



Junta de Andalucía

Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente
Dirección General de Sostenibilidad Ambiental y
Economía Circular

Guía de apoyo para la notificación de la industria de fabricación de elementos cerámicos de construcción

Versión: Diciembre 2024





ÍNDICE

1. OBJETIVO DE ESTA GUÍA.....	5
2. EMISIONES ASOCIADAS AL EPÍGRAFE 3.G.....	5
3. PARÁMETROS PRTR A NOTIFICAR.....	9
4. METODOLOGÍA DE NOTIFICACIÓN DE EMISIONES.....	11
4.1. C - Datos calculados.....	12
4.1.1. Factores de emisión del CORINAIR.....	13
4.1.2. Factores de emisión de la EPA.....	13
4.1.3. Seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.....	14
4.1.4. Determinación emisiones de NOx y SOx según el Decreto 503/2004.....	14
4.2. E - Datos estimados.....	15
5. FACTORES DE EMISIÓN PROPUESTOS PARA LA NOTIFICACIÓN DE EMISIONES MEDIANTE CÁLCULO.....	15
5.1. Cálculo de las emisiones de contaminantes distintos de CO ₂	16
5.2. Cálculo de las emisiones de CO ₂	26
6. ESQUEMA RESUMEN DEL PROCESO DE NOTIFICACIÓN.....	29
7. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Residuos típicos del sector de fabricación de materiales para construcción.....	7
Tabla 2. Sub-listas contaminantes PRTR.....	9
Tabla 3. Contaminantes PRTR incluidos por R.D. 508/2007.....	10
Tabla 4. Códigos de calidad de los factores de emisión EPA.....	12
Tabla 5. Factores de emisión para el CO.....	17
Tabla 6. Factores de emisión para NO _x	18
Tabla 7. Factores de emisión para SO _x ^a	19
Tabla 8. Factores de emisión para PM ₁₀	20
Tabla 9. Factores de emisión para el As y el Cu en kg/t producción.....	21
Tabla 10. Factores de emisión para el Cd/Zn en kg/t producción.....	21



Tabla 11. Factores de emisión para el Cr en kg/t producción.....	21
Tabla 12. Factores de emisión para el Hg en kg/t producción.....	22
Tabla 13. Factores de emisión para el Ni en kg/t producción.....	22
Tabla 14. Factores de emisión para el Pb en kg/t producción.....	22
Tabla 15. Factores de emisión para el Antimonio (Sb) en kg/t producción.....	23
Tabla 16. Factores de emisión para el Cobalto (Co) en kg/t producción.....	23
Tabla 17. Factores de emisión para el Manganeso (Mn) en kg/t producción.....	23
Tabla 18. Factores de emisión para las emisiones de metales en instalaciones auxiliares.....	24
Tabla 19. Factores de emisión para los COVDM.....	24
Tabla 20. Factores de emisión para el benceno.....	25
Tabla 21. Factores de emisión para los HAP ^a	25
Tabla 22. Factores de emisión para el COT.....	26
Tabla 23. Datos de combustibles utilizados en cerámicas.....	28
Tabla 24. Densidades típicas de combustibles.....	28
Tabla 25. Factores de emisión estequiométricos.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del proceso de fabricación y emisiones asociadas.....	8
Figura 2. Esquema resumen del proceso de notificación.....	30

ABREVIATURAS

BAT:	Best Available Techniques
BREF:	BAT Reference
ECCA:	Entidad Colaboradora de la Calidad en materia de Medio Ambiente
EPA:	Environmental Protection Agency
F.E.:	Factores de Emisión



IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático)
MITERD:	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
PCI:	Poder Calorífico Inferior
PT:	Partículas Totales
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.g “Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular tejas, ladrillos refractarios, azulejos, o productos cerámicos ornamentales o de uso doméstico con una capacidad de producción superior a 75 toneladas por día y/o una capacidad de horneado de más de 4 m³ y de más de 300 kg/m³ de densidad de carga por horno” del Anexo I, del Real Decreto 508/2007, modificado mediante el Anejo 5, del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, (BOE 251, 19 de octubre de 2013).

2. Emisiones asociadas al epígrafe 3.g

En el presente apartado se procede a describir brevemente las principales etapas que constituyen el proceso de fabricación de este tipo de industrias, así como las emisiones de contaminantes asociadas a cada una de ellas.

Conviene aclarar que bajo la denominación elementos de construcción, se incluyen ladrillos, tejas, bloques y bovedillas.

Descripción del proceso productivo

El proceso de fabricación de los elementos para la construcción se basa en una serie de etapas que se detallan a continuación:

a) Almacenamiento de materias primas

Consiste en almacenamientos en pilas, cubiertas o al aire libre, de la arcilla y de otro tipo de materiales que puedan servir de aditivos al proceso tales como arena o chamota.

b) Molienda y mezclado

El proceso de molienda puede llevarse a cabo de dos formas: por vía seca o por vía húmeda. En el caso de molienda seca se utilizan molinos de martillos o desintegradoras de cuchillas y en la molienda húmeda se utilizan laminadores y molinos de rulos. La arcilla, una vez molida, puede ser mezclada con distintos aditivos (arena, carbonato de bario, chamota, orujo, etc.) según los requerimientos de calidad del producto final.

Durante el almacenamiento de la materia prima y la molienda se generan emisiones difusas de partículas.

c) Conformado

El conformado incluye tanto el amasado como el moldeo. En el amasado se regula el contenido de agua de la mezcla de arcilla mediante la adición de agua o vapor. En el caso de que se realice con vapor producido por una caldera, ésta se considerará como instalación auxiliar del proceso.



En el caso del moldeo, el proceso difiere en función del material a fabricar. Si se trata de ladrillos, bovedillas y bloques se realiza por extrusión, mientras que en el caso de las tejas, además se emplea el prensado.

En la extrusión, la pasta de arcilla humectada se hace pasar a través de un molde perforado empujado por una hélice giratoria. La arcilla extrusionada adquiere el perfil de la boquilla incorporada, pudiéndose modificar en función del tipo de pieza a producir. La cortadora efectúa el corte de forma sincronizada con la galletera y se obtiene el ladrillo deseado.

El moldeo por prensado va precedido por un extrusionado que permite la obtención de una “galleta” o torta húmeda con la que se rellena el molde, pasando a una prensa en la que se comprime la pasta para obtener la teja.

d) Secado

El objetivo del secado es la reducción del contenido de humedad de las piezas antes de su cocción. Puede realizarse de dos formas: natural (a la intemperie) o artificial. El secado artificial emplea fuentes de calor de diversos orígenes. Se suelen emplear los gases de enfriamiento del horno de cocción, en cuyo caso la emisión de contaminantes asociada es análoga a la de un proceso de secado natural debido a que no tiene lugar un proceso de combustión adicional. Otra posible fuente de calor son los gases procedentes de la combustión en quemadores de gas, coque, orujillo, cáscara de almendra u otros combustibles, en cuyo caso hay que considerar la emisión de contaminantes asociados al proceso de combustión.

e) Cocción

Se puede llevar a cabo en dos tipos de hornos:

Túnel. El material se deposita en vagonetas que se desplazan a lo largo del horno, distinguiéndose tres zonas: precalentamiento, cocción y enfriamiento.

Hoffmann. El material a cocer se mantiene estático, y es el fuego el que se desplaza a lo largo de las distintas cámaras hasta conseguir unas condiciones de temperatura adecuadas.

En esta etapa se producen los contaminantes típicos asociados a los procesos de combustión y de descomposición de la materia prima.

Como consecuencia del proceso productivo descrito anteriormente, se establece que las emisiones características de este tipo de industrias se producen a la atmósfera, no existiendo vertidos hídricos asociados al proceso de fabricación, a excepción del caso en el que exista un proceso de esmaltado.

