia orgánica</td> <td>44,06</td> </tr> <tr> <td>Papel-cartón</td> <td>21,18</td> </tr> <tr> <td>Plástico</td> <td>10,59</td> </tr> <tr> <td>Vidrio</td> <td>6,93</td> </tr> <tr> <td>Metales férricos</td> <td>3,43</td> </tr> <tr> <td>Metales no férricos</td> <td>0,68</td> </tr> <tr> <td>Maderas</td> <td>0,96</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>12,17</td> </tr> </tbody> </table> (2006-2020) Composición de los RU de una planta representativa a nivel nacional en el año 2006, que recoge el incremento de la fracción de plásticos detectada por CEDEX/ECOEMBES entre 1999 y 2006 (un 15 % mayor). Con estas composiciones, y asumiendo unos valores específicos para los distintos parámetros de cálculo (anexo V), se obtienen la masa y porcentaje de C biogénico y fósil. (2000-2005) Interpolación lineal del FE del CO₂ fósil, para enlazar los dos tramos anteriores de la serie. <p>2. Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.</p>				Materia orgánica	44,06	Papel-cartón	21,18	Plástico	10,59	Vidrio	6,93	Metales férricos	3,43	Metales no férricos	0,68	Maderas	0,96	Otros	12,17
Materia orgánica	44,06																		
Papel-cartón	21,18																		
Plástico	10,59																		
Vidrio	6,93																		
Metales férricos	3,43																		
Metales no férricos	0,68																		
Maderas	0,96																		
Otros	12,17																		

Contaminante	Tier	Fuente		Descripción
CO ₂	T3	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5	2006-2020	<p>1. Cálculo de FE específico para cada instalación y año, en plantas CON caracterización de los RSU incinerados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estimación de la parte fósil, realizada a partir de la composición macroscópica de los residuos incinerados declarada por las plantas, vía cuestionario individualizado. - Con esta composición, y asumiendo unos valores específicos para los distintos parámetros de cálculo (anexo V), se obtienen la masa y porcentaje de C biogénico y fósil. <p>2. Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.</p>
CH ₄	T1	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5	1990-2020	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
N ₂ O	T1	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5	1990-2020	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
NO _x	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2003	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
	T3		2004-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
NMVOC	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2020	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
	T3		1990-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
SO ₂	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2000	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
	T3		2001-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
NH ₃	T3	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
PM _{2,5}	T3	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	2000-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
PM ₁₀	T3	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	2000-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
TSP	T3	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	2000-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
BC	T3	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	2000-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
CO	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2000	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
	T3		2001-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
Metales Pesados	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2000	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
	T3		2001-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
DIOX	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2000	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
	T3		2001-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
PAHs	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2020	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
HCB	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2020	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.
	T3		2003-2020	Información aportada por las plantas, a partir de mediciones.
PCBs	T1	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration	1990-2020	Producto de la variable de actividad (cantidad de residuos incinerados) por su factor de emisión.

Contaminante	Tier	Fuente		Descripción
Combustión auxiliar				
CO ₂	T1	IPCC 2006. Capítulo 2. Volumen. 2	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
CH ₄	T1	IPCC 2006. Capítulo 2. Volumen. 2	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
N ₂ O	T1	IPCC 2006. Capítulo 2. Volumen. 2	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
NO _x	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
NM VOC	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
SO ₂	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
NH ₃	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
PM _{2,5}	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
PM ₁₀	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
TSP	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
BC	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
CO	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
Metales Pesados	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
DIOX	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
PAHs	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
HCB	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
PCBs	T1	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries	1990-2020	Producto de la variable de actividad (consumo de combustible) por su factor de emisión.
<i>Dependiendo de cada planta incineradora, los periodos indicados varían en función del año de inicio de la actividad con valorización energética y de las técnicas de control de los contaminantes</i>				

Variable de actividad

Variable	Descripción
Cantidad de residuos incinerados	Expresada en toneladas (t)
Consumo de combustible	Expresado en Gigajulios (GJ): consumos de unidades auxiliares (gas natural o gasóleo)

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
1990-2020	Información proporcionada a través de cuestionarios individualizados

