



Junta de Andalucía

Consejería de Sostenibilidad,
Medio Ambiente y Economía Azul
Dirección General de Sostenibilidad Ambiental y
Cambio Climático

Guía de apoyo para la notificación de la industria de fabricación de cemento y/o clínker

Versión: Diciembre 2023





ÍNDICE

1. OBJETIVO DE ESTA GUÍA.....	4
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	4
3. PARÁMETROS PRTR A NOTIFICAR.....	6
4. METODOLOGÍA DE NOTIFICACIÓN DE EMISIONES.....	8
4.1. C- Datos calculados.....	9
4.2. Factores de emisión del CORINAIR.....	9
4.3. Factores de emisión de la EPA.....	11
4.4. Comercio de emisión de gases de efecto invernadero.....	11
4.5. Determinación emisiones de NO _x y SO _x según el Decreto 503/2004.....	11
5. FACTORES DE EMISIÓN PROPUESTOS PARA LA NOTIFICACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	12
6. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sub-listas contaminantes PRTR.....	6
Tabla 2. Contaminantes PRTR incluidos por R.D. 508/2007.....	7
Tabla 3. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de CO (Número PRTR: 2).....	12
Tabla 4. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de COVDM y N ₂ O.....	12
Tabla 5. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de NO _x (Número PRTR: 8).....	13
Tabla 6. Factores de emisión propuestos para el cálculo de SO _x ^a (Número PRTR: 11).....	14
Tabla 7. Factores de emisión propuestos para el cálculo de metales.....	14
Tabla 8. F.E. propuestos para el cálculo de emisiones de Dioxinas y Furanos (PCDD+PCDF) y PCB.....	15
Tabla 9. Factores de emisión propuestos para Amoniaco, Hexaclorobenceno (HCB), Benceno, Naftaleno y Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP).....	15
Tabla 10. Factores propuestos para hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (Nº PRTR: 72).....	15
Tabla 11. F.E. para Cl y compuestos inorgánicos expresados en kg/t de clínker (Nº PRTR:80).....	16
Tabla 12. Factores de emisión para COT (Nº PRTR 76).....	16
Tabla 13. Factores de emisión para Flúor y compuestos inorgánicos expresados en kg/t de clínker.....	16
Tabla 14. Factores de emisión por defecto para las partículas CORINAIR.....	16



Tabla 15. Factores de emisión y PCI propuestos para el cálculo de emisiones de CO₂ (Número PRTR: 3).....17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de proceso de fabricación y emisiones asociadas.....5

ABREVIATURAS

CORINAIR	Atmospheric Emissions Inventory Guidebook (Inventario de emisiones a la atmósfera)
EEA	European Environment Agency (Agencia Europea del Medio Ambiente)
EMEP	European Monitoring Evaluation Programme (Programa concertado de vigilancia continua y de evaluación de la transmisión a larga distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa)
EPA	Environmental Protection Agency
E-PRTR	European Pollutant Release and Transfer Register (Registro Europeo de Emisiones Transferencias de Contaminantes)
F.E.	Factor de Emisión
FIRE	Factor Information Retrieval (Programa FIRE: programa para la recuperación de información de los factores de emisión de la EPA)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
MITERD	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
MTD	Mejor técnica disponible (en inglés BAT, Best Available Technique)
PCI	Poder calorífico inferior
RRNPP	Residuos no peligrosos
RRPP	Residuos Peligrosos
R.D.	Real Decreto



1. Objetivo de esta guía

Este documento establece las particularidades para la notificación de las emisiones y transferencia de contaminantes de los complejos incluidos en el epígrafe 3.c i) instalaciones para la producción de cemento y/ o clínker del Anexo I, correspondiente al Real Decreto 508/2007, de 20 de abril (BOE n.º 96, de 21 de abril de 2007), modificado mediante Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, (BOE 251, 19 de octubre de 2013).

2. Descripción del proceso

El proceso de fabricación del cemento consta de las siguientes etapas:

- **Calcinación:** descomposición del carbonato cálcico (CaCO_3) a unos $900\text{ }^\circ\text{C}$, en óxido cálcico (CaO , cal) y dióxido de carbono gaseoso (CO_2).
- **Clinkerización:** el CaO reacciona a alta temperatura, normalmente a $1.400 - 1.500\text{ }^\circ\text{C}$, con sílice, alúmina y óxido de hierro para formar los silicatos, aluminatos y ferritos de calcio que componen el clínker.
- **Producción de cemento:** trituración o molienda del clínker junto con yeso y aditivos para formar el cemento.

Existen cuatro tipos de procesos de fabricación de cemento: proceso seco, proceso semi-seco, proceso húmedo y proceso semi-húmedo. Sin embargo, en Europa la mayoría del cemento es producido mediante procesos secos. Todos estos tipos de procesos tienen en común las siguientes etapas:

- extracción de materias primas
- almacenamiento y preparación de materias primas
- almacenamiento y preparación de combustibles
- calcinación del clínker
- molienda del cemento y almacenado
- embalaje y expedición

El principal foco de emisión a la atmósfera es la chimenea del horno de clínker. Estas emisiones están asociadas a las reacciones físicas y químicas de las materias primas procesadas y de los combustibles empleados para la cocción, siendo diversas las variables que afectan al régimen de emisión. Dentro de estas variables destacan las propiedades de las materias primas y el tipo de horno empleado.

En la producción de cemento no se generan vertidos de proceso, los únicos vertidos generados en este tipo de instalaciones están asociados a aguas de limpieza y sistemas de refrigeración.

Entre los residuos generados en la producción de cemento se incluyen:

- polvo de cemento recogido en los sistemas de depuración y en operaciones de limpieza



- refractario y aislante usados procedentes del horno
- aceites usados generados en las operaciones de mantenimiento
- recipientes contaminados de productos químicos empleados en los laboratorios

En la siguiente figura se muestra un esquema del proceso de fabricación de cemento.