En la siguiente tabla se incluyen los residuos peligrosos y no peligrosos típicos del sector de fabricación de materiales cerámicos para la construcción, junto con el código LER asociado:



Tabla 1. Residuos típicos del sector de fabricación de materiales para construcción

Residuos no peligrosos generados en la actividad		
Código residuo¹	Descripción del residuo	Proceso asociado
10 12 01	Pasta cerámica sin conformar, o piezas conformadas defectuosas o rotas	Conformado de piezas
10 12 03	Polvo originado en las operaciones de limpieza	Limpieza de instalaciones
10 12 08	Piezas defectuosas tras el proceso de cocción	Cocción
15 01 02	Envases de plásticos	Operaciones de embalaje
20 01 01	Papel y cartón	Oficinas
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Actividades domésticas
20 01 40	Metales	Mantenimiento
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos		
Código residuo¹	Descripción del residuo	Proceso
08 03 18	Tóner	Oficina
20 01 21	Tubos fluorescentes	Oficina y fábrica
Residuos peligrosos generados en la actividad		
Código residuo¹	Descripción del residuo	Proceso
13 02 05/06	Aceites usados	Operaciones de mantenimiento
14 06 03	Disolvente orgánico no halogenado	
15 01 10	Envases vacíos contaminados por sustancias peligrosas	
15 02 02	Trapos absorbentes	
16 01 07	Filtros de aceite	
16 06 01	Baterías	

¹ Código LER (Lista Europea de Residuos), 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, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento europeo y del Consejo

A continuación se incluye un diagrama esquemático del proceso, indicando las principales emisiones de contaminantes asociadas a cada etapa:

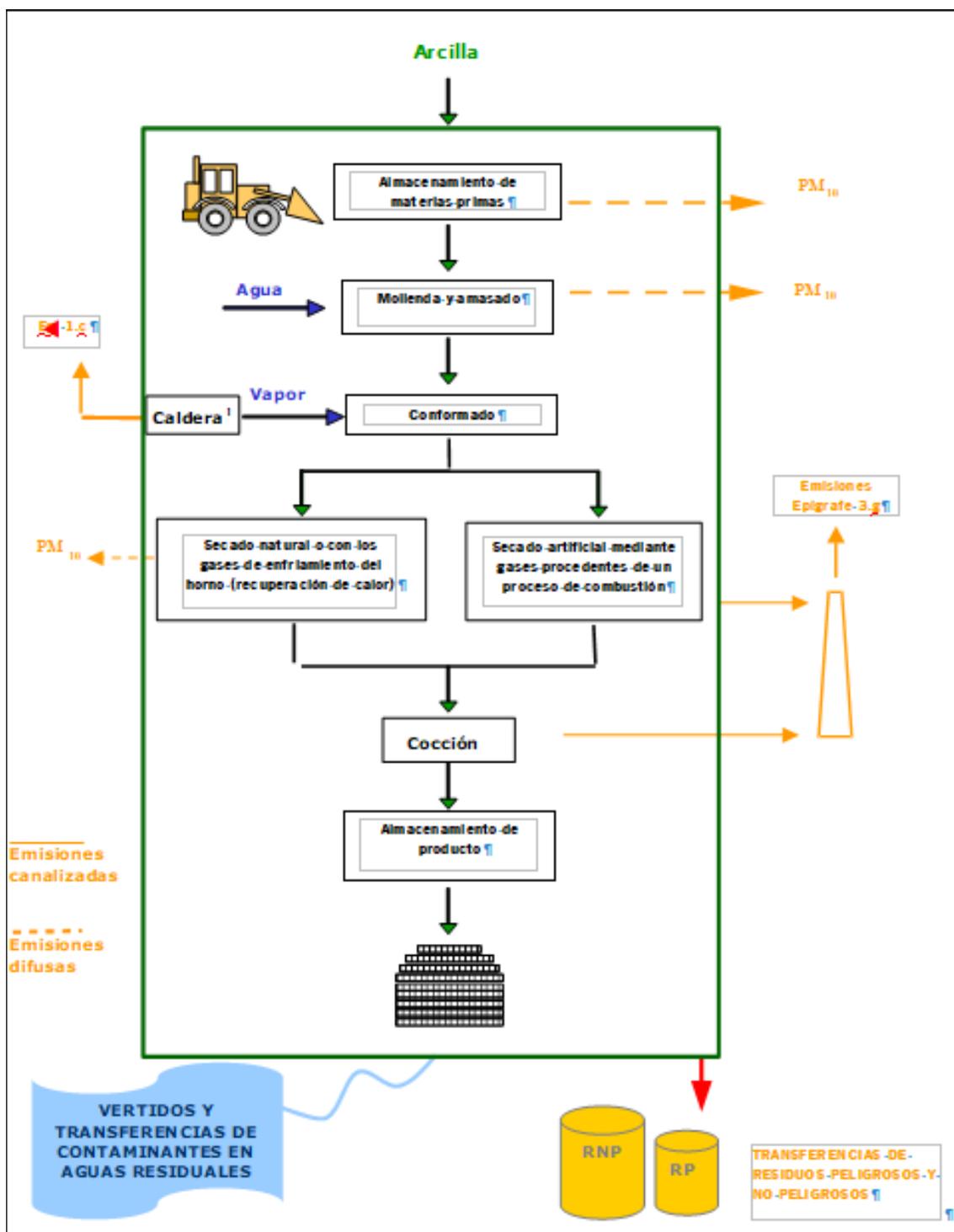


Figura 1. Diagrama del proceso de fabricación y emisiones asociadas

¹Estas emisiones se consideran si se usa vapor en el conformado y dependerán del combustible utilizado.



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 afectadas por el epígrafe 3.g, los contaminantes considerados son:

Tabla 2. Sub-listas contaminantes PRTR

INDUSTRIAS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN				
Nº PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Media Agua ¹	
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	--	
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	--	
7	Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano (COVDM)	■	--	
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	--	
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	--	
12	Nitrógeno Total	--	■	
13	Fósforo Total	--	■	
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)	■	■	
40	Compuestos Orgánicos Halogenados (como AOX)	--	■	
62	Benceno	■	--	
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	■	--	
79	Cloruros (como Cl total)	--	■	



INDUSTRIAS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Nº PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Media Agua ¹
80	Cloro y compuestos inorgánicos (como HCl)	■	--
83	Fluoruros (como F total)	--	■
84	Flúor y compuestos inorgánicos (como HF)	■	--
86	PM ₁₀	■	--

¹ Tal y como se ha indicado anteriormente, no existen vertidos hídricos asociados al proceso productivo

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.
- Para la información sobre emisiones a la atmósfera, los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP, Nº PRTR 72) incluyen: benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno e indeno(1,2,3-cd)pireno.

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

Tabla 3. 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 (Carbono Orgánico Total)	98	DQO
92	Partículas totales en suspensión (PST)	200	o,p'-DDT
93	Talio	201	p,p'-DDD
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



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

Nº PRTR	ATMÓSFERA	Nº PRTR	AGUA
		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 Bromodifenileteres).

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:

- **Datos Medidos (M):** Los datos notificados proceden de mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados.
- **Datos Calculados (C):** Los datos que la instalación declara 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.
- **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 siguiente documento “Notificación de Datos PRTR – Guía de Apoyo”, de diciembre de 2024. 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

Dada la existencia de factores de emisión de reconocido prestigio disponibles a nivel internacional, característicos para el proceso productivo y de fácil utilización, se consideran éstos como una herramienta útil para la determinación de las emisiones en ausencia de otro tipo de datos de mayor fiabilidad.

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

- **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 F.E. propios del proceso productivo y del ámbito geográfico en el que se encuentra la instalación. En la actualidad no se han desarrollado F.E. específicos para la industria de fabricación de elementos de construcción en la comunidad autónoma de Andalucía.
2. Utilización de F.E. reconocidos a nivel europeo (CORINAIR).
3. Utilización de F.E. desarrollados por otros organismos de reconocido prestigio (EPA).

Cada F.E. lleva asociado un índice de calidad que representa la capacidad que posee dicho factor para aproximarse a las tasas medias de emisión de una determinada fuente, estando siempre referido a las condiciones de operación y medida en las que se ha determinado.

Tabla 4. Códigos de calidad de los factores de emisión EPA

Tipo de Factor	Calidad del Factor
A	Excelente
B	Medio - Alto
C	Medio
D	Medio - Bajo
E	Bajo
U	Sin datos

Fuente: AP-42 FAQ

Por otro lado, los factores de emisión se asocian bien a datos de consumo (de materia prima y/o de combustible), bien a datos de producción. Si una instalación notifica parámetros distintos con factores de emisión basados en distinto tipo de datos (consumo o producción) se deberá justificar la correlación entre ambos, debiendo resultar coherente los datos suministrados.



4.1.1. Factores de emisión del CORINAIR

En el capítulo 1.A.2 “Manufacturing industries and construction (combustion)” de la Guía para inventarios de emisión de EMEP/CORINAIR (EMEP CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2023), se dan factores de emisión genéricos para el proceso de producción de ladrillos, tejas y azulejos. Estos factores se encuentran recogidos en la tabla A1-1 del Anexo 1.

En el capítulo B3319 de la Guía para inventarios de emisión de EMEP/CORINAIR (EMEP/ CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2006), dedicado a la fabricación de ladrillos y azulejos, se dan dos grupos de factores de emisión expresados en unidades distintas. Estos factores están recogidos en tablas del Anexo 1.

En la Tabla A1-2 del Anexo 1 se expresan los factores propuestos por el CORINAIR en kg/t de producción que varían según la tecnología del horno de cocción. En la tabla A1-3 del Anexo 1 se recogen los factores que propone el CORINAIR relacionados con el consumo de combustible. En la mayoría de los casos no se propone un único factor, sino un intervalo expresado en g/GJ.