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo*	Tipo	Fuente	Descripción
Incineración de residuos municipales				
CO ₂	1990-2005	CS	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5.	Específico del país
	2006-2020	OTH	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5.	Específico para cada planta
CH ₄	1990-2020	D	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5. Cuadro 5.3	FE por defecto
N ₂ O	1990-2020	D	IPCC 2006. Capítulo 5. Volumen. 5. Cuadro 5.6	FE por defecto

Contaminante	Periodo*	Tipo	Fuente	Descripción
NOx	1990-1995	D	Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. Tabla A1.2 Anexo 1	FE por defecto
	1996-2003	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2004-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
NMVOC	1990-1995	D	Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. Tabla A1.3 Anexo 1	FE por defecto
	1996-2003	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2004-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
SO ₂	1990-1995	D	Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. Tabla 8.1	FE por defecto
	1996-2000	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
NH ₃	1990-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
PM _{2,5}	2000-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
PM ₁₀	2000-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
TSP	2000-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
BC	2000-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
CO	1990-1995	D	Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. Tabla 8.1	FE por defecto
	1996-2000	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
Pb	1990-2000	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
Cd	1990-2000	D	Manual PARCOM-ATMOS. Tabla 2.5.2	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
Hg	1990-1995	D	Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. Tabla 8.1	FE por defecto
	1996-2000	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
As	1990-2000	D	Manual PARCOM-ATMOS. Tabla 2.5.2	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
Cr	1990-2000	D	Manual PARCOM-ATMOS. Tabla 2.5.2	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
Cu	1990-2000	D	Manual PARCOM-ATMOS. Tabla 2.5.2	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
Ni	1990-2000	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
Se	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
Zn	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
DIOX	1990-1995	D	Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. Tabla 8.1	FE por defecto
	1996-2000	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
	2001-2020	OTH	Emisiones medidas en planta	Específico para cada planta
PAHs	1990-1995	D	Libro Guía EMEP/CORINAIR Tercera Edición. Tabla 8.1	Suma FE benzo(k), benzo(a), antraceno
	1996-2020	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	Suma FE benzo(k), benzo(a), benzo(b), indeno
HCB	1990-1995	D	Manual PARCOM-ATMOS. Tabla 2.5.1.2	FE por defecto
	1996-2020	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto
PCBs	1990-1995	D	Manual PARCOM-ATMOS. Tabla 2.5.1.2	FE por defecto
	1996-2020	D	EMEP/EEA 2019 5C1a.Municipal waste incineration. Tabla 3-1	FE por defecto

Combustión auxiliar

CO ₂	1990-2020	CS/D	IPCC 2006. Capítulo 2. Volumen. 2 Cuadro 2.2	FE CS: gas natural / FE D: gasóleo
CH ₄	1990-2020	D	IPCC 2006. Capítulo 2. Volumen. 2 Cuadro 2.6	FE por defecto
N ₂ O	1990-2020	D	IPCC 2006. Capítulo 2. Volumen. 2 Cuadro 2.6	FE por defecto
NOx	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
NMVOC	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
SO ₂	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
NH ₃	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
PM _{2,5}	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
PM ₁₀	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
TSP	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
BC	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
CO	1990-2020	D	EMEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto

Contaminante	Periodo*	Tipo	Fuente	Descripción
Pb	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
Cd	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
Hg	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
As	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
Cr	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
Cu	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
Ni	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
Se	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
Zn	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
DIOX	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
PAHs	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	Suma FE benzo(k), benzo(a), benzo(b), indeno
HCB	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto
PCBs	1990-2020	D	E MEP/EEA 2019 1A1.energy industries Tablas 3-4 y 3-6	FE por defecto

Observaciones: D= por defecto (del inglés *Default*); CS=específico del país (del inglés *Country specific*); OTH= otros (del inglés *Other*); M=modelo (del inglés *Model*)