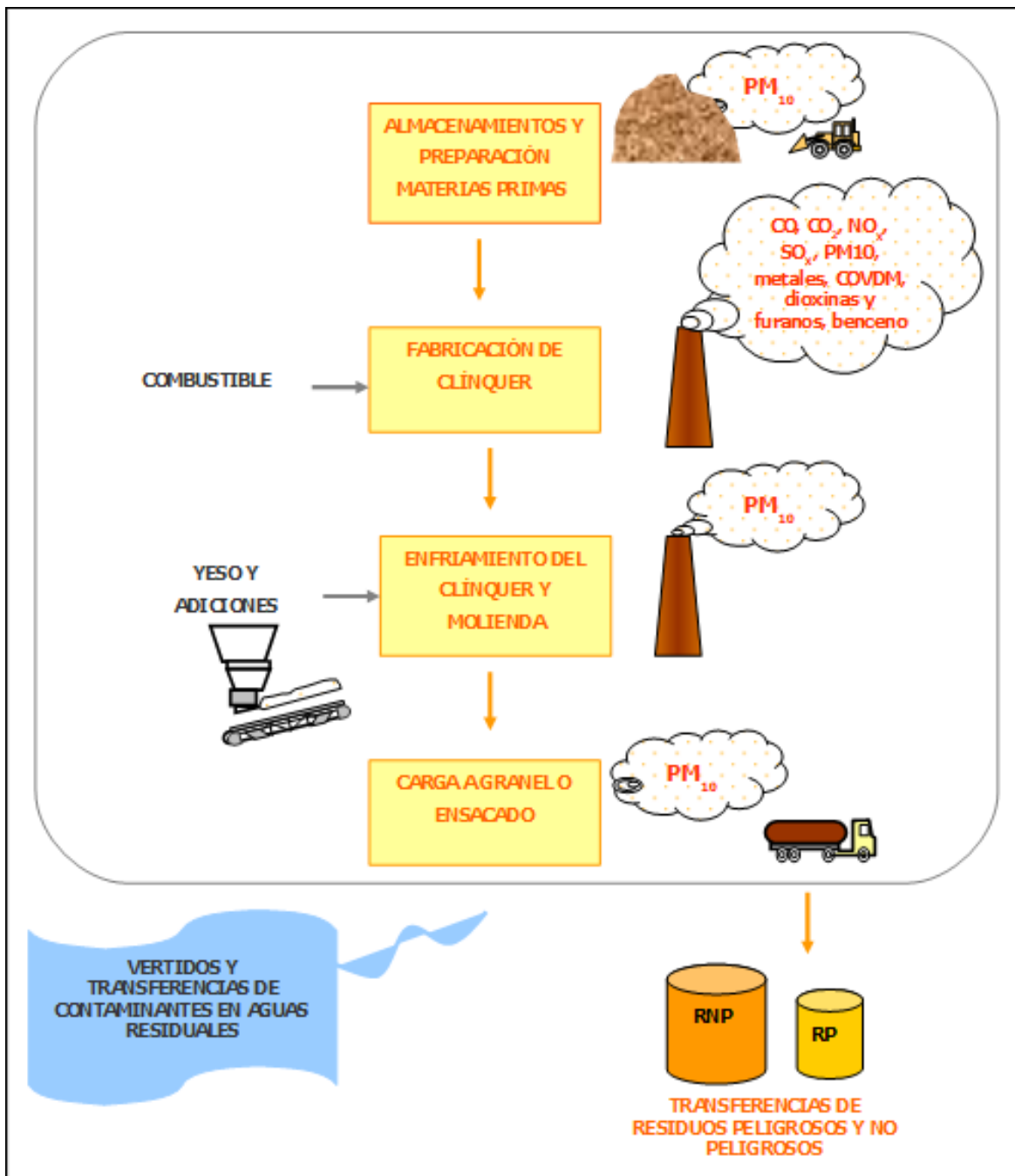


Figura 1. Diagrama de proceso de fabricación y emisiones asociadas



3. Parámetros PRTR a notificar

En el apéndice 4 de la “Guía para la implantación del E-PRTR” de la Dirección General del Medio Ambiente de la Comisión Europea se adjuntan unas sub-listas que ilustran, a título orientativo, los parámetros contaminantes a notificar en función del tipo de actividad de la instalación para las emisiones al aire y emisiones y transferencias al medio hídrico. Para las instalaciones afectadas por los epígrafes 3.c i) los contaminantes recogidos en las sub-listas son:

Tabla 1. Sub-listas contaminantes PRTR

INDUSTRIA DEL CEMENTO Y/O clínker			
NÚMERO PRTR	CONTAMINANTE	MEDIO ATMÓSFERA	MEDIO AGUA
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	-
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	-
5	N ₂ O	■	-
6	NH ₃	■	-
7	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)	■	-
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	-
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	-
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	■	■
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	■	■
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	■	■
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	■	-
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	■	■
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	■	■
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	■	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	■	-
47	PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-Teq)	■	■
50	Policlorobifenilos (PCB)	■	-
61	Antraceno	■	-



INDUSTRIA DEL CEMENTO Y/O clínker

NÚMERO PRTR	CONTAMINANTE	MEDIO ATMÓSFERA	MEDIO AGUA
62	Benceno	■	-
68	Naftaleno	■	-
70	Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	■	-
71	Fenoles (como C total)	-	■
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	■	-
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	-	■
80	Cloro y compuestos inorgánicos (como HCl)	■	-
84	Flúor y compuestos inorgánicos (como HF)	■	-
85	Cianuro de hidrógeno (HCN)	■	-
86	PM ₁₀	■	-

En relación a los contaminantes incluidos en la tabla anterior, se deben realizar las siguientes consideraciones:

- Todos los metales (nº PRTR 17-24) se comunicarán como la masa total del elemento en todas las formas químicas presentes en la emisión.
- Los fenoles (nº PRTR 71) deben expresarse como la masa total de fenol y fenoles simples sustituidos, expresada como carbono total.
- Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP, nº PRTR 72) incluyen: el benzo(a)pireno, el benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno y el indeno(1,2,3-cd)pireno.

Por otro lado, en el Real Decreto 508/2007 se incluyen una serie de contaminantes que deben notificarse, aunque en principio no se trasladarán a organismos europeos o a cualquier otro organismo de carácter internacional. Además también se incluye como contaminante PRTR al aire el COT (número PRTR 76). Estos contaminantes se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Contaminantes PRTR incluidos por R.D. 508/2007

OTRAS SUSTANCIAS INCLUIDAS EN EL PRTR POR EL REAL DECRETO 508/2007			
Nº PRTR	ATMÓSFERA	Nº PRTR	AGUA
76	COT	98	DQO
92	Partículas totales en suspensión (PST)	200	o,p'-DDT
93	Talio	201	p,p'-DDD



OTRAS SUSTANCIAS INCLUIDAS EN EL PRTR POR EL REAL DECRETO 508/2007

Nº PRTR	ATMÓSFERA	Nº PRTR	AGUA
94	Antimonio	202	p,p'-DDE
95	Cobalto	203	p,p'-DD
96	Manganeso	204	Benzo(a)pireno
97	Vanadio	205	Benzo(b)fluoranteno
	-	206	Benzo(k)fluoranteno
	-	207	Indeno(1,2,3-cg)pireno
	-	208	1,2,3-Triclorobenceno
	-	209	1,2,4-Triclorobenceno
	-	210	1,3,5-Triclorobenceno
	-	211	p-xileno
	-	212	o-xileno
	-	213	m-xileno
	-	214	Penta-BDE
	-	215	Octa-BDE
	-	216	Deca-BDE

Las sustancias con número PRTR desde el 200 al 216 corresponden a isómeros de otras sustancias incluidas en la lista de contaminantes PRTR (DDT, HAP, Triclorobencenos, Xilenos y Bromodifeniléteres).

Además en el caso de las transferencias de residuos peligrosos y no peligrosos, se debe indicar la cantidad total de cada tipo de residuo, identificándolos con el código LER correspondiente según la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos (Ej. 15 02 02 Trapos de limpieza, contaminados por sustancias peligrosas).

4. Metodología de notificación de emisiones

Según el **Reglamento (CE) 166/2006, de 18 de enero de 2006**, la notificación de las emisiones puede realizarse de tres formas distintas:

- (1) **Datos Medidos (M):** Los datos notificados proceden de mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados.



- (2) **Datos Calculados (C):** Los datos notificados proceden de cálculos realizados utilizando métodos de estimación y factores de emisión aceptados en el ámbito nacional e internacional y representativos de los sectores industriales.
- (3) **Datos Estimados (E):** Los datos notificados proceden de estimaciones no normalizadas fundamentadas en hipótesis óptimas o en las previsiones de expertos.

La casuística asociada a cada una de las posibilidades citadas queda descrita en el documento “Notificación de Datos PRTR – Guía de Apoyo”, de diciembre de 2023. No obstante se detalla de forma explícita la notificación a través de datos calculados puesto que los factores de emisión son específicos según la actividad.