Después de su aplicación en instalaciones andaluzas, se recomienda la utilización de los factores que aparecen en el punto 5, por ser más específicos, ya que además de la tecnología empleada también tienen en cuenta el tipo de combustible utilizado. Asimismo, el CORINAIR para este tipo de factores, da un único valor en lugar de un intervalo como ocurre en el caso de los factores expresados por tipo de combustible.

La abreviatura que se debe indicar acompañando estos factores es SSC.

4.1.2. Factores de emisión de la EPA

La EPA dispone de dos fuentes de factores de emisión específicos para el sector de fabricación de elementos cerámicos de construcción:

- **Capítulo 11.3 AP-42 (Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources).** En este documento se describe el sector de fabricación de ladrillos y otros elementos de construcción obtenidos a partir de arcilla. Asimismo, se incluyen los códigos SCC (Source Classification Code) que identifican cada una de las etapas del proceso productivo. Los factores incluidos en este documento son para horno túnel (tecnología predominante en las instalaciones de Estados Unidos).
- **Programa FIRE.** En esta base de datos se incluyen los factores que aparecen en el Capítulo 11 del AP-42 para horno túnel y otros factores para horno Hoffmann. La búsqueda se puede realizar por contaminante o por código SCC de la etapa del proceso productivo.

La mayoría de los factores propuestos en estas fuentes están expresados en kg/t de producción, excepto en el caso de los factores asociados a las etapas de molienda que están expresados en kg/t de materia prima. En ambas fuentes los factores de emisión definidos tienen en cuenta:

- La etapa del proceso: molienda, secado, horno de cocción, etc.
- El tipo de horno: Hoffmann o Túnel.
- Tipo de combustible: carbón, serrín o gas natural. Los factores de emisión para serrín se han considerado válidos para biomasa en general.

Asimismo, cada factor de emisión tiene asociado un código de calidad.



La abreviatura que se debe indicar acompañando a estos factores es OTH.

4.1.3. Seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo

En relación con la Directiva 2003/87/CE, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, el 31 de diciembre de 2018 se publicó en el Diario Oficial de la Unión Europea el 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. Este Reglamento es de aplicación a partir del 1 de enero de 2021, por lo que las emisiones se determinarán en base a él.

El Reglamento comentado anteriormente es 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.

Los Anexos II y IV del Reglamento (UE), n.º 2018/2066, de 19 de diciembre, modificados por el Reglamento (UE) 2020/2085, de 14 de diciembre, contienen las directrices generales para el seguimiento y la notificación de las emisiones de los gases de efecto invernadero resultantes de las actividades relacionadas en el anexo I de la Ley 1/2005 (BOE n.º 59, de 10 de marzo de 2005), modificada por la Ley 13/2010 (BOE n.º 163, de 10 de julio de 2010), entre las que se encuentran incluidas las instalaciones de fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular de tejas, ladrillos, refractarios, azulejos, gres cerámico o porcelanas, con una capacidad de producción superior a 75 t/día.

En la metodología propuesta en esta Decisión se han tenido en cuenta las Directrices del IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático) para inventarios de gases de efecto invernadero.

Según estas directrices las emisiones de CO₂ originadas en este tipo de industrias se deben fundamentalmente a las siguientes causas:

- Procesos de combustión que tienen lugar en la industria de fabricación de productos cerámicos.
- Descomposiciones de los carbonatos y del carbono contenido en la arcilla, materia prima, convertida en el proceso.

Todas las instalaciones de fabricación de ladrillos afectadas por el Real Decreto 815/2013, en su epígrafe 3.g, y que están afectadas por la Ley 1/2005, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, y por su modificación posterior (Ley 13/2010, de 5 de julio) **tienen que realizar** su notificación PRTR de emisiones de CO₂ con la misma metodología empleada que la utilizada para el informe verificado de emisiones remitido al órgano autonómico competente, aunque en el caso de utilizar como combustible biomasa, se deberá tener en cuenta las emisiones generadas por la misma. En este caso, **la abreviatura que se debe emplear acompañando la notificación será PER.**

4.1.4. 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



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

La abreviatura que se debe emplear acompañando la notificación será NRB.

4.2. E - Datos estimados

La notificación de emisiones mediante estimaciones se basa en el empleo de métodos no normalizados, mediante la adopción de hipótesis contrastadas u opiniones autorizadas.

Determinación de las emisiones de PM_{10}

Para el parámetro PM_{10} se puede realizar una estimación a partir de factores de emisión y medidas de partículas totales, en el caso de disponer de dichas medidas realizadas en el horno o en el secadero.

Esta estimación se realiza mediante un cociente entre los factores de emisión de PM_{10} (Tabla 8) y partículas totales (Tabla A1-6, en el Anexo 1), por lo que se calcula un porcentaje que aplicar a las medidas de partículas totales.

Para utilizar este método de estimación se deben calcular las partículas medidas a partir de un Informe de Emisión de una ECCA o por otra vía. Este resultado da unas emisiones de kg/año de partículas totales (PT), por lo que aplicando el cociente entre factores PM_{10}/PT indicados en la tabla anterior se obtienen el dato de emisión de las PM_{10} en kg/año.

A estas emisiones de PM_{10} habría que añadirles la molienda y las emisiones de las instalaciones auxiliares calculadas mediante factores de emisión, en el caso de no tener medidas de dichas instalaciones.

5. Factores de emisión propuestos para la notificación de emisiones mediante cálculo

A continuación se indican los factores de emisión recomendados para la notificación de los parámetros PRTR correspondientes a las instalaciones de fabricación de elementos cerámicos.



5.1. Cálculo de las emisiones de contaminantes distintos de CO₂

A continuación se adjuntan las tablas que recogen los factores de emisión seleccionados para los contaminantes PRTR distintos del CO₂ en función de cada etapa del proceso productivo.

En aquellos casos en los que se utilicen varios combustibles es necesario aplicar el factor de forma ponderada en función de la energía aportada por cada combustible, por lo que si se emplean dos combustibles diferentes (combustible A y combustible B), la proporción energética se obtiene aplicando las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1. Cálculo del porcentaje energético del combustible A

$$\text{Proporción de combustible A} = \frac{\text{Cons. Comb. A x PCI de A}}{\text{Cons. comb. A x PCI de A + Cons. Comb. B x PCI de B}}$$

Ecuación 2. Cálculo del porcentaje energético del combustible B

$$\text{Proporción de combustible B} = 1 - \text{Proporción de combustible A}$$

En las ecuaciones anteriores, PCI es el poder calorífico inferior del combustible. Los poderes caloríficos inferiores correspondientes a los combustibles más empleados en el sector cerámico se incluyen en la Tabla 23.

En general no existen factores de emisión específicos para coque de petróleo aunque, por similitud con el carbón, se recomienda emplear los factores de emisión correspondientes al carbón para la utilización de coque como combustible.

En el caso de los factores propuestos para el proceso de cocción y biomasa, en la fuente original de la EPA se especifica que el tipo de biomasa empleado es serrín, en las siguientes tablas se han considerado para todo tipo de biomasa.

Para otros casos en los que no existan factores de emisión específicos, se debe emplear el factor que más se asemeje según el tipo de combustible o tecnología empleada e indicar las hipótesis realizadas.

Para los procesos de molienda, conformado y secadero natural no existen emisiones de contaminantes a excepción de las partículas totales y de las PM₁₀.

Los factores que aparecen sombreados en las siguientes tablas, están expresados en kg de contaminante por t de combustible y se han determinado a partir del factor correspondiente de la bibliografía y empleando datos característicos de cada combustible (poderes caloríficos, densidades, etc).