*Dependiendo de cada planta incineradora, el año podría variar

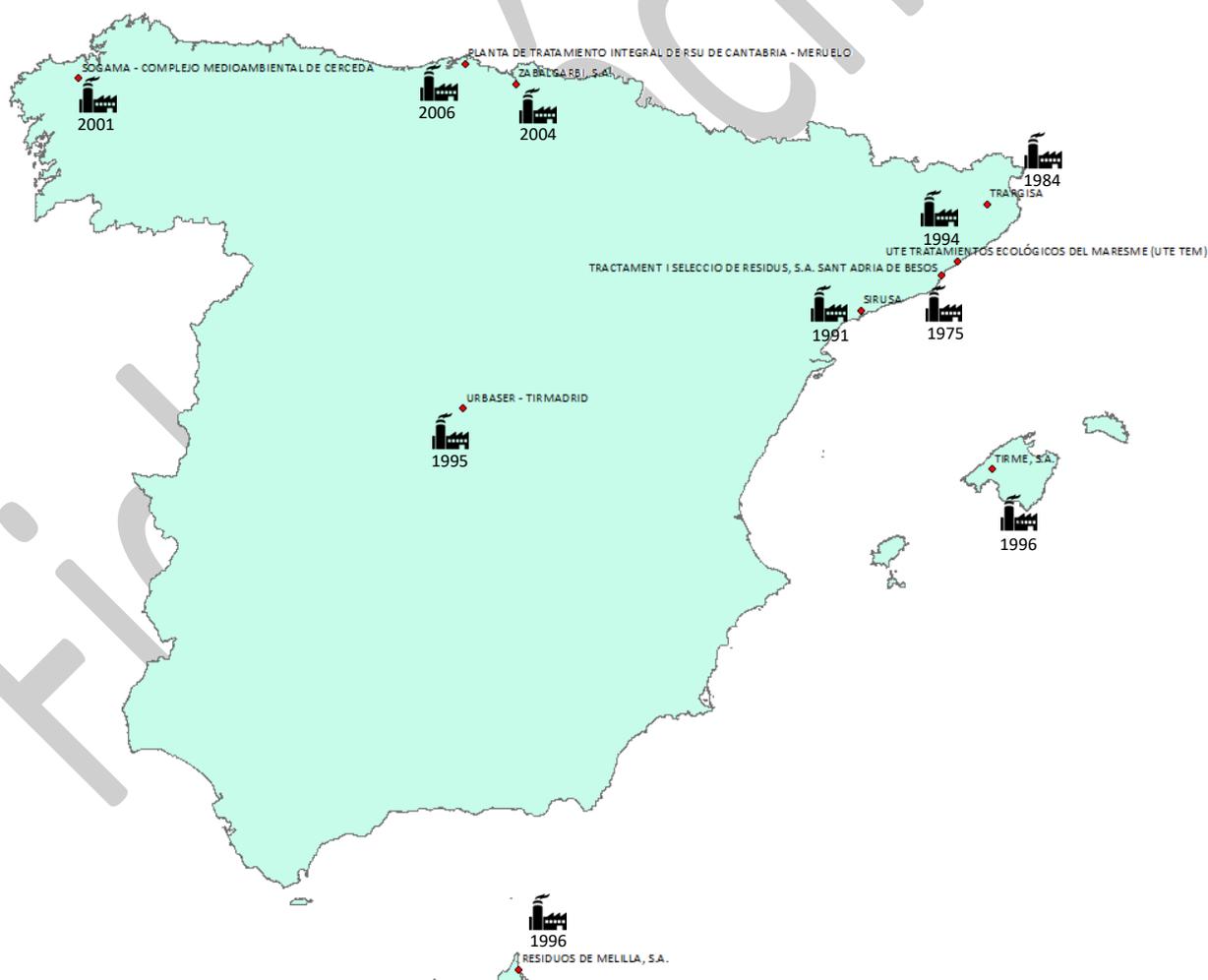


Figura 2. Distribución de las incineradoras de RSU y año de inicio de la actividad (Fuente: Elaboración propia)