4.1. C- Datos calculados

Las principales fuentes bibliográficas consultadas para la selección de los factores de emisión han sido:

- **OFICEMEN.** Agrupación de Fabricantes de Cementos de España.
- **CORINAIR.** Inventario de emisiones atmosféricas realizado por la European Environmental Agency.
- **EPA.** Environmental Protection Agency U.S.

Para escoger un factor de emisión se debe seguir el siguiente orden de preferencia:

1. En primer lugar sería deseable utilizar factores de emisión propios del proceso productivo y del ámbito geográfico en el que se encuentra la instalación. En la actualidad no se han desarrollado factores de emisión específicos para la industria de fabricación de cemento en la comunidad autónoma de Andalucía. No obstante, existe la “Guía de Métodos de medición y Factores de emisión del sector cementero en España” emitida por **OFICEMEN**, en la que se incluyen factores de emisión basados en mediciones realizadas por el sector. No se reproducen en esta guía puesto que se encuentra publicada en la página PRTR España.
2. Utilización de factores de emisión reconocidos a nivel europeo (CORINAIR).
3. Utilización de factores de emisión desarrollados por otros organismos de reconocido prestigio (EPA).

4.2. Factores de emisión del CORINAIR

En la Guía de inventarios de emisión de EMEP/CORINAIR del año 2023 (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook) se incluyen los factores de emisión más actualizados, asociados a la fabricación del clínker y cemento. Estos factores se recogen en las tablas del anexo 1 y se clasifican en función de la parte del proceso en la que se emiten los contaminantes, sin discernir en la tipología de proceso:

- **Tabla A1-1** recoge los factores de emisión expresados en kg/t clínker para NO_x, CO, COVDM, SO_x, Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn, PCB, Dioxinas y furanos, HAP y Hexaclorobenceno. Son factores de



emisión asociados a los **contaminantes derivados de la combustión y del procesado** de las materias primas en el horno.

- **Tabla A1-2** incluye los factores de emisión para las **partículas emitidas durante la manipulación** de las materias primas y el procesado de productos expresados en kg/t clínker.

En emisiones anteriores de la guía se incluyen otro tipo de factores de emisión desglosados por características específicas del proceso tales como tipo concreto de combustible, características del horno, sistemas de depuración y tipo de proceso. Estos factores de emisión se han mantenido en esta guía puesto que no se eliminan de la guía de 2023 al estar clasificados por conceptos diferentes, esto es, por contaminantes emitidos en cada fase del proceso, como se ha visto en las tablas A1-1 y A1-2, y contaminantes emitidos según características concretas del proceso, como se incluye en las tablas siguientes. Estas últimas han sido extraídas del capítulo B3311 de la Guía de inventarios de emisión de EMEP/CORINAIR (EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook 2007), dedicado a la fabricación de cemento:

- **Tabla A1-3** donde se recogen factores de emisión expresados en g/GJ o kg/GJ de combustible para SO₂, NO_x, COVDM, CH₄, CO, CO₂ y N₂O, en función del tipo específico de combustible.
- **Tabla A1-4, A1-5, A1-6, A1-7 y A1-8** donde se recogen los factores de emisión para distintos parámetros: SO₂, NO_x, COVDM, CO, CH₄, Cr, Pb, expresados en kg/t o g/t de cemento, clínker o producto y g/GJ o kg/GJ. En general, no se recomienda emplear los factores de emisión expresados **por tonelada de producto** ya que no está claramente especificado el tipo de producto al que se refiere (cemento o clínker). Además, en la fuente original de la bibliografía, se menciona que no existe información sobre las técnicas de abatimiento asociadas a estos factores, pero que parece que son válidos para procesos sin control.

Para el cálculo de las emisiones en kg/año se emplearán las siguientes ecuaciones:

- cuando los factores de emisión vengan dados en g/GJ o kg/GJ la ecuación a emplear será:

Ecuación 1

$$\text{Emisiones (kg/año)} = \frac{\text{F. E. x P. C. I. (} \frac{\text{MJ}}{\text{kg}_{\text{comb.}}} \text{) x Combustible (} \frac{\text{t}}{\text{año}} \text{)}}{1.000}$$

- cuando los factores de emisión vengan dados en kg/t la ecuación a emplear será:

Ecuación 2

$$\text{Emisiones (kg/año)} = \text{Factor Emisión (kg/t)} \times \text{Producción (t/año)}$$



4.3. Factores de emisión de la EPA

En el capítulo 11 del AP-42 de la EPA se recogen factores para SO₂, NO_x, CO, CO₂, COT, Partículas totales y PM₁₀ y para un conjunto de contaminantes orgánicos e inorgánicos, entre los que se encuentran cloruros, HCl, fluoruros, benceno, HAP, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn y algunos compuestos que se engloban dentro de los HAP.

Todos están expresados en kg/t clínker y se recogen en tablas en el anexo 1, tal y como sigue:

- **Tabla A1-9 y tabla A1-10.** Factores de emisión EPA para las partículas totales y para PM₁₀, aunque para las totales la información es mucho más completa.
- **Tabla A1-11:** Factores de emisión de SO₂, NO_x, CO, CO₂ y COT. Se diferencia según el tipo de proceso: húmedo, seco, seco con precalentador, seco con precalentador y precalciner y seco con precalentador, precalciner y torre de spray.
- **Tabla A1-12 y tabla A1-13:** Recoge los factores de emisión del resto de los parámetros mencionados junto con otros que no pertenecen al conjunto de contaminantes a notificar, distinguiendo según el sistema de abatimiento para los gases del horno.

4.4. Comercio de emisión de gases de efecto invernadero

Las instalaciones afectadas por el régimen de comercio de emisión de gases de efecto invernadero, Ley 1/2005 de 9 de marzo, («BOE» núm. 59, de 10 de marzo de 2005), modificada por la Ley 13/2010, de 05 de julio, («BOE» núm. 163, de 6 de julio de 2010), deberán realizar la notificación PRTR de CO₂ con la misma metodología que la empleada para el informe verificado de emisiones, pero considerando también las emisiones debidas a las biomasa, que deberán contabilizarse a efectos del Registro PRTR.

La abreviatura que se debe emplear, acompañando al método C, cuando se emplee esta fuente para la notificación es PER y en el campo “Ensayo/Factor” se debe indicar la Reglamento 2018/2066¹.

4.5. Determinación emisiones de NO_x y SO_x según el Decreto 503/2004

La Ley 18/2003 por la que se aprueban medidas fiscales y administrativas, crea y regula determinados impuestos, calificados como ecológicos, entre los cuales se encuentra el Impuesto sobre emisión de gases a la

¹ Reglamento (UE) 2018/2066 de la Comisión de 19 de diciembre de 2018 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se modifica el Reglamento (UE) n.º 601/2012 de la Comisión, modificado por el Reglamento (UE) 2020/2085 de la Comisión de 14 de diciembre de 2020 por el que se modifica y corrige el Reglamento de Ejecución (UE) 2018/2066 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.



atmósfera. Con posterioridad a dicha ley, el Decreto 503/2004 regula determinados aspectos para la aplicación de los impuestos y las distintas metodologías y factores de emisión existentes para la determinación de las emisiones.

5. Factores de emisión propuestos para la notificación de emisiones atmosféricas

Además de los **emitidos por el OFICEMEN, cuyo empleo se recomienda** según las especificaciones incluidas en el apartado 4 de esta guía, existen estos otros factores de emisión para la notificación de los parámetros PRTR correspondientes a las instalaciones de fabricación de cemento.