Tabla 5. Factores de emisión para el CO

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE		FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	CÓDIGO	FUENTE
Secadero					
Artificial		CONSIDERAR LOS F.E. DE LA PARTE INFERIOR DE ESTA TABLA “ INSTALACIONES AUXILIARES/SECADERO ”			
Cocción					
Combustible	Tipo de horno				
Gas natural	Túnel	0,030		C	CORINAIR
Gas natural	Hoffmann	0,075		C	CORINAIR
Fuel oil / Gasoil	Túnel	0,060		C	CORINAIR
Fuel oil / Gasoil	Hoffmann	0,095	kg/t producto	C	CORINAIR
Carbón / coque	Túnel	0,715		C	CORINAIR
Carbón / coque	Hoffmann	1,195		C	CORINAIR
Biomasa	Túnel	0,800		D	EPA

INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (kg/GJ)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t comb.)	FUENTE
Orujillo ^a	0,570	17,20	9,80	CORINAIR
Resto de biomasa ^a	0,570	14,20	8,09	CORINAIR
Fuel Oil	0,040	40,40	1,62	CORINAIR
Gas Oil	0,093	43,00	4,00	CORINAIR
Butano	0,029	47,30	1,37	CORINAIR
Propano	0,029	47,30	1,37	CORINAIR
Gas natural	0,030	48,75	1,46	CORINAIR

^a Factor correspondiente a “Otra biomasa”. En ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor multiplicándolo por el poder calorífico correspondiente a cada combustible



Tabla 6. Factores de emisión para NO_x

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE		FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	CÓDIGO	FUENTE
Secadero					
Artificial		CONSIDERAR LOS F.E. DE LA PARTE INFERIOR DE ESTA TABLA “ INSTALACIONES AUXILIARES/SECADERO ”			
Cocción					
Combustible	Tipo de horno				
Gas natural	Túnel	0,090		C	D. 503/04
Gas natural	Hoffmann	0,250		C	CORINAIR
Fuel oil / Gasoil	Túnel	0,550		C	D. 503/04
Fuel oil / Gasoil	Hoffmann	0,810	kg/t producto	C	D. 503/04
Carbón / coque	Túnel	0,725		C	D. 503/04
Carbón / coque	Hoffmann	1,175		C	D. 503/04
Biomasa	Túnel	0,185		E	D. 503/04
INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO					
COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (kg/GJ)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t comb.)	FUENTE	
Orujillo ^a	0,200	17,20	3,44	D. 503/04	
Resto de biomasa ^a	0,200	14,20	2,84	D. 503/04	
Fuel Oil	0,159	40,40	6,42	D. 503/04	
Gas Oil	0,089	43,00	3,83	D. 503/04	
Butano	0,174	47,30	8,23	D. 503/04	
Propano	0,174	47,30	8,23	D. 503/04	
Gas natural	0,100	48,75	4,88	D. 503/04	

^a Factor correspondiente a Biomasa. En ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor multiplicándolo por el poder calorífico correspondiente a cada combustible



Tabla 7. Factores de emisión para SO_x^a

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	CÓDIGO	FUENTE
---------------------------------	-------------------	--------	--------	--------

Secadero

Artificial CONSIDERAR LOS F.E. DE LA PARTE INFERIOR DE ESTA TABLA “INSTALACIONES AUXILIARES/SECADERO”

Cocción

Combustible	Tipo de horno	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	CÓDIGO	FUENTE
Gas natural	Túnel	0,335		C	D. 503/04
Gas natural	Hoffmann	2,950		C	CORINAIR
Fuel oil/ gasoil	Túnel	2,000		C	D. 503/04
Fuel oil/ gasoil	Hoffmann	2,950	kg/t producto	U	D. 503/04
Carbón/ coque	Túnel	3,665		C	D. 503/04
Carbón/ coque	Hoffmann	6,065		U	D. 503/04
Biomasa	Túnel	0,335		C	D. 503/04

INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO^b

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (kg/GJ)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t comb.)	FUENTE
Orujillo ^c	0,099	17,20	1,70	D. 503/04
Resto de biomasa ^c	0,0035	14,20	0,0497	D. 503/04
Fuel Oil	0,495	40,40	20,0	D. 503/04
Gas Oil	0,093	43,00	4,00	D. 503/04
Butano	0,00211	47,30	0,0998	D. 503/04
Propano	0,00211	47,30	0,0998	D. 503/04
Gas natural	0,00410	48,75	0,2 ^d	D. 503/04

^a Debido a la gran variabilidad de porcentaje de azufre en la materia prima, las emisiones de azufre se calculan de forma más exacta considerando que todo el azufre de la materia prima se libera como SO₂ durante la cocción y que cada kg de azufre da lugar a 2 kg de SO₂. Es necesario considerar en los balances de masa el azufre presente en el combustible.

^b Para instalaciones de combustión, los F.E. de SO_x se han obtenido aplicando la fórmula propuesta por el CORINAIR: F.E._{SO₂}(kg/GJ)=20 xS/PCI, en la que S es el % de azufre en el combustible, PCI el poder calorífico inferior y se ha supuesto que no existe retención en las cenizas ni medidas secundarias. Se consideran por defecto, según el Decreto 503/2004, los siguientes porcentajes de azufre en los combustibles: Fuel Oil (1%); Gasoil (0,2%); Gas natural (0,01%); Butano y propano (0,005%); Orujillo (0,085%); Resto de biomasa (0,0025%).

^c En ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor multiplicándolo por el poder calorífico correspondiente a cada combustible.

^d Si se tiene el consumo de gas natural en m³, se debe pasar a toneladas multiplicando por la densidad (0,8 kg/m³) y dividiendo por 1000 para pasar de kg a t. En el caso de disponer el dato en kWh se debe pasar a toneladas dividiendo por 10,67 kWh/m³, por lo que ya se tiene en m³, y después pasarlo a toneladas como se indicó anteriormente.



Tabla 8. Factores de emisión para PM₁₀

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	CÓDIGO	FUENTE
Molienda				
Material seco (≈ 4% humedad)	0,265		E	EPA
Material húmedo (≈ 13 % humedad)	0,00115	kg/t materia prima	E	EPA
Filtro de mangas (≈ 6,5 % humedad)	0,0016		E	EPA
Conformado ^a	--	--	--	--
Secadero				
Artificial	CONSIDERAR LOS F.E. DE LA PARTE INFERIOR DE ESTA TABLA “INSTALACIONES AUXILIARES/SECADERO”			
Cocción				
Gas natural	0,435		D	EPA
Fuel oil / Gasoil	No disponible	kg/t producto	-	
Carbón / Coque	0,7		C	EPA
Biomasa	0,425		D	EPA
INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO				
COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (g/GJ)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t comb.)	FUENTE
Orujillo ^b	163	17,20	2,80	CORINAIR
Resto de biomasa ^b	163	14,20	2,31	CORINAIR
Fuel Oil	40	40,40	1,62	CORINAIR
Gas Oil	21	43,00	0,903	CORINAIR
Butano	0,78 ^c	47,30	0,0369	CORINAIR
Propano	0,78 ^c	47,30	0,0369	CORINAIR
Gas natural	0,45 ^c	48,75	0,0219	CORINAIR

^a En las fuentes de la EPA existe un factor de emisión para la etapa de conformado, pero se indica que no es aplicable a líneas de extrusión típicas, por tanto no se ha propuesto en este documento

^b Factor correspondiente a Otra biomasa, en ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor con el poder calorífico correspondiente a cada combustible

^c Para estos combustibles se ha considerado que todas las partículas producidas son PM₁₀



Respecto a los F.E. para metales cabe indicar lo siguiente:

- Los factores de emisión propuestos en estas tablas son los publicados por la EPA tanto en el documento del AP-42 como en el programa FIRE para horno túnel. Debido a que no existen publicados otros factores para metales y horno Hoffmann, se han propuesto los mismos para ambos tipos de horno.
- Para los casos en los que no exista un F.E. específico, se recomienda emplear el que tenga mayor similitud con el proceso empleado e indicar en el formulario de notificación las hipótesis realizadas.
- Para el Cu se ha propuesto el mismo factor que para el As, y para el Cd el mismo que el Zn ya que sus volatilidades son similares.

Tabla 9. Factores de emisión para el As y el Cu en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Gas natural	$1,55 \times 10^{-5}$	D	EPA
Fuel oil	No existe factor específico para este combustible		
Carbón / coque	$6,5 \times 10^{-5}$	E	EPA
Biomasa	$1,55 \times 10^{-5}$	D	EPA

Tabla 10. Factores de emisión para el Cd/Zn en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Carbón, Gas natural o Biomasa	$7,55 \times 10^{-6}$	D	EPA
Fuel Oil	No existe factor específico para este combustible		

Tabla 11. Factores de emisión para el Cr en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Carbón, Gas natural o Biomasa	$2,55 \times 10^{-5}$	D	EPA
Fuel Oil	No existe factor específico para este combustible		



Tabla 12. Factores de emisión para el Hg en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Gas natural	$3,75 \times 10^{-6}$	D	EPA
Fuel oil	No existe factor específico para este combustible		
Carbón / coque	$4,8 \times 10^{-5}$	E	EPA
Biomasa	$3,75 \times 10^{-6}$	D	EPA

Tabla 13. Factores de emisión para el Ni en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Carbón, Gas natural o Biomasa	$3,60 \times 10^{-5}$	D	EPA
Fuel Oil	No existe factor específico para este combustible		

Tabla 14. Factores de emisión para el Pb en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Carbón, Gas natural o Biomasa	$7,50 \times 10^{-5}$	D	EPA
Fuel Oil	No existe factor específico para este combustib		



Tabla 15. Factores de emisión para el Antimonio (Sb) en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Carbón, Gas natural o Biomasa	$1,35 \times 10^{-5}$	D	EPA
Fuel Oil	No existe factor específico para este combustible		

Tabla 16. Factores de emisión para el Cobalto (Co) en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Carbón, Gas natural o Biomasa	$1,05 \times 10^{-6}$	E	EPA
Fuel Oil	No existe factor específico para este combustible		

Tabla 17. Factores de emisión para el Manganeso (Mn) en kg/t producción

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	CÓDIGO	FUENTE
Secadero			
Artificial		Ver Tabla 18	
Cocción			
Carbón, Gas natural o Biomasa	$1,45 \times 10^{-4}$	D	EPA
Fuel Oil	No existe factor específico para este combustible		

En el caso de disponer de un secadero artificial habría que incluir en las emisiones totales aquellas emisiones de metales del secadero y otras instalaciones de combustión auxiliares (Vg.: caldera de extrusión).