Incertidumbres

Las incertidumbres de los Gases de efecto invernadero en esta actividad, se calculan a nivel de CRF 1A1a, en el caso del CO₂, y a nivel de CRF 1A1, para el CH₄ y el N₂O. Se recogen en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción	
CO ₂	Líquidos	1,5	2	En el caso del CO ₂ , las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1a (Líquidos y Gaseosos para la combustión auxiliar y Otros para la incineración de residuos). <u>Variable de actividad</u> : las incertidumbres de los consumos de combustibles líquidos y gaseosos (en unidades de masa) provienen de consultas con las principales empresas de generación de electricidad; la incertidumbre del consumo de otros combustibles se estima según la Guía IPCC 2006.
	Gaseosos	1,75	1,5	<u>Factor de emisión</u> : la incertidumbre está determinada por las incertidumbres debidas al contenido de carbono en cada tipo de combustible (masa de carbono / masa de combustible) y al factor de oxidación de carbono a CO ₂ ; mediante la combinación de estas incertidumbres se estiman las de los respectivos factores de emisión.
	Otros	3	20	
CH ₄	2,5	233	Para el CH ₄ y el N ₂ O, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1. <u>Variable de actividad</u> : el valor se calcula según la guía IPCC 2006.	
N ₂ O	2,5	275	<u>Factor de emisión</u> : se calcula con las incertidumbres propuestas en la Guía IPCC 2006 para cada una de las categorías que forman el nivel 1A1, tomando siempre la mayor.	

Las incertidumbres de los Contaminantes atmosféricos están calculadas a nivel de NFR 1A1a. Se muestran a continuación.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
NOx	1,5	20	<u>Variable de actividad</u> : Dado que la información procede de IQ se considera que la incertidumbre tiene un valor bajo.
NMVOOC	1,5	97,2	<u>Factor de emisión</u> : Se calcula con las incertidumbres agregadas de los factores de emisión propuestos en la Guía EMEP/EEA 2016.
SO ₂	1,5	20	
PM _{2,5}	1,5	30	<u>Variable de actividad</u> : se calcula con las incertidumbres agregadas de las VA de los distintos tipos de combustible (estimadas a nivel CRF 1A1a).
PM ₁₀			<u>Factor de emisión</u> : incertidumbre recogida en el Anexo 2, parte 3, punto 3 del Real Decreto 815/2013, para emisiones medidas de PST.
TSP			

Coherencia temporal de la serie

Las series de las variables se consideran coherentes al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente del punto focal y/o de las plantas de tratamiento.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

La desagregación para el cálculo de las emisiones es a nivel de planta, estando estas instalaciones de combustión consideradas como grandes focos puntuales (GFP) en el Inventario.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Octubre de 2022.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

AÑO	Residuos incinerados (Mg)	Combustible en instalación auxiliar (GJ)	
		Gasóleo	Gas natural
1990	370.744,00	-	-
1991	373.629,00	-	-
1992	502.473,00	6.148,00	-
1993	516.688,00	4.325,00	-
1994	477.776,00	5.894,00	-
1995	681.878,00	67.076,00	-
1996	886.925,00	278.144,00	-
1997	1.269.101,00	81.493,00	7.177,00
1998	1.227.506,00	32.860,00	5.460,00
1999	1.302.003,00	25.356,00	7.757,00
2000	1.311.071,00	33.369,00	9.333,00
2001	1.371.206,00	41.424,00	44.113,00
2002	1.469.846,00	34.980,00	255.817,00
2003	1.700.229,00	32.775,00	155.092,00
2004	1.656.337,00	43.503,00	100.160,00
2005	1.708.508,80	39.517,00	113.242,00
2006	1.860.245,00	42.952,00	168.369,00
2007	1.900.611,00	31.558,00	80.368,00
2008	1.985.448,00	29.299,00	108.305,00
2009	1.958.869,00	24.974,00	107.619,00
2010	1.915.649,00	24.380,00	183.930,00
2011	2.119.388,00	32.960,00	83.572,00
2012	2.077.159,00	39.600,00	93.332,00
2013	2.022.986,00	48.156,00	78.228,00
2014	2.059.991,94	36.437,00	77.736,00
2015	2.227.688,49	193.748,00	98.913,00
2016	2.423.788,19	201.130,00	100.335,00
2017	2.267.268,52	244.799,00	112.334,00
2018	2.243.310,07	275.687,00	157.868,00
2019	2.220.959,29	276.923,00	197.171,00
2020	2.001.207,95	259.169,00	143.301,00