Tabla 3. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de CO (Número PRTR: 2)

TIPO DE PROCESO	F.E.	Udes.	Código de Calidad	Fuente	Abrev.
Sin especificar	1,455	kg/t de clínker	–	European Commission 2010*	SSC
Horno con precalentador	0,49	kg/t de clínker	D	AP42 EPA	OTH
Horno con precalentador/precalcinador	1,8	kg/t de clínker	D	AP42 EPA	OTH
Horno de proceso húmedo	0,060	kg/t de clínker	D	AP42 EPA	OTH
Horno largo de proceso seco	0,11	kg/t de clínker	E	AP42 EPA	OTH

*Tabla 3-25. Apartado 1.A.2 “Manufacturing industries and construction (combustión)”. Guía EMEP/EEA 2023

Tabla 4. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de COVDM y N₂O

TIPO COMBUSTIBLE	F.E. N ₂ O (Nº PRTR: 5)		F.E. COVDM (Nº PRTR: 7)		Código de Calidad	Fuente	Abrev.
Sin especificar	--	--	0,018	kg/t de clínker	--	European Commission 2010*	SSC
Carbón vapor (Coal steam)	7,5	g/GJ	24	g/GJ	D	EMEP CORINAIR 2007	SSC
Carbón marrón/Lignito	3,5	g/GJ	15	g/GJ	D	EMEP CORINAIR 2007	SSC



TIPO COMBUSTIBLE	F.E. N ₂ O (N° PRTR: 5)		F.E. COVDM (N° PRTR: 7)		Código de Calidad	Fuente	Abrev.
						NAIR 2007	
Briquetas de carbón	3,5	g/GJ	15	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC
Coque	4	g/GJ	0,5	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC
Coque de petróleo	8,5	g/GJ	8,25	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC
Fuel oil	8,5	g/GJ	6,5	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC
Gas Oil	8	g/GJ	2	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC
Gas natural	2,35	g/GJ	10,5	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC
Gases licuados del petróleo	1	g/GJ	2,1	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC
Gas de horno de coque y Blast	1,5	g/GJ	2,5	g/GJ	D	EMEP CORI- NAIR 2007	SSC

*Tabla 3-25. Apartado 1.A.2 “Manufacturing industries and construction (combustión)”. Guía EMEP/EEA 2023

Tabla 5. Factores de emisión propuestos para el cálculo de emisiones de NO_x (Número PRTR: 8)

TIPO DE PROCESO	F.E.	Udes.	Código de Calidad	Fuente	Abrev.
Horno con precalentador	2,4	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno con precalentador/precalcinador	2,1	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno con precalentador / precalcinador con torre de spray	2,1	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno de proceso húmedo	3,7	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno de proceso semi-húmedo	1,8	kg/t de clínker	E	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno largo de proceso seco	3,0	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB



Tabla 6. Factores de emisión propuestos para el cálculo de SO_x^a (Número PRTR: 11)

ETAPA DEL PROCESO	F.E.	Udes.	Código de Calidad	Fuente	Abrev.
Horno con precalentador	0,27	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno con precalentador/precalcinador	0,54	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno con precalentador/precalcinador con torre de spray	0,50	kg/t de clínker	E	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno de proceso húmedo	4,1	kg/t de clínker	C	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno de proceso semi-húmedo	4,5	kg/t de clínker	C	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB
Horno largo de proceso seco	4,9	kg/t de clínker	D	Anexo VIII del D. 503/2004	NRB

^a En general un balance de masa de azufre proporciona un valor mucho más representativo de las emisiones que un F.E.

Tabla 7. Factores de emisión propuestos para el cálculo de metales

Fuente		F.E. (AP 42-EPA)					F.E. (EMEP CORINAIR)			
Metales (Nº PRTR)	Precipitador Electrostático	Cód.	Filtro de Mangas	Cód. de Calidad	Udes.	Abrev.	Sin especificar control	Udes.	Abrev.	
Arsénico (Nº PRTR: 17)	6,5x10 ⁻⁶	E	6x10 ⁻⁶	D	kg / t clínker	OTH	2,65x10 ⁻⁵	kg / t clínker	SSC	
Cadmio (Nº PRTR: 18)	4,2x10 ⁻⁶	D	1,1x10 ⁻⁶	D	kg / t clínker	OTH	8x10 ⁻⁶	kg / t clínker	SSC	
Cromo (Nº PRTR: 19)	3,9x10 ⁻⁶	E	7x10 ⁻⁵	D	kg / t clínker	OTH	4,1x10 ⁻⁵	kg / t clínker	SSC	
Cobre (Nº PRTR: 20)	-	-	2,6x10 ⁻³	E	kg / t clínker	OTH	6,47x10 ⁻⁵	kg / t clínker	SSC	
Mercurio (Nº PRTR: 21)	1,1x10 ⁻⁴	D	1,2x10 ⁻⁵	D	kg / t clínker	OTH	4,9x10 ⁻⁵	kg / t clínker	SSC	
Níquel (Nº PRTR: 22)	-	-	-	-	-	-	4,9x10 ⁻⁵	kg / t clínker	SSC	
Plomo (Nº PRTR: 23)	3,6x10 ⁻⁴	D	3,8x10 ⁻⁵	D	kg / t clínker	OTH	9,8x10 ⁻⁵	kg / t clínker	SSC	
Cinc (Nº PRTR: 24)	2,7x10 ⁻⁴	D	1,7x10 ⁻⁴	D	kg / t clínker	OTH	4,24x10 ⁻⁴	kg / t clínker	SSC	



Fuente		F.E. (AP 42-EPA)					F.E. (EMEP CORINAIR)		
Metales (N° PRTR)	Precipitador Electrostático	Cód.	Filtro de Mangas	Cód. de Calidad	Udes.	Abrev.	Sin especificar control	Udes.	Abrev.
Talio (N° PRTR: 93)	-	-	2,7x10 ⁻⁶	D	kg / t clínker	OTH	-	-	
Manganeso (N° PRTR: 96)	4,3x10 ⁻⁴	E	-		kg / t clínker	OTH	-	-	

Tabla 8. F.E. propuestos para el cálculo de emisiones de Dioxinas y Furanos (PCDD+PCDF) y PCB

Parámetro	F.E.	Udes.	Código	Fuente	Abrev.
Dioxinas y furanos (PCDD+ PCDF) (Número PRTR: 47)	4,1x10 ⁻¹²	kg I-TEQ/ t clínker	-	EMEP CORINAIR 2023	SSC
Policlorobifenilos (PCB) (Número PRTR: 50)	1,03x10 ⁻⁷	kg /t clínker	-	EMEP CORINAIR 2023	SSC

Tabla 9. Factores de emisión propuestos para Amoniaco, Hexaclorobenceno (HCB), Benceno, Naftaleno y Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)

Parámetro	Precipitador Electrost.	Código de Calidad	Filtro de Mangas	Código de Calidad	Udes.	Fuente	Abrev.
Amoniaco (N° PRTR 6)	-	-	0,0051	E	kg /t clínker	AP 42 EPA	OTH
HCB (N° PRTR 42)	4,6 x 10 ⁻⁹⁽¹⁾	-	4,6x10 ⁻⁹⁽¹⁾	-	kg/t clínker	EMEP CORINAIR 2023	SSC
Benceno (N° PRTR 62)	0,0016	D	0,0080	E	kg /t clínker	AP 42 EPA	OTH
Naftaleno (N° PRTR 68)	0,00011	D	0,00085	E	kg /t clínker	AP 42 EPA	OTH
Ftalato de bis (2-etilhexilo) (N° PRTR 70)	4,8 x10 ⁻⁵	D	-	-	kg /t clínker	AP 42 EPA	OTH

⁽¹⁾: El CORINAIR no hace distinción por el sistema de abatimiento

Tabla 10. Factores propuestos para hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (N° PRTR: 72)

Filtro de Mangas	F.E.	Udad.	Código	Fuente	Abrev.
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (benzo (a) pireno, benzo (b) fluoranteno, benzo (k) fluoranteno, indeno (1, 2, 3-cd) pireno) ^a	4,65x10 ⁻⁷	kg/t de clínker	E	EMEP CORINAIR 2023	SSC

^a El factor se ha obtenido a partir de la suma de los factores CORINAIR independientes.