En la siguiente tabla se incluyen los F.E. propuestos de metales para las inst. auxiliares de combustión:



Tabla 18. Factores de emisión para las emisiones de metales en instalaciones auxiliares

METALES	FACTOR DE EMISIÓN CORINAIR (kg/t combustible)		
	COMBUSTIBLE		
	Orujillo	Fuel Oil	Gas Oil
Arsénico (As)	0,00000327	0,0000404	0,0000215
Cadmio (Cd)	0,000224	0,0000121	0,00000645
Cromo (Cr)	0,000396	0,000808	0,000430
Cobre (Cu)	0,000103	0,000121	0,000129
Mercurio (Hg)	0,00000963	0,00000404	0,0000043
Níquel (Ni)	0,0000344	0,00808	0,00538
Plomo (Pb)	0,000464	0,000404	0,000344
Cinc (Zn)	0,00881	0,000202	0,000774
Antimonio (Sb)*	0,0000585	0,000654	--
Cobalto (Co)*	0,0000482	0,000747	--
Manganeso (Mn)*	0,0119	0,000373	0,000112*
Vanadio (V)*	0,00000722	0,00396	--

* Estos factores de emisión proceden de la EPA

A continuación se incluyen los F.E. propuestos para los parámetros que se incluyeron en el Registro PRTR (COVDM (Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano); Benceno; HAP (Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos) y COT (Carbono Orgánico Total)), para las instalaciones de fabricación de elementos cerámicos:

Tabla 19. Factores de emisión para los COVDM

HORNO DE COCCIÓN ^a				
COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (lb/ton)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t producción)	CALIDAD	FUENTE
Biomasa, coque, fuel oil, gas oil y gas natural	0,024	0,012	D	EPA
INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO				
COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (kg/GJ)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t cble.)	FUENTE
Orujillo ^b	0,3	17,20	5,16	CORINAIR
Resto de biomasa ^b	0,3	14,20	4,26	CORINAIR
Fuel Oil	0,005	40,40	0,202	CORINAIR



INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (kg/GJ)	PODER CALORÍFICO INFERIOR (GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t cble.)	FUENTE
Orujillo ^b	0,3	17,20	5,16	CORINAIR
Gasoil	0,020	43,00	0,860	CORINAIR
Gas natural	0,002	48,75	0,0975	CORINAIR

^a En la EPA se indica que el tipo de combustible no influye en la emisión de este contaminante. El factor de emisión se ha obtenido para hornos túneles, aunque se puede utilizar también este F.E. para los hornos Hoffmann

^b Factor correspondiente a Otra biomasa, en ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor con el poder calorífico correspondiente a cada combustible

Tabla 20. Factores de emisión para el benceno

HORNO DE COCCIÓN^a

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (lb/ton)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t producción)	FUENTE	CALIDAD
Biomasa ^b	0,00052	0,00026	EPA	E
Coque	0,00029	0,000145	EPA	E
Gas natural	0,0029	0,00145	EPA	E

INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t combustible)	FUENTE	CALIDAD
Orujillo ^b	1,81 g/GJ ^c	0,0311	EPA	A
Resto de biomasa ^b	1,81 g/GJ ^c	0,0257	EPA	A
Fuel Oil	0,13 g/m ³	0,000135	EPA	C
Gas natural	3,4 x 10 ⁻⁸ kg/m ³	0,0000425	EPA	B

^a En la EPA no realizan distinción entre los tipos de hornos, por lo que se proponen los F.E. para cualquier tipo de horno

^b Factor correspondiente a madera, en ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor con el poder calorífico correspondiente a cada combustible

^c Estos F.E. corresponden a focos sin control o con control de partículas

Tabla 21. Factores de emisión para los HAP^a

INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t combustible)	FUENTE	CALIDAD
Orujillo ^b	0,035 g/GJ	0,000602	CORINAIR	--
Resto de biomasa ^b	0,035 g/GJ	0,000497	CORINAIR	--



INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t combustible)	FUENTE	CALIDAD
Fuel Oil	0,005 g/GJ	0,000202	CORINAIR	--
Gasoil	20,1 µg/GJ	0,000000864	CORINAIR	--

^a Se corresponden con la suma HAP 4 Borneff: Benzo(a) pireno, benzo(b) fluoranteno, benzo(k) fluoranteno e indeno(1,2,3-cd) pireno

^b Factor correspondiente a madera, en ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor con el poder calorífico correspondiente a cada combustible

Tabla 22. Factores de emisión para el COT

HORNO DE COCCIÓN^a

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (lb/ton)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t producción)	CALIDAD	FUENTE
Biomasa, coque, fuel oil, gas oil y gas natural	0,062	0,031	C	EPA

INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	PODER CALORÍFICO INFERIOR (GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t combustible)	FUENTE
Orujillo ^b	0,0168 kg/GJ	17,20	0,289	EPA
Resto de biomasa ^b	0,0168 kg/GJ	14,20	0,239	EPA
Fuel Oil	0,00128 lb/gal (A)	40,40	0,159	EPA
Gasoil	0,000252 lb/gal (A)	43,00	0,0336	EPA
Gas natural	0,000011 lb/ft ³ (B)	48,75	0,22	EPA

^a En la EPA se indica que el tipo de combustible no influye en la emisión de este contaminante. El factor de emisión se ha obtenido para hornos túneles, aunque se puede utilizar también este F.E. para los hornos Hoffmann

^b Factor correspondiente a madera, en ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor con el poder calorífico correspondiente a cada combustible

5.2. Cálculo de las emisiones de CO₂

Como se ha comentado anteriormente, aquellas instalaciones que dispongan de Autorización de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero deben realizar los cálculos para la determinación del Dióxido de Carbono (CO₂) de la misma forma que se describe en su autorización.

En el caso de utilizar biomasa deben añadirse las emisiones correspondientes a dicho combustible.

Según las directrices, las emisiones deben incluir las resultantes de la combustión de todos los combustibles de la instalación, así como las emisiones de los procesos debida a la descarbonatación de la arcilla.



Para los datos notificados utilizando esta metodología, se debe indicar la abreviatura **PER**.

La Comisión europea publicó el Diario Oficial de la Unión Europea el 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. Este Reglamento es de aplicación a partir del 1 de enero de 2021.

El Reglamento anterior es 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.

A continuación se resume la metodología general para determinar las emisiones PRTR de CO₂. Para notificar las emisiones de gases de efecto invernadero, válidas para el régimen de comercio de derechos de emisión, es necesario seguir detenidamente todas las indicaciones para la medición de los consumos de combustible, materia prima, poderes caloríficos, etc. **Recaltar que el dato notificado al Registro PRTR debe coincidir con el suministrado para el comercio de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero sumándole la parte correspondiente a la biomasa en caso de su utilización.**

En el caso de que la instalación no se encuentre afectada por el anexo I de la Ley 1/2005 y su modificación posterior (Ley 13/2010), deberá seguir los pasos que se indican en el siguiente punto. En este caso la abreviatura que debe utilizarse dependerá de la fuente de donde se extraigan los factores de emisión.

El cálculo de las emisiones de CO₂ debe realizarse en dos pasos:

- A) *Cálculo de las emisiones asociadas a procesos de combustión.* Las emisiones de CO₂ asociadas a los procesos de combustión se calculan aplicando la Ecuación 3 a cada uno de los combustibles, incluyendo la biomasa. El total de las emisiones de combustión se obtiene sumando las emisiones debidas a cada uno de los combustibles.