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones por la incineración de residuos municipales

CONTAMINANTE	PERIODO	FE
CO ₂ (kg/Mg residuo incinerado)	1990-2020	FE específico nacional (CS): - 344 (1990-1999) - 364 (2000); 383 (2001); 403 (2002); 422 (2003); 442 (2004); 461 (2005) - 481 (2006-2020)
	2006-2020	FE calculado por planta y año
CH ₄ (g/Mg residuo incinerado)	1990-2020	0,2
N ₂ O (g/Mg residuo incinerado)	1990-2020	50
NO _x (g/Mg residuo incinerado)	1990-1995	1800
	1996-2003	1071
	2004-2020	Emisiones medidas en planta
NMVOC (g/Mg residuo incinerado)	1990-1995	Si no existen mediciones de planta: 20
	1996-2020	Si no existen mediciones de planta: 5,9
	1990-2020	Si existen, mediciones de planta
SO ₂ (g/Mg residuo incinerado)	1990-1995	1700
	1996-2000	87
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
NH ₃ (g/Mg residuo incinerado)	1990-2020	Emisiones medidas en planta
PM _{2,5} (g/Mg residuo incinerado)	2000-2020	Emisiones medidas en planta
PM ₁₀ (g/Mg residuo incinerado)	2000-2020	Emisiones medidas en planta
TSP (g/Mg residuo incinerado)	2000-2020	Emisiones medidas en planta
BC (g/Mg residuo incinerado)	2000-2020	3,5 % emisiones PM _{2,5}
CO (g/Mg residuo incinerado)	1990-1995	700
	1996-2000	41
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
Pb (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2000	58
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
Cd (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2000	4,6
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
Hg (mg/Mg residuo incinerado)	1990-1995	2800
	1996-2000	18,8
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
As (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2000	6,2
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
Cr (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2000	16,4
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
Cu (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2000	13,7
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
Ni (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2000	21,6
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
Se (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2020	11,7
Zn (mg/Mg residuo incinerado)	1990-2020	24,5
DIOX (ng/Mg residuo incinerado)	1990-1995	350000
	1996-2000	52,5

CONTAMINANTE	PERIODO	FE
	2001-2020	Emisiones medidas en planta
PAHs (mg/Mg residuo incinerado)	1990-1995	10,5
	1996-2020	0,0474
Ben(a)pi (mg/Mg residuo incinerado)	1996-2020	0,0084
Ben(b)flu (mg/Mg residuo incinerado)	1996-2020	0,0179
Ben(k)flu (mg/Mg residuo incinerado)	1996-2020	0,0095
Indeno (mg/Mg residuo incinerado)	1996-2020	0,0116
HCB (mg/Mg residuo incinerado)	1990-1995	2
	1996-2020	0,0452
	2003-2020	Emisiones medidas en planta
PCBs (mg/Mg residuo incinerado)	1990-1995	0,5
	1996-2020	0,0000034

Factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones por la combustión de combustible en instalación auxiliar

CONTAMINANTE	FE	
	Gasóleo	Gas natural
CO ₂ (kg/GJ combustible)	74,1	56,04*
CH ₄ (g/GJ combustible)	0,9	1
N ₂ O (g/GJ combustible)	0,4	1
NO _x (g/GJ combustible)	65	89
NMVOC (g/GJ combustible)	0,8	2,6
SO ₂ (g/GJ combustible)	46,5	0,281
PM _{2,5} (g/GJ combustible)	0,8	0,89
PM ₁₀ (g/GJ combustible)	3,2	0,89
TSP (g/GJ combustible)	6,5	0,89
BC (g/GJ combustible)	0,268	0,02225
CO (g/GJ combustible)	16,2	39
Pb (mg/GJ combustible)	4,07	0,0015
Cd (mg/GJ combustible)	1,36	0,00025
Hg (mg/GJ combustible)	1,36	0,1
As (mg/GJ combustible)	1,81	0,12
Cr (mg/GJ combustible)	1,36	0,00076
Cu (mg/GJ combustible)	2,72	0,000076
Ni (mg/GJ combustible)	1,36	0,00051
Se (mg/GJ combustible)	6,79	0,0112
Zn (mg/GJ combustible)	1,81	0,0015
DIOX (ng/GJ combustible)	0,5	0,025
PAHs (mg/GJ combustible)	0,00692	0,00308
Ben(a)pi (mg/GJ combustible)	-	0,00056
Ben(b)flu (mg/GJ combustible)	-	0,00084
Ben(k)flu (mg/GJ combustible)	-	0,00084
Indeno (mg/GJ combustible)	0,00692	0,00084