Tabla 11. F.E. para Cl y compuestos inorgánicos expresados en kg/t de clínker (N° PRTR:80)

Parámetro	Sistema de abatimiento				Fuente	Abrev.
	Precipitador Electrostático	Cód. de Calidad	Filtro de Mangas	Cód. de Calidad		
Cloro	0,34	E	0,0011	D	AP 42 EPA	OTH
HCl	0,025	E	0,073	D	AP 42 EPA	OTH
Cl Total expresado como HCl ^b	0,375	-	0,074	-	AP 42 EPA	OTH

^b Factores obtenidos como la suma del correspondiente a Cloro (expresado como HCl) y el de HCl

Tabla 12. Factores de emisión para COT (N° PRTR 76)

Etapa del PROCESO	F.E.	Udes.	Código de Calidad	Fuente	Abrev.
Horno con precalentador	0,090	kg/t de clínker	D	AP 42 EPA	OTH
Horno con precalentador/precalcinador	0,059	kg/t de clínker	D	AP 42 EPA	OTH
Horno de proceso húmedo	0,014	kg/t de clínker	D	AP 42 EPA	OTH
Horno largo de proceso seco	0,014	kg/t de clínker	E	AP 42 EPA	OTH

Tabla 13. Factores de emisión para Flúor y compuestos inorgánicos expresados en kg/t de clínker

PARÁMETRO	SISTEMA DE ABATIMIENTO				Fuente	Abrev.
	Precipitador Electrostático	Código de Calidad	Filtro de Mangas	Código de Calidad		
Flúor (N° PRTR: 84)	0,00045	E	-	-	EPA	OTH

Tabla 14. Factores de emisión por defecto para las partículas CORINAIR

Contaminante	F.E.	Udes.	Fuente
PM ₁₀ (N.º PRTR: 86)	0,234	kg/t clínker	European Commission (2010)
PTS (N.º PRTR: 92)	0,260	kg/t clínker	European Commission (2010)

Fuente: Tabla 3-1. Apartado 2.A.1 "Cement Production". Guía EMEP/EEA 2023

Nota: Los factores de emisión incluyen las emisiones resultantes de la manipulación y transformación de las materias primas, desde su alimentación en el proceso y hasta el envío final del producto fuera de las instalaciones.



Tabla 15. Factores de emisión y PCI propuestos para el cálculo de emisiones de CO₂ (Número PRTR: 3)

COMBUSTIBLE	F.E. (kg/GJ)	Fuente	PCI (GJ/t)	Fuente	Abreviatura
Carbón nacional	99,42	(1)	27,34	(1)	PER
Carbón de importación	101,00	(1)	25,52	(1)	PER
Coque de petróleo	97,50	(1)	32,50	(1)	PER
Fuel Oil	77,40	(1)	40,40	(1)	PER
Gas Oil	74,10	(1)	43,00	(1)	PER
Gas Natural	56,18	(1)	48,31	(1)	PER
GLP genérico	63,10	(1)	47,30	(1)	PER
Orujillo	96,00	CORINAIR	17,20	D. 503/2004	SCC
Neumáticos ⁽²⁾	60,44	(1)	31,57	(1)	PER
Serrín impregnado ⁽²⁾	53,95	(1)	13,13	(1)	PER
Aceites Usados	73,30	(1)	40,20	(1)	PER
Disolventes	85,08	(1)	18,36	(1)	PER
Resto de biomasa	96,00	CORINAIR	14,20	D. 503/2004	SCC

(1) Anexo 7 del Informe Inventarios GEI 1990-2021 (Edición de 2023)

(2) Los factores de emisión que se muestran están referidos a la fracción fósil de carbono contenida en el combustible

6. Documentación de referencia

- **Reglamento 166/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 18 de enero de 2006, relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencia de contaminantes y por el que se modifica las Directivas 91/689/CE y 96/61/CE del Consejo.
- **Guía para la implantación del E-PRTR** de 31 de mayo de 2006.
- **Decreto 503/2004**, de 13 de octubre, por el que se regulan determinados aspectos para la aplicación de los impuestos sobre emisión de gases a la atmósfera y sobre vertidos a aguas litorales.
- Desde la página web del **Registro PRTR** del MITERD se puede descargar información sobre el PRTR.
- <http://www.prtr-es.es>
- **CORINAIR**: Guía para la realización del inventario de emisiones atmosféricas de la Agencia Europea de Medioambiente (“EMEP/ CORINAIR Emission Inventory Guidebook”).
- **EPA**: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos.
- Capítulo 11 AP- 42. Industria de productos minerales (Mineral products industry).
[c11s06_final_0.pdf\(eps.gov\)](#)



ANEXO 1

Tablas de recopilación de los factores de emisión disponibles en la bibliografía



Tabla A1-1 . Factores de emisión en función de la producción de clínker CORINAIR

CONTAMINANTE	F.E.	UNIDADES	REFERENCIA
NO _x	1,241	kg/t clínker	European Comission (2010)
CO	1,455	kg/t clínker	European Comission (2010)
COVDM	0,018	kg/t clínker	European Comission (2010)
SO _x	0,374	kg/t clínker	European Comission (2010)
Pb	0,000098	kg/t clínker	European Comission (2010)
Cd	0,000008	kg/t clínker	European Comission (2010)
Hg	0,000049	kg/t clínker	European Comission (2010)
As	0,0000265	kg/t clínker	European Comission (2010)
Cr	0,000041	kg/t clínker	European Comission (2010)
Cu	0,0000647	kg/t clínker	European Comission (2010)
Ni	0,000049	kg/t clínker	European Comission (2010)
Zn	0,000424	kg/t clínker	European Comission (2010)
PCB	103 *10 ⁻⁹	kg/t clínker	VDZ (2011) ²
Dioxinas y furanos	4,1 *10 ⁻¹²	kg I-TEQ/t clínker	European Comission (2010)
HAP's :			
Benzo(a)pyreno	6,5 *10 ⁻⁸	kg/t clínker	US EPA (1995), AP-42 CHAPTER 11.6
Bezo(b)fluoranteno	2,8 *10 ⁻⁷	kg/t clínker	US EPA (1995), AP-42 CHAPTER 11.6
Benzo(K)fluoranteno	7,7 *10 ⁻⁸	kg/t clínker	US EPA (1995), AP-42 CHAPTER 11.6
Indeno(1,2,3-cd)pireno	4,3 *10 ⁻⁸	kg/t clínker	US EPA (1995), AP-42 CHAPTER 11.6

Fuente: Tabla 3-25. Apartado 1.A.2 “Manufacturing industries and construction (combustión)”. Guía EMEP/EEA 2023

Nota: Las emisiones de todos los contaminantes (excepto las partículas) se asignan a la combustión en la fabricación de cemento

Tabla A1- 2. Factores de emisión por defecto para las partículas CORINAIR

CONTAMINANTE	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	REFERENCIA
PTS	0,260	kg/t clínker	European Comission (2010)
PM ₁₀	0,234	kg/t clínker	European Comission (2010)

Fuente: Tabla 3-1. Apartado 2.A.1 “Cement production”. Guía EMEP/EEA 2023

Nota: Los factores de emisión incluyen las emisiones resultantes de la manipulación y transformación de las materias primas, desde su alimentación en el proceso y hasta el envío final del producto fuera de las instalaciones.