Ecuación 3. Cálculo de las emisiones asociadas a la combustión

$$\begin{array}{cccccc} \text{Emisiones de CO}_2 & \text{Consumo de} & \text{Poder} & \text{Factor de} & & \\ \text{asociadas a combustión=} & \text{combustible} & \times & \text{emisión} & \times & \text{Factor de} \\ \text{(kg/año)} & \text{(kg/año)} & & \text{(kg/ MJ)} & & \text{oxidación} \\ & & & & & \\ & & & \text{Inferior} & & \\ & & & \text{(MJ/kg)} & & \end{array}$$

A título orientativo, en la Tabla 23 se recogen los poderes caloríficos, F.E. y factores de oxidación para los combustibles que se utilizan más frecuentemente en la industria cerámica, incluyéndose también en la Tabla 24 las densidades típicas. En los casos en los que el consumo de combustible esté expresado en unidades de volumen, se pasará a unidades másicas utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Cambio de unidades en consumos de combustible

$$\begin{array}{cccc} \text{Consumo de} & = & \text{Consumo de} & \times & \text{Densidad} \\ \text{combustible} & & \text{combustible} & & \text{(kg/m}^3\text{)} \\ \text{(kg/año)} & & \text{(m}^3\text{/año)} & & \end{array}$$



Tabla 23. Datos de combustibles utilizados en cerámicas

COMBUSTIBLE	PCI (MJ/kg)	F.E. (kg/MJ)	FACTOR DE OXIDACIÓN
Orujillo	17,20	0,096 ^a	0,99
Resto de biomasa	14,20	0,096 ^a	0,99
Coque de petróleo ^b	32,50	0,0975 ^c	1
Fuel Oil ^b	40,40	0,0774 ^c	1
Gasoil ^b	43,00	0,0741 ^c	1
Gas natural ^b	48,75	0,05599 ^c	1

^a Factor de emisión obtenido del CORINAIR 2007

^b Datos comunicados por España en el inventario presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Informe Inventarios GEI 1990-2022 (Edición de 2024). Tabla A7.1)

^c En estos valores se encuentra incluido el factor de oxidación

Tabla 24. Densidades típicas de combustibles

COMBUSTIBLE	DENSIDAD (kg/m ³)
Fuel Oil	964
Gasoil	900
Gas natural	0,8

B) *Cálculo de las emisiones asociadas al proceso.* Estas emisiones se pueden calcular a partir de los carbonatos presentes en la materia prima o a partir de los óxidos alcalinos y alcalino-térreos presentes en el producto final. A continuación se describe la metodología basada en la materia prima, ya que esta información suele ser más accesible para la mayoría de los fabricantes.

Para obtener las emisiones de CO₂ asociadas a los compuestos presentes en la materia prima a partir de la metodología basada en los carbonatos es necesario conocer el porcentaje de cada tipo de carbonato presente en la materia prima y aplicar la siguiente ecuación para cada tipo de carbonato:

Ecuación 5. Cálculo de las emisiones de CO₂ debidas a la descarbonatación

$$\begin{array}{l} \text{Emisiones CO}_2 \\ \text{debidas a} \\ \text{carbonato Z} \\ \text{(kg/año)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Consumo de} \\ \text{materia} \\ \text{prima} \\ \text{(kg/año)} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Proporción} \\ \text{carbonato Z} \\ \text{presente en la} \\ \text{materia prima} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{Factor de emisión} \\ \text{estequiométrico} \end{array}$$

Donde carbonato Z es un carbonato cualquiera y el factor de emisión estequiométrico es el que se obtiene de la siguiente tabla:



Tabla 25. Factores de emisión estequiométricos

CARBONATO Z	F.E. (kg CO₂/kg carbonato)
CaCO ₃	0,440
MgCO ₃	0,522

Es necesario aplicar la Ecuación 5 para cada uno de los carbonatos presentes en la materia prima. En el caso de no disponer de datos sobre la cantidad de carbonato cálcico existente en la materia prima, se deberá usar el 20% por defecto.

Para obtener las emisiones totales de CO₂ de la instalación hay que sumar las obtenidas mediante la Ecuación 3 y la Ecuación 5.

Ecuación 6. Emisiones totales de CO₂

$$\text{Emisiones totales de CO}_2 = \text{Emisiones combustión} + \text{Emisiones de proceso}$$

6. Esquema resumen del proceso de notificación

A continuación se muestra un esquema del proceso de notificación para las instalaciones del epígrafe 3.g dedicadas a la fabricación de elementos cerámicos de construcción.

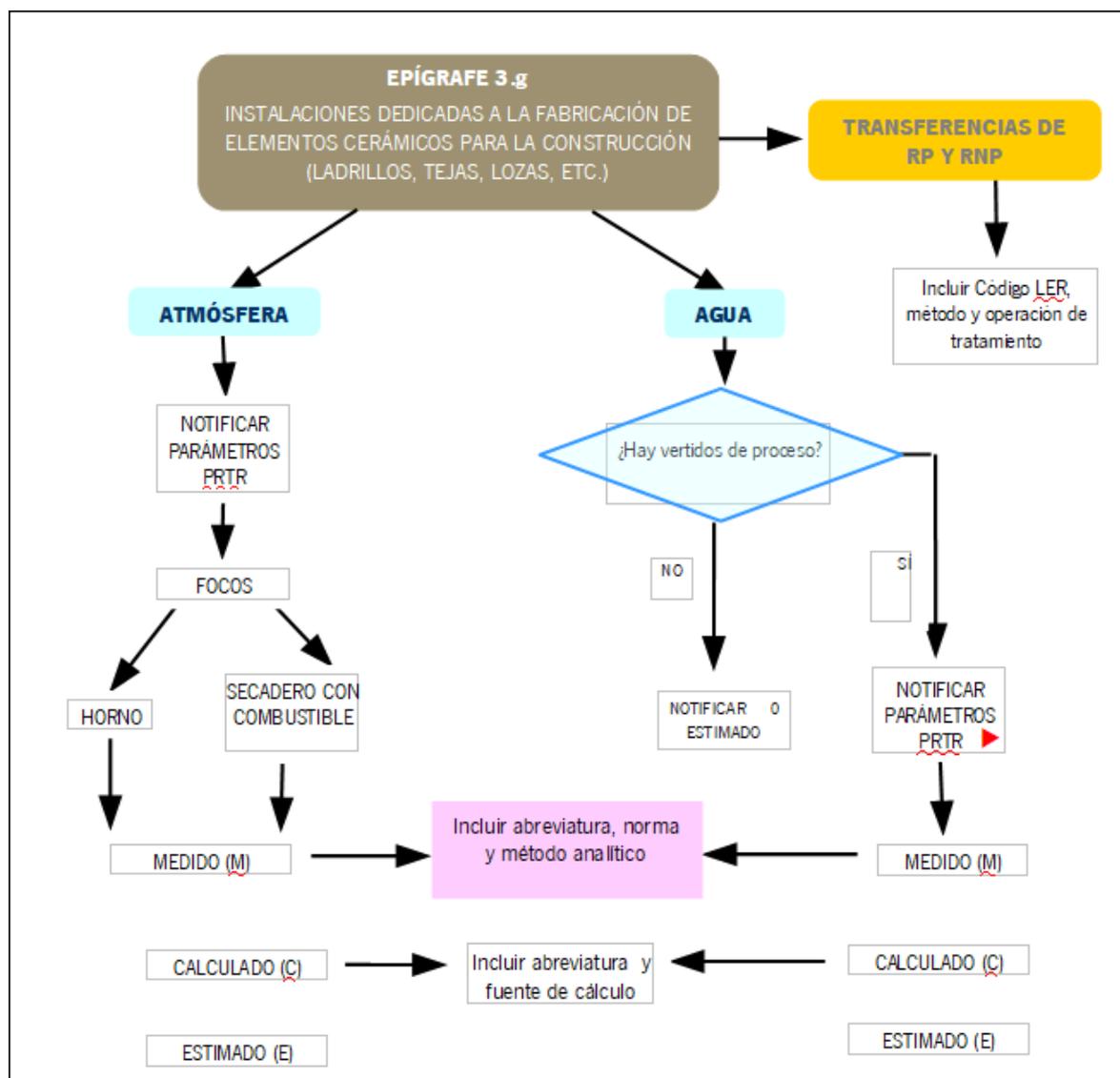


Figura 2. Esquema resumen del proceso de notificación

7. Documentación de referencia

CORINAIR: Guía para la realización del inventario de emisiones atmosféricas de la Agencia Europea de Medioambiente (“EMEP/ CORINAIR Emission Inventory Guidebook”).

[EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 — European Environment Agency \(europa.eu\)](https://www.eea.europa.eu/en/air-pollutant-emission-inventory-guidebook-2023)

EPA: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos.

- Capítulo 11 AP- 42. Industria de productos minerales (Mineral products industry).

[AP-42, CH 11.3: Brick And Structural Clay Product Manufacturing \(epa.gov\)](https://www.epa.gov/ap-42-ch-11-3-brick-and-structural-clay-product-manufacturing)



- Programa Fire: [WebFire Search | US EPA](#)

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.

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.

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.

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.

Desde la página web del **Registro PRTR** del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico se puede descargar la Guía Tecnológica de fabricación de elementos de construcción, así como información sobre los métodos de medida de los distintos parámetros PRTR.