* FE específico nacional para 2020, calculado a partir del contenido de C, densidad y PCI anuales.

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Estimación de las emisiones de CO_2 por parte de la incineradora TIRMADRID, derivadas de la incineración de residuos urbanos y de la combustión auxiliar de gasóleo (ejemplo del año 2016):

Cantidad de residuos incinerados: 270.035 toneladas

Combustión de gasóleo auxiliar: 42.213,65 GJ

$FE_{CO_2} = 590,297 \text{ Kg } CO_2 / \text{ t residuo incinerado}$

$FE_{CO_2} = 74,1 \text{ Kg } CO_2 / \text{ GJ gasóleo quemado}$

$$\text{Emisiones de } CO_2 = VA \times FE$$

$$\text{Emisiones de } CO_2 = ((270.035 \times 590,297) + (42.213,65 \times 74,1)) \times \frac{1}{10^6} = 162,53 \text{ Gg } CO_2$$

ANEXO IV

Emisiones

Año	SO ₂ (t)	NO _x (t)	NM VOC (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)
1990	630,26	667,34	7,41	0,07	259,52	127,54	18,54	-
1991	635,17	672,53	7,47	0,07	261,54	128,53	18,68	-
1992	854,49	904,85	10,05	0,11	351,83	173,31	25,13	-
1993	878,57	930,32	10,34	0,11	361,75	178,06	25,84	-
1994	812,49	860,38	9,56	0,10	334,54	164,79	23,89	-
1995	1.162,07	1.213,03	13,69	0,20	424,50	239,54	34,12	-
1996	122,52	1.327,41	13,32	0,75	92,88	325,71	44,46	-
1997	504,53	1.470,18	11,28	0,29	222,42	443,01	63,49	-
1998	358,60	1.378,24	11,08	0,23	220,36	425,01	61,39	-
1999	111,27	1.537,92	12,89	0,23	166,07	450,21	65,11	-
2000	100,64	1.365,81	18,21	0,24	168,45	480,23	65,57	-
2001	83,33	1.963,92	36,26	0,29	164,56	559,43	68,58	-
2002	85,55	1.969,53	31,45	0,47	287,64	598,50	73,53	-
2003	139,72	2.318,27	34,24	20,77	320,62	687,38	85,04	0,59
2004	208,05	2.870,87	27,64	5,54	238,46	707,61	82,84	1,09
2005	222,46	2.396,84	16,70	5,54	201,85	794,97	85,45	3,58
2006	102,07	1.643,14	18,95	4,36	207,38	850,75	93,05	9,36
2007	128,28	1.555,29	17,61	0,43	208,50	899,14	95,05	10,51
2008	92,60	1.357,98	14,32	0,43	172,85	991,75	99,29	12,85
2009	90,77	1.426,73	17,06	0,41	193,58	1.047,06	97,96	16,15
2010	89,13	1.248,41	20,19	0,47	184,10	1.004,99	95,81	14,75
2011	138,02	1.395,95	17,46	0,42	188,44	1.130,04	105,99	17,15
2012	125,80	1.585,87	14,50	0,43	190,39	1.121,84	103,88	19,50
2013	120,80	1.504,11	12,71	0,41	161,57	1.080,37	101,18	15,39
2014	116,65	1.612,59	15,86	0,81	169,21	1.238,26	103,02	15,62
2015	125,28	1.750,66	18,07	0,65	183,70	1.363,86	111,47	22,00
2016	127,09	1.679,90	20,19	0,87	206,51	1.374,84	109,60	13,94
2017	161,70	1.773,62	19,53	0,94	203,47	1.505,47	113,47	22,81
2018	150,16	1.522,52	16,40	1,02	209,47	1.347,67	106,84	20,55
2019	143,12	1.726,08	16,55	1,09	233,02	1.515,01	111,18	15,36
2020	130,59	1.582,57	13,94	1,27	172,50	1.399,78	100,24	19,76