² VDZ, 2011: ENVIRONMENTAL DATA OF THE GERMAN CEMENT INDUSTRY 2010



Tabla A1- 3. Factores de emisión para la producción de cemento relacionados con el combustible (CORINAIR)

TIPO COMBUSTIBLE	NAP FUE	SO ₂ (g/GJ)	NO _x (g/GJ)	NMVOC (g/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	CO (g/GJ)	CO ₂ (kg/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Carbón metalúrgico (Coking coal)	101	85-165	450-709	-	1	-	86	-
Carbón vapor (steam coal)	102	35-600	0,4-575	15-33	0,3-15	18-100 ¹⁾	78-101	3-12
Carbón sub-bituminoso	103	1.260	820-1.300	-	-	-	320-420	8
Carbón marrón/lignito	105	25	575	15	15	-	100-113	3,5
Briquetas de carbón	106	11	575	15	15	100-260	97-98	3,5
Coque	107	25	575	0,5	0,5	100	100-105	4
Coque de petróleo	110	85-1.200	0,4-575	1,5-15	1-15	15-100	97-102	3-14
Residuos urbanos	115	-	-	-	-	-	-	-
Residuos industriales	116	135	0,4-568	-	0,2	1.429	83	4
Fuel Oil	203	16-1.079	0,4-575	3-10	1-5	8-79	76-79	2-15
Gas Oil	204	4-1.410	0,4-575	1,5-2,5	1-8	12-79	74	2-14
Gasolina	208	-	-	-	-	-	-	-
Gas natural	301	0,1-135	60-560	2,5-18,4	0,4-5	10-120	55-69	1-3,7
GLP	303	0,04	100	2,1	0,9	13	65	1
Coque de horno de coque	304	0,6	575	2,5	2,5	10	44	1,5
Código de calidad del factor		B	B	D	D	C	C	D

Fuente: Tabla 8.2a capítulo B3311 de CORINAIR Emission Inventory Guidebook - Diciembre 2006

Tabla A1-4 . Factores de emisión para SO₂ (CORINAIR)

TIPO PROCESO	TIPO COMBUSTIBLE/ SISTEMA DE ABATIMIENTO	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	CÓDIGO DE CALIDAD	PAÍS O REGIÓN
Horno proceso seco	Sin datos	5,1	kg/t	E	USA
Horno proceso húmedo	Sin datos	5,1	kg/t	E	USA
Producción cemento	Sin datos	0,2-0,3	kg/t cemento	E	USA
Producción clínker	Sin datos	0,02-50,0	g/GJ	E	USA
Materia prima con poco contenido en azufre	-	0,020	kg/ t clínker	-	EUROPA
Materia prima con alto contenido en azufre	Valor medio	2,4	kg/ t clínker	-	EUROPA

Fuente: Tabla 8.2b y 8.1.a capítulo B3311 de CORINAIR Emission Inventory Guidebook - Diciembre 2006



Tabla A1- 5. Factores de emisión para NOx (CORINAIR)

TIPO PROCESO	TIPO COMBUSTIBLE/ SISTEMA DE ABATI- MIENTO	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	CÓDIGO DE CALI- DAD	PAÍS O REGIÓN
Horno proceso seco	Sin datos	1,4 - 2,1	kg/t producto	E	USA
Horno proceso húmedo	Sin datos	1,1 - 1,4	kg/t producto	E	USA
Horno proceso semihúmedo	Sin datos	1,8	kg/t producto	E	USA
Producción clínker	Sin datos	1,2	g/GJ	E	USA
Producción clínker (80% NO _x reducción, 20% ahorro energía)	Sin datos	0,6	kg/t clínker	E	USA
Producción cemento	Sin datos	130 - 220	g/GJ	E	USA
	Sin datos	1,3 - 1,4	kg/t cemento	E	USA
Industria cemento/cal, horno	Gas natural	1,1	kg/GJ	E	USA
	Aceite	0,5	kg/GJ	E	USA
	Carbón	0,5	kg/GJ	E	USA
Valor medio ¹⁾	-	2,1	kg/ t clínker	-	EUROPA
MTD ¹⁾	-	0,7	kg/ t clínker	-	EUROPA

Fuente: Tabla 8.2c y 8.1.a capítulo B3311 de CORINAIR Emission Inventory Guidebook- Diciembre 2006

¹⁾ Valor obtenido multiplicando los valores medios de los intervalos de concentraciones y volúmenes de gas de 2000 m³/ t clínker.

**Tabla A1- 6. Factores de emisión para Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM)
CORINAIR**

TIPO PROCESO	TIPO COMBUSTIBLE	UNIDADES	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO DE CALIDAD	PAÍS O REGIÓN
Horno proceso seco	Sin datos	g/t producto	10,0	E	USA
Producción cemento	Sin datos	kg/t cemento	50,0	E	USA

Fuente: Tabla 8.2d capítulo B3311 de CORINAIR Emission Inventory Guidebook- Diciembre 2006

Tabla A1-7. Factores de emisión para CO (CORINAIR)

TIPO PROCESO	TIPO COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	CÓDIGO DE CALIDAD	PAÍS O REGIÓN
Industria cemento/cal, horno	Gas natural	83,0	g/GJ	E	USA
Industria cemento/cal, horno	Aceite	79,0	g/GJ	E	USA
Industria cemento/cal, horno	Carbón	79,0	g/GJ	E	USA

Fuente: Tabla 8.2e capítulo B3311 de CORINAIR Emission Inventory Guidebook- Diciembre 2006



Tabla A1-8. Factores de emisión para CH₄ (CORINAIR)

TIPO PROCESO	TIPO COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDADES	CÓDIGO DE CALIDAD	PAÍS O REGIÓN
Industria cemento/cal, horno	Gas natural	1,1	g/GJ	E	USA
Industria cemento/cal, horno	Aceite	1,0	g/GJ	E	USA
Industria cemento/cal, horno	Carbón	1,0	g/GJ	E	USA

Fuente: Tabla 8.2f capítulo B3311 de CORINAIR Emission Inventory Guidebook- Diciembre 2006

Tabla A1-9. Factores de emisión (EPA) para partículas expresados en kg/t de clínker

PROCESO	PM FILTRABLES	CÓDIGO CALIDAD	PM CONDENSABLES	CÓDIGO CALIDAD	PM ₁₀ FILTRABLES	CÓDIGO CALIDAD
Procesos de combustión y enfriamiento						
Horno proceso húmedo	65	D	-	-	16	D
Con electrofiltro	0,38	C	0,076	D	0,33	D
Con filtro de mangas	0,23	E	0,1	E	ND	-
Con torre enfriamiento, multiciclón y electrofiltro	0,10	E	0,14	E	ND	-
Proceso seco						
Con electrofiltro	0,50	D	0,19	D	ND	-
Con filtro de mangas	0,10	D	0,45	D	0,084	D
Con precalentador	130	D	ND	-	ND	-
Con precalentador y electrofiltro	0,13	D	ND	-	ND	-
Con precalentador y filtro de mangas	0,13	C	0,017	D	ND	-
Con precalentador/precalcinador y electrofiltro	0,024	D	ND	-	ND	-
Con precalentador/precalcinador y filtro de mangas	0,10	D	ND	-	ND	-
Enfriador clínker						
Sin sistemas de control	4,6*	U	-	-	-	-
Con electrofiltro	0,048	D	0,0038	D	ND	-
Con filtro de mangas	0,068	D	0,0084	D	ND	-
Con filtro lecho	0,11	D	0,0045	D	0,084	D