<http://www.prtr-es.es>



ANEXO 1

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



Tabla A1- 1. Factores de emisión genéricos (kg/t producción) (CORINAIR)

Parámetro	Factor de Emisión
Monóxido de Carbono (CO)	0,189
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	0,184
Óxidos de Azufre (SOx)	0,0396

Fuente: Tabla 3-29 del capítulo 1.A.2 Manufacturing industries and construction (combustion) del Guidebook 2023

Tabla A1- 2. Factores de emisión (kg/t producción) (CORINAIR)

DESCRIPCIÓN	ÓXIDOS DE AZUFRE (SO _x)	ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO _x)	MONÓXIDO DE CARBONO (CO)
General	0,354	0,500	--
General, gas natural 94%	--	0,120	240 g/GJ
Valor EPA, industria cerámica	--	--	1,600
Cocción horno túnel gas	--	0,090	0,030
Cocción horno túnel fuel oil / gasoil	2,000	0,550	0,060
Cocción horno túnel carbón	3,665	0,725	0,715
Cocción horno Hoffmann gas	2,950	0,250	0,075
Cocción horno Hoffmann fuel oil / gasoil	6,065	0,810	0,095
Cocción horno Hoffmann carbón	--	1,175	1,195

Fuente: Pie de tabla 4 del capítulo B3319 del CORINAIR Emission Inventory Guidebook de 2007

Tabla A1- 3. Factores de emisión (CORINAIR)

COMBUSTIBLE	NAPFUE code	SO ₂ (g/GJ)	NO _x (g/GJ)	COVDM (g/GJ)	CO (g/GJ)	CO ₂ (g/GJ)
CARBÓN						
Coking	101	159	569	--	--	86
Vapor	102	407-787	150-334	15-21	10-120	79-95
Subbituminoso	103	170	30	15	50	99
Carbón marrón/lignito	105	500-2.900	140-300	1,5-20	14-110	86-113
Briquetas	106	175	140	15	100	97-98
COQUE						
Coke oven	107	400-540	140-300	0,5-15	15-100	100-105
Petróleo	110	680	200	1,5	97	102



COMBUSTIBLE	NAPFUE code	SO ₂ (g/GJ)	NO _x (g/GJ)	COVDM (g/GJ)	CO (g/GJ)	CO ₂ (g/GJ)
BIOMASA						
Biomasa	111	130	130-200	48-50	160	83-102
COMBUSTIBLES LÍQUIDOS						
Fuel Oil	203	57-1.470	57-330	3-57	10-234	76-78
Gasoil	204	55-1.410	54-330	1,5-2,5	10-54	72-74
Keroseno	206	68,6	--	2	12	71
Gasolina motor	208	44,7	--	2	12	71
COMBUSTIBLES GASEOSOS						
Gas natural	301	0,4-8	50-330	4-26	10-343	34-66
GLP	303	0,04-2	20-100	1-4	13	60-65
Coke oven	304	9,6	50	2,5	10	44-49

Fuente: Tabla 4 del capítulo B3319 del CORINAIR Emission Inventory Guidebook de 2007

Tabla A1- 4. Factores de emisión (kg/t producción) PM₁₀, SO_x, CO, CO₂, NO_x (EPA)^a

PROCESO	PM ₁₀	SO _x ^b	CO	CO ₂	NO _x
Molienda y tamizado					
Material seco (máximo 4% de humedad)	0,265 ^c	--	--	--	--
Material húmedo (máximo 13% de humedad)	0,00115 ^c	--	--	--	--
Con filtro de mangas	0,0016 ^c	--	--	--	--
Horno de gas natural	0,435	0,379	0,6	200	0,175
Horno gas natural materiales alto contenidos de azufre					
Sin control	--	2,55	0,6	200	0,175
Scrubber vía húmeda eficiencia media	--	0,5	0,6	200	0,175
Scrubber relleno alta eficiencia	--	0,0025	0,6	200	0,175
Horno carbón	0,7	0,6	0,4	150	0,255
Horno túnel serrín	0,425	0,379	0,8	245	0,185
Horno biomasa y secadero (gases del horno de cocción utilizados para secar la biomasa)	0,155	--	--	--	--

Fuente: Tablas 11.3-2, 11.3-3 del capítulo 11.3 del AP-42

^a En el AP-42, los factores están expresados en lb/ton, en esta tabla se han expresado en unidades del sistema internacional

^b El F.E. de SO_x para gas natural y serrín se han obtenido sumando los factores publicados para SO₂ y SO₃. Para el resto de casos no se dispone de F.E. para SO₃ y los que aparecen en esta tabla corresponden únicamente a SO₂.

^c Las unidades de estos F.E. son kg/t materia prima procesada



Tabla A1- 5. Factores de emisión (kg/t producción) Metales (EPA)^a

Descripción	Horno túnel con carbón, gas natural o serrín	Horno túnel carbón	Horno túnel gas natural	Horno túnel serrín	Horno túnel serrín con secadero calentado con gases del horno
Arsénico	--	$6,5 \times 10^{-5}$	$1,55 \times 10^{-5}$	$1,55 \times 10^{-5}$	$1,05 \times 10^{-5}$
Cadmio	$7,5 \times 10^{-6}$	--	--	--	$1,1 \times 10^{-5}$
Cromo	$2,55 \times 10^{-5}$	--	--	--	$2,4 \times 10^{-5}$
Mercurio	--	$4,8 \times 10^{-5}$	$3,75 \times 10^{-6}$	$3,75 \times 10^{-6}$	$5,5 \times 10^{-6}$
Níquel	$3,6 \times 10^{-5}$	--	--	--	$1,7 \times 10^{-5}$
Plomo	$7,5 \times 10^{-5}$	--	--	--	$6,0 \times 10^{-5}$
Antimonio	$1,35 \times 10^{-5}$	--	--	--	$1,4 \times 10^{-6}$
Cobalto	$1,05 \times 10^{-6}$	--	--	--	--
Manganeso	--	$1,45 \times 10^{-4}$	$1,45 \times 10^{-4}$	$1,45 \times 10^{-4}$	$2,4 \times 10^{-4}$

Fuente: Tablas 11.3-7 del capítulo 11.3 del AP-42

^a El F.E. del Cobre se puede asimilar al del Arsénico debido a que, según el documento BREF de la Producción de Cemento y Cal, tienen volatilidades semejantes. Por este mismo motivo, y según la misma fuente de información, el F.E. del Zinc se puede asimilar al del Cadmio

Tabla A1- 6. Factores de emisión para Partículas totales

ETAPA DEL PROCESO / COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	CÓDIGO	FUENTE
Molienda				
Material seco (\approx 4% humedad)	4,25		E	EPA
Material húmedo (\approx 13 % humedad)	0,0125	kg/t materia prima	E	EPA
Filtro de mangas (\approx 6,5 % humedad)	0,0031		E	EPA
CONSIDERAR LOS F.E. DE LA PARTE INFERIOR DE ESTA TABLA "INSTALACIONES AUXILIARES/SECADERO"				
Cocción				
Gas natural	0,48		D	EPA
Fuel oil / Gasoil	No disponible	kg/t producto	-	
Carbón / Coque	0,9		C	EPA
Biomasa	0,465		D	EPA



INSTALACIONES AUXILIARES / SECADERO

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN (g/GJ)	PODER CALORÍFICO INFERIOR(GJ/t)	FACTOR DE EMISIÓN (kg/t comb.)	FUENTE
Orujillo ^b	170	17,20	2,92	CORINAIR
Resto de biomasa ^b	170	14,20	2,41	CORINAIR
Fuel Oil	50	40,40	2,02	CORINAIR
Gas Oil	21	43,00	0,903	CORINAIR
Butano	0,78 ^c	47,30	0,0369	CORINAIR
Propano	0,78 ^c	47,30	0,0369	CORINAIR
Gas natural	0,45 ^c	48,75	0,0219	CORINAIR

^a En las fuentes de la EPA existe un factor de emisión para la etapa de conformado, pero se indica que no es aplicable a líneas de extrusión típicas, por tanto no se ha propuesto en este documento

^b Factor correspondiente a madera, en ausencia de otros factores más específicos para cada tipo de biomasa, se ha aplicado este valor con el poder calorífico correspondiente a cada combustible

^c Para estos combustibles se ha considerado que todas las partículas producidas son PM₁₀

Por último, en la siguiente tabla se incluyen los códigos SCC (Source Classification Code) que se utilizan en la EPA para cada tipo de horno y combustible. Estos códigos se pueden utilizar para buscar los factores de emisión asociados a cada proceso en el programa FIRE.