Año	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2.5} (t)	PM ₁₀ (t)	TSP (t)	BC (t)
1990	2,30	1,71	6,08	5,08	1.038,08	8,01	21,50	4,34	9,08	-	-	-	-
1991	2,32	1,72	6,13	5,12	1.046,16	8,07	21,67	4,37	9,15	-	-	-	-
1992	3,13	2,32	8,25	6,90	1.406,93	10,86	29,17	5,92	12,32	-	-	-	-
1993	3,21	2,38	8,48	7,09	1.446,73	11,17	29,99	6,07	12,67	-	-	-	-
1994	2,97	2,21	7,84	6,56	1.337,78	10,33	27,73	5,63	11,72	-	-	-	-
1995	4,35	3,23	11,28	9,53	1.908,95	14,82	39,82	8,43	16,83	-	-	-	-
1996	11,96	6,32	45,89	53,87	20,84	42,49	75,63	12,27	22,23	-	-	-	-
1997	368,90	159,68	1.770,94	2.291,01	165,97	407,19	2.766,59	15,40	31,24	-	-	-	-
1998	406,43	129,61	834,39	874,52	127,44	445,91	875,65	14,59	30,13	-	-	-	-
1999	77,01	76,62	113,02	193,01	21,82	114,26	234,02	15,41	31,94	-	-	-	-
2000	48,13	42,42	96,50	232,17	24,52	122,35	268,80	15,57	32,18	54,16	54,24	54,35	1,90
2001	36,01	41,50	163,86	188,26	33,13	214,13	207,80	16,32	33,67	28,11	28,21	28,35	0,99
2002	219,87	66,88	175,30	178,05	58,13	116,20	266,86	17,44	36,07	33,02	33,11	33,22	1,16
2003	121,66	166,11	169,65	205,21	300,95	173,47	503,76	20,12	57,57	57,74	57,81	57,92	2,03
2004	79,38	154,90	248,71	183,66	65,71	120,19	702,90	19,68	166,03	71,18	71,28	71,43	2,50
2005	94,43	112,84	153,00	145,11	125,34	132,06	595,02	20,26	122,90	40,11	40,20	40,33	1,41
2006	57,19	83,32	61,57	93,19	37,26	88,03	367,95	23,50	158,04	34,40	34,50	34,64	1,21
2007	52,07	25,73	87,56	80,48	38,26	48,27	218,82	28,49	166,94	31,90	31,98	32,08	1,12
2008	46,97	33,51	200,69	68,71	38,68	40,84	92,03	23,90	168,67	26,78	26,85	26,95	0,94
2009	40,58	23,80	183,22	108,19	19,38	93,65	183,27	36,45	160,37	21,74	21,80	22,41	0,77
2010	51,72	25,98	48,53	54,40	34,42	36,61	192,19	25,91	153,74	20,28	20,34	22,48	0,71
2011	51,32	14,12	62,73	142,92	33,85	54,06	111,21	24,24	154,02	20,72	20,80	24,37	0,73
2012	32,21	28,55	97,24	43,58	12,51	82,05	108,76	24,03	129,76	17,44	17,54	22,82	0,62
2013	15,33	30,78	123,76	117,43	13,32	473,68	146,35	23,35	129,09	17,78	17,90	22,86	0,63
2014	21,06	19,81	137,47	158,59	14,39	217,22	105,33	23,53	119,30	14,54	14,63	15,64	0,52
2015	13,41	36,94	116,95	71,25	27,50	136,98	387,64	26,50	104,62	38,75	39,21	40,11	1,32
2016	16,54	35,89	156,27	108,42	23,41	164,86	189,18	27,71	292,43	32,59	33,08	35,45	1,25
2017	14,40	25,58	146,54	78,19	10,63	169,75	159,81	27,82	108,69	31,66	32,24	34,88	1,23
2018	12,33	15,69	403,05	142,91	10,28	525,63	150,93	26,04	201,22	34,31	34,97	36,62	1,27
2019	14,98	26,98	107,56	108,60	10,54	274,60	99,98	44,62	150,98	18,96	19,62	29,78	0,86
2020	22,80	24,20	124,29	146,82	10,86	205,42	126,67	23,77	130,62	16,41	17,04	20,58	0,64