Fuente: Tablas 11.6-2 de Capítulo 11.6 de AP-42 y los marcados con * derivados del Programa Fire de la EPA



Tabla A1-10. Factores de emisión (EPA) de partículas filtrables expresados en kg/t material procesado

PROCESO	PM	CÓDIGO DE CALIDAD
Molienda de materia prima		
Sin control	32*	U
Con filtro de mangas	0,0062	D
Alimentación por cinta transportadora del molino de crudo con filtro de mangas	0,0016	E
Tolva de pesada de materia prima del molino de crudo con filtro de manga	0,010	E
Separador de aire de molino de crudo	0,016	E
Molienda de clínker		D
Proceso seco sin control	48*	B
Proceso húmedo sin control	16*	B
Proceso húmedo o seco con filtro de mangas	0,0042	E
Alimentación del molino de clínker con filtro de mangas	0,0012	E
Tolva de pesada del molino de clínker con filtro de mangas	0,0047	E
Separador de aire de molienda de clínker con filtro de mangas	0,014	D
Triturador primario de caliza con filtro de mangas	0,00050	E
Criba primaria de caliza con filtro de mangas	0,00011	E
Transporte de caliza prima con filtro de mangas	1,5 x 10 ⁻⁵	E
Cribado y molienda secundaria de caliza con filtro de mangas	0,00016	E

Fuente: Tablas 11.6-4 de Capítulo 11.6 de AP-42 (los marcados con * derivan del Programa Fire de la EPA)

Tabla A1-11. Factores de emisión (EPA) expresados en kg/t de clínker

PROCESO	SO ₂	Índice Calidad	NO _x	Índice Calidad	CO	Índice Calidad	CO ₂	Índice Calidad	COT	Índice Calidad
Horno proceso húmedo	4,1	C	3,7	D	0,060	D	1.100	D	0,014	D
Horno proceso seco largo	4,9	D	3,0	D	0,11	E	900	D	0,014	E
Horno con precalentador	0,27	D	2,4	D	0,49	D	900	C	0,090	D
Horno con precalentador/ precalcinador	0,54	D	2,1	D	1,8	D	900	E	0,059	D
Horno con precalentador/ precalcinador y torre de spray	0,50	E	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-



PROCESO	SO ₂	Índice Calidad	NO _x	Índice Calidad	CO	Índice Calidad	CO ₂	Índice Calidad	COT	Índice Calidad
Horno con precalentador/ precalcinador y torre de spray	ND	-	1,9	Moderado	ND	-	ND	-	ND	-

Fuente: Tabla 11.6-8 de Capítulo 11.6 de AP-42

Tabla A1-12. Factores de emisión (EPA) para compuestos inorgánicos en horno expresados en kg/t de clínker

CONTAMINANTE	TIPO DE CONTROL	FACTOR EMISIÓN	CÓDIGO DE CALIDAD
Arsénico	Electrofiltro	6,5x10 ⁻⁶	E
Arsénico	Filtro de mangas	6,0x10 ⁻⁶	D
Cadmio	Electrofiltro	4,2x10 ⁻⁶	D
Cadmio	Filtro de mangas	1,1x10 ⁻⁶	D
Cloro	Electrofiltro	0,34	E
Cloro	Filtro de mangas	0,0011	D
Cromo	Electrofiltro	3,9x10 ⁻⁶	E
Cromo	Filtro de mangas	7,0x10 ⁻⁵	D
Cobre	Filtro de mangas	0,0026	E
Fluor	Electrofiltro	0,00045	E
Ácido clorhídrico	Electrofiltro	0,025	E
Ácido clorhídrico	Filtro de mangas	0,073	D
Mercurio	Electrofiltro	0,00011	D
Mercurio	Filtro de mangas	1,2x10 ⁻⁵	D
Manganeso	Electrofiltro	0,00043	E
Amoníaco (NH ₃)	Filtro de mangas	0,0051	E
Plomo	Electrofiltro	0,00036	D
Plomo	Filtro de mangas	3,8x10 ⁻⁵	D
Talio	Filtro de mangas	2,7x10 ⁻⁶	D
Zinc	Electrofiltro	0,00027	D
Zinc	Filtro de mangas	0,00017	D

Fuente: Tabla 11.6-10 de Capítulo 11.6 de AP-42



Tabla A1-13. Factores de emisión (EPA) para compuestos orgánicos en horno expresados en kg/t de clínker

CONTAMINANTE	TIPO DE CONTROL	FACTOR EMISIÓN	CÓDIGO DE CALIDAD
Benceno	Electrofiltro	0,0016	D
Benceno	Filtro de mangas	0,0080	E
Benzo(a)pireno	Filtro de mangas	$6,5 \times 10^{-8}$	E
Benzo(b)fluoranteno	Filtro de mangas	$2,8 \times 10^{-7}$	E
Benzo(g,h,i)perileno	Filtro de mangas	$3,9 \times 10^{-8}$	E
Benzo(k)fluoranteno	Filtro de mangas	$7,7 \times 10^{-8}$	E
Ftalato de bis (2-etilhexilo)	Electrofiltro	$4,8 \times 10^{-5}$	D
Fluoranteno	Filtro de mangas	$4,4 \times 10^{-6}$	E
Indeno(1,2,3-cd)pireno	Filtro de mangas	$4,3 \times 10^{-8}$	E
Naftaleno	Filtro de mangas	0,00085	E
Naftaleno	Electrofiltro	0,00011	D
Tolueno	Electrofiltro	0,00010	D
Total PCDD	Filtro de mangas	$1,4 \times 10^{-9}$	E
Total PCDF	Filtro de mangas	$1,4 \times 10^{-10}$	E

Fuente: Tabla 11.6-10 de Capítulo 11.6 de AP-42



ANEXO 2

Ejemplo de aplicación de los factores de emisión propuestos



Se desean calcular mediante factores de emisión, las emisiones de una planta de fabricación de cemento cuyos datos se incluyen a continuación:

- Horno rotativo. Proceso seco.
- Precalentador y precalcinador.
- Precipitador electrostático para los gases de salida del horno.
- Combustible empleado: Coque de petróleo.
- Producción de cemento: 810.000 t/año.
- Producción del clínker: 570.000 t/año.
- Consumo de caliza materia prima: 650.000 t/año
- Consumo de combustible: 45.000 t de coque (Poder calorífico 32,5 GJ/t)

1. Emisiones de CO (Tabla 3)

- Emisiones asociadas al horno precalentador/precalcinador

$$1,8 \cdot 570.000 = 1.026.000 \text{ kg CO/año}$$

2. Emisiones de CO₂

Cálculo según metodología de Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero. Se debe incluir la abreviatura PER para identificar el método de cálculo y como fuente la Decisión.