Año	DIOX (g)	PAHs (kg)	BEN(A)PI (kg)	BEN(B)FL (kg)	BEN(K)FL (kg)	INDENO (kg)	HCB (kg)	PCBs (kg)
1990	129,76	3,89	0,69	1,47	0,78	0,95	0,74	0,185372
1991	130,77	3,92	0,70	1,48	0,79	0,96	0,75	0,186815
1992	175,87	5,28	0,93	1,99	1,06	1,29	1,00	0,251237
1993	180,84	5,43	0,96	2,05	1,09	1,33	1,03	0,258344
1994	167,22	5,02	0,89	1,89	1,01	1,23	0,96	0,238888
1995	238,61	7,16	1,27	2,70	1,43	1,75	1,36	0,340939
1996	1,69	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,000003
1997	3,67	0,06	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	0,000004
1998	3,32	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,06	0,000004
1999	0,75	0,06	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	0,000004
2000	0,71	0,06	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	0,000004
2001	0,21	0,07	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	0,000005
2002	0,14	0,07	0,01	0,03	0,01	0,02	0,07	0,000005
2003	0,29	0,35	0,06	0,13	0,07	0,09	1,15	0,000006
2004	0,31	0,21	0,04	0,08	0,04	0,05	0,22	0,000006
2005	0,19	0,21	0,04	0,08	0,04	0,05	0,29	0,000006
2006	0,15	30,36	5,38	11,47	6,09	7,43	0,47	0,000006
2007	0,10	4,16	0,74	1,57	0,83	1,02	0,09	0,000006
2008	0,10	1,67	0,30	0,63	0,33	0,41	0,12	0,000007
2009	0,12	7,80	1,38	2,95	1,56	1,91	0,25	0,000007
2010	0,08	4,58	0,81	1,73	0,92	1,12	0,08	0,000007
2011	0,09	7,67	1,36	2,90	1,54	1,88	0,09	0,000007
2012	0,11	5,31	0,94	2,01	1,06	1,30	0,20	0,000007
2013	0,09	11,73	2,08	4,43	2,35	2,87	0,20	0,000007
2014	0,08	7,01	1,24	2,65	1,40	1,72	0,17	0,000007
2015	0,06	35,44	6,28	13,38	7,10	8,67	0,16	0,000008
2016	0,19	20,52	3,64	7,75	4,11	5,02	0,37	0,000007
2017	0,18	4,38	0,78	1,65	0,88	1,07	0,32	0,000008
2018	0,15	7,16	1,27	2,70	1,43	1,75	0,71	0,000007
2019	0,18	3,15	0,56	1,19	0,63	0,77	0,69	0,000008
2020	0,14	3,47	0,61	1,31	0,70	0,85	0,83	0,000007

ANEXO V

Parámetros para la estimación del FE de CO₂ fósil en la Incineración de Residuos Municipales

	Materia orgánica	Papel	Plásticos	Otros celulósicos no recicla.	Tetrabrik	Vidrio	Metales férricos	Metales no férricos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros
Fracción masa seca	0,40	0,70	1,00	0,70	0,75	1,00	1,00	1,00	0,60	0,90	1,00	1,00	0,50
Fracción combustible	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50
Fracción Bio en masa combustible	1,00	1,00	0,10	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50	0,50	0,00	0,50
Frac. C en masa Bio	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Fracción Fósil en masa combustible	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,50	0,50	1,00	0,50
Frac. C en masa Fósil	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85