3. Emisiones de N₂O (Tabla 4)

Consumo de combustible en GJ: 45.000 t/año x 32,5 GJ/t = 1.462.500 GJ/año

- Emisiones de N₂O: 8,5 g/ GJ 1.462.500 GJ = 12.431 kg/ año

4. Emisiones de COVDM (Tabla 4)

- Emisiones de COVDM: 8,25 g/ GJ 1.462.500 GJ = 12.065,625 kg/ año

5. Emisiones de NO_x (Tabla 5)

- Emisiones asociadas al horno precalentador/precalcinador

$$2,1 \cdot 570.000 = 1.197.000 \text{ kg NO}_x/\text{año}$$

6. Emisiones de SO_x (Tabla 6)

- Emisiones asociadas al horno precalentador/precalcinador

$$0,54 \cdot 570.000 = 307.800 \text{ kg SO}_2/\text{año}$$

7. Metales (Tabla 7)

$$\text{As: } 2,65 \cdot 10^{-5} \times 570.000 = \mathbf{15,105 \text{ kg As/año}}$$

$$\text{Cd: } 8 \cdot 10^{-6} \times 570.000 = \mathbf{4,56 \text{ kg Cd/año}}$$



Cr : $4,1 \cdot 10^{-5} \times 570.000 = 23,37 \text{ kg Cr/año}$

Cu: $6,47 \cdot 10^{-5} \times 570.000 = 36,879 \text{ kg Cu/año}$

Hg: $4,91 \cdot 10^{-5} \times 570.000 = 27,93 \text{ kg Hg/año}$

Ni: $4,9 \cdot 10^{-5} \times 570.000 = 27,93 \text{ kg Ni/año}$

Pb: $9,8 \cdot 10^{-5} \times 570.000 = 55,86 \text{ kg Pb/año}$

Zn: $4,24 \cdot 10^{-4} \times 570.000 = 241,68 \text{ kg Zn/año}$

Mn: $0,00043 \times 570.000 = 245,10 \text{ kg Mn/año}$

8. Dioxinas y furanos (Tabla 8)

$4,1 \cdot 10^{-12} \cdot 570.000 = 2,337 \cdot 10^{-6} \text{ kg ITEQ Dioxinas y furanos/año}$

9. PCB (Tabla 8)

$103 \cdot 10^{-9} \cdot 570.000 = 0,05871 \text{ kg PCB/año}$

10. Hexaclorobenceno (Tabla 9)

$4,6 \cdot 10^{-9} \cdot 570.000 = 0,002622 \text{ kg HCB/año}$

11. Benceno (Tabla 9)

$0,0016 \cdot 570.000 = 912 \text{ kg benceno/año}$

12. Naftaleno (Tabla 9)

$0,00011 \cdot 570.000 = 62,7 \text{ kg naftaleno/año}$

13. Ftalato de bis (2- etilhexilo) (Tabla 9)

$4,8 \cdot 10^{-5} \cdot 570.000 = 27,36 \text{ kg Ftalato de bis/año}$

14. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (Tabla 10)

$4,65 \cdot 10^{-7} \cdot 570.000 = 0,265 \text{ kg HAP/año}$

15. Cloro y compuestos inorgánicos (Tabla 11)

$0,375 \times 570.000 = 213.750 \text{ kg HCl/año}$

16. COT (Tabla 12)

$0,059 \times 570.000 = 33.630 \text{ kg COT/año}$

17. Flúor (Tabla 13)

$0,00045 \times 570.000 = 256,5 \text{ kg F/año}$

18. Partículas (Tabla 14))

- PM10: $0,234 \cdot 570.000 = 133.380 \text{ kg PM}_{10}/\text{año}$
- PTS: $0,260 \cdot 570.000 = 148.200 \text{ kg PTS/año}$



En la siguiente tabla se resumen los resultados, se expresan con tres cifras significativas y se incluyen las abreviaturas y fuentes que deben acompañar a cada uno de los datos notificados. Se utiliza la abreviatura PER, para aquellos parámetros en los que existe una autorización que especifique la forma de determinar el parámetro CO₂:

Tabla A2- 1. Ejemplo de notificación mediante factores de emisión

Nº PRTR	CONTAM.	F.E.	Udes.	EMISIONES (kg/año)	CON TRES CIFRAS SIGNIFICAT.	MÉT.	ABREV.	FUENTE
2	CO	1,8	kg/ t clínker	1.026.000	1.030.000	C	OTH	AP 42-EPA
3	CO ₂	Debe notificarse el dato obtenido según la metodología recogida en la Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, sumando además las emisiones debidas a la biomasa				C	PER	Reglamento 2018/2066
5	N ₂ O	8,5	g/ GJ	12.431	12.400	C	SSC	EMEP CORINAIR
7	COVDM	8,25	g/ GJ	12.065,63	12.100	C	SSC	EMEP CORINAIR
8	NO _x	2,1	kg/ t clínker	1.197.000	1.200.000	C	NRB	D. 503/2004
11	SO _x	0,54	kg/ t clínker	307.800	308.000	C	NRB	D. 503/2004
17	As	2,65 E-06	kg/ t clínker	15,105	15,1	C	SSC	EMEP CORINAIR
18	Cd	8 E-06	kg/ t clínker	4,56	4,56	C	SSC	EMEP CORINAIR
19	Cr	4,1 E-05	kg/ t clínker	23,37	23,4	C	SSC	EMEP CORINAIR
20	Cu	6,47 E-05	kg/ t clínker	36,879	36,9	C	SSC	EMEP CORINAIR
21	Hg	4,9 E-05	kg/ t clínker	27,93	27,9	C	SSC	EMEP CORINAIR
22	Ni	4,9 E-05	kg/ t clínker	27,93	27,9	C	SSC	EMEP CORINAIR
23	Pb	3,6 E-04	kg/ t clínker	55,86	55,9	C	SSC	EMEP CORINAIR
24	Zn	4,24 E-04	kg/ t clínker	241,68	242	C	SSC	EMEP CORINAIR



Nº PRTR	CONTAM.	F.E.	Udes.	EMISIONES (kg/año)	CON TRES CIFRAS SIGNIFICAT.	MÉT.	ABREV.	FUENTE
42	HCB	4,6 E-09	kg/ t clínker	0,002622	0,00262	C	SSC	EMEP CORINAIR
47	PCDD+PCDF	4,1E-12	kg I-TEQ/t clínker	2,337*10 ⁻⁶	2,34*10 ⁻⁶	C	SSC	EMEP CORINAIR
50	PCB	103 E-09	kg/ t clínker	0,05871	0,0587	C	SSC	EMEP CORINAIR
62	Benceno	0,0016	kg/ t clínker	912,0	912	C	OTH	AP 42-EPA
68	Naftaleno	0,00011	kg/ t clínker	62,700	62,7	C	OTH	AP 42-EPA
70	Ftalato de bis	4,8 E-05	kg/ t clínker	27,360	27,4	C	OTH	AP 42-EPA
72	HAP	4,65 E-07	kg/ t clínker	0,265	0,265	C	SSC	EMEP CORINAIR
80	Cloro y compuestos inorgánicos	0,375	kg/ t clínker	213.750	214.000	C	OTH	AP 42-EPA
76	COT	0,059	kg/ t clínker	33.630	33.600	C	OTH	AP 42-EPA
84	Flúor	0,00045	kg/ t clínker	256,500	257	C	OTH	AP 42-EPA
86	PM ₁₀	0,234	kg/ t clínker	133.380	133.000	C	SSC	EMEP CORINAIR
92	PTS	0,260	kg/ t clínker	148.200	148.000	C	SSC	EMEP CORINAIR
93	Mn	4,3 E-04	kg/ t clínker	245,10	245	C	OTH	AP 42-EPA