Tabla A1- 7. Códigos SCC asociados a cada tipo de horno y combustible

PROCESO	CÓDIGO SCC
HORNO TÚNEL CON SERRÍN	3-05-003-10
HORNO TÚNEL GAS	3-05-003-11
HORNO TÚNEL FUEL OIL / GASOIL	3-05-003-12
HORNO TÚNEL CARBÓN	3-05-003-13
HORNO HOFFMANN GAS	3-05-003-14
HORNO HOFFMANN FUEL OIL / GASOIL	3-05-003-15
HORNO HOFFMANN CARBÓN	3-05-003-16



ANEXO 2

Ejemplos de aplicación de los factores de emisión atmosféricos



Se van a desarrollar dos ejemplos de determinación de emisiones a partir de métodos de cálculo, por lo que todos estos resultados deberían ir acompañados del código C (datos calculados). En el primer ejemplo el horno es tipo Hoffmann y utiliza coque de petróleo como combustible; en el segundo ejemplo se usa como combustible en el horno coque de petróleo y biomasa y además dispone de un secadero que utiliza orujillo como combustible de forma intermitente (*todos los valores se dan con tres cifras significativas*).

EJEMPLO 1

Datos y características de la instalación:

- **Producción:** 35.000 t/año.
- **Materia prima procesada:** 40.000 t/año. (15% carbonato cálcico, siendo el resto de carbonatos despreciable)
- **Horno Hoffmann** que usa como combustible coque de petróleo.
- **Consumo de coque:** 1.300 t de coque.
- Molienda vía húmeda.
- Secado natural.

Cálculo de las emisiones:

Monóxido de Carbono (CO)

Utilizando el factor de emisión propuesto en la Tabla 5 se tiene:

$$1,195 \text{ kg/ t prod.} \times 35.000 \text{ t prod.} = 41.825 \text{ kg/año}$$

41.800 kg/año (Resultado expresado con tres cifras significativas)

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Empleando el factor de la Tabla 6:

$$1,175 \text{ kg/t prod.} \times 35.000 \text{ t prod.} = 41.125 \text{ kg/año}$$

41.100 kg/año (Resultado expresado con tres cifras significativas)

Óxidos de azufre (SO_x)

A partir de los datos de la Tabla 7:

$$6,065 \text{ kg/t prod.} \times 35.000 \text{ t prod.} = 212.275 \text{ kg/año}$$

212.000 kg/año (Resultado expresado con tres cifras significativas)

PM₁₀

Empleando los factores propuestos en la Tabla 8:

$$0,00115 \text{ kg/t materia prima} \times 40.000 \text{ t mat. prima} = 46 \text{ kg/año} \quad (\text{Molienda})$$

$$0,7 \text{ kg/t prod.} \times 35.000 \text{ t prod.} = \frac{24.500 \text{ kg/año}}{24.546 \text{ kg/año}} \quad (\text{Horno carbón})$$



24.500 kg/año (Resultado expresado con tres cifras significativas)

Fluoruros y HCl: No hay datos

Metales:

A partir de los factores incluidos desde la Tabla 9 a la Tabla 17 y expresando los resultados con tres cifras significativas se tiene:

- **As y Cu:** $6,50 \times 10^{-5}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **2,28 kg/año**
- **Cd y Zn:** $7,50 \times 10^{-6}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **0,263 kg/año**
- **Cr:** $2,55 \times 10^{-5}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **0,893 kg/año**
- **Hg:** $4,80 \times 10^{-5}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **1,68 kg/año**
- **Ni:** $3,60 \times 10^{-5}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **1,26 kg/año**
- **Pb:** $7,50 \times 10^{-5}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **2,63 kg/año**
- **Sb:** $1,35 \times 10^{-5}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **0,473 kg/año**
- **Co:** $1,05 \times 10^{-6}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **0,0368 kg/año**
- **Mn:** $1,45 \times 10^{-4}$ kg/t prod. x 35.000 t prod. = **5,08 kg/año**

Dióxido de Carbono (CO₂)

Las emisiones de CO₂ se determina según la metodología indicada en la Reglamento 601/2012:

1. En primer lugar se determinan las emisiones asociadas al consumo de combustible empleando los datos de la Tabla 23 y la Ecuación 3. Se tiene:

$$1.300.000 \text{ kg coque} \times 32,5 \text{ MJ/kg} \times 0,0983 \text{ kg/MJ} = 4.153.175 \text{ kg CO}_2$$

2. En segundo lugar se determinan las emisiones asociadas a la descomposición de los carbonatos presentes en la materia prima. Para ello es necesario conocer la composición de la arcilla empleada (15% de CaCO₃ en este caso) y los factores de emisión estequiométricos que se incluyen en la Tabla 25. Empleando la Ecuación 5 se tiene:

$$40.000.000 \text{ kg arcilla} \times 0,15 \text{ kg CaCO}_3/\text{kg arcilla} \times 0,440 = 2.640.000 \text{ kg CO}_2$$

3. Sumando los resultados obtenidos en el punto 1 y 2 y expresando el resultado con tres dígitos significativos se tiene: **6.790.000 kg/año.**

Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano (COVDM)

Empleando el factor de la tabla 19 se tiene:

$$0,012 \text{ kg/t prod.} \times 35.000 \text{ t prod.} = \mathbf{420 \text{ kg NMVOC/año}}$$

Benceno

Empleando el factor de la Tabla 20:

$$0,000145 \text{ kg/t prod.} \times 35.000 \text{ t prod.} = 5,075 \text{ kg/año}$$



5,08 kg/año (Resultado expresado con tres cifras significativas)

Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAP)

No se disponen de F.E. para el horno.

COT (Carbono Orgánico Total)

Empleando el factor de la Tabla 22:

0,031 kg/t prod. x 35.000 t prod. = 1.085 kg/año

1.090 kg/año (Resultado expresado con tres cifras significativas)

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

Nº PRTR	Contaminante	Tabla a consultar	Emisiones (kg/año)	Con tres cifras significativas	Mét.	Abrev.	Fuente
2	Monóxido de Carbono (CO)	Tabla 5	41.825	41.800	C	SSC	CORINAIR
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	Reglamento 601/2012	6.793.175	6.790.000	C	PER	Reglamento 601/2012
7	Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano (COVDM)	Tabla 19	420	420	C	OTH	EPA
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	Tabla 6	41.125	41.100	C	NRB	D.503/04
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	Tabla 7	212.275	212.000	C	NRB	D.503/04
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	Tabla 9	2,28	2.28	C	OTH	EPA
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	Tabla 10	0,263	0,263	C	OTH	EPA
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	Tabla 11	0,893	0,893	C	OTH	EPA
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	Tabla 9	2,28	2,28	C	OTH	EPA
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	Tabla 12	1,68	1,68	C	OTH	EPA
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	Tabla 13	1,26	1,26	C	OTH	EPA
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	Tabla 14	2,63	2,63	C	OTH	EPA



Nº PRTR	Contaminante	Tabla a consultar	Emisiones (kg/ año)	Con tres cifras significativas	Mét.	Abrev.	Fuente
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	Tabla 10	0,263	0,263	C	OTH	EPA
62	Benceno	Tabla 20	5,075	5,08	C	OTH	EPA
76	COT	Tabla 22	1.085	1.090	C	OTH	EPA
86	PM ₁₀	Tabla 8	24.546	24.500	C	OTH	EPA
94	Antimonio	Tabla 15	0,473	0,473	C	OTH	EPA
95	Cobalto	Tabla 16	0,0368	0,0368	C	OTH	EPA
96	Manganeso	Tabla 17	5,08	5,08	C	OTH	EPA

* En el caso de que la instalación no estuviera afectada por el anexo I de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, la abreviatura a utilizar dependería de la fuente de los factores de emisión utilizados.

EJEMPLO 2

Datos de la instalación:

- **Producción:** 30.000 t
- **Materia prima:** 35.000 t (15% carbonato cálcico, siendo el resto de carbonatos despreciable)
- **Horno Hoffmann** que usa como combustible coque de petróleo y orujillo.
- **Consumo de coque:** 1.000 t.
- **Consumo de orujillo:** 250 t en el horno y 350 t en el secadero.
- **Molienda vía húmeda.**
- **Secado utilizando como combustible adicional orujillo.**

CÁLCULO DE EMISIONES:

En este caso, los factores de emisión se obtienen ponderando los factores de emisión correspondientes a cada tipo de combustibles con las fracciones másicas. En el caso de no tener factores de emisión para el coque de petróleo se usarán los factores de emisión correspondientes a la utilización de carbón como combustible.

En primer lugar es necesario obtener la proporción energética de cada combustible, para ello se emplea el poder calorífico de cada uno de los combustibles (ver Tabla 23). En general, si se dispone de dos combustibles A y B la proporción de cada uno de ellos se obtiene aplicando las Ecuaciones 1 y 2.

Por tanto, aplicando las fórmulas anteriores a los datos del Ejemplo 2 se tiene:



$$\text{Proporción coque} = \frac{1.000.000 \text{ kg coque} \cdot 32,5 \text{ MJ/ kg}}{1.000.000 \text{ kg coque} \cdot 32,5 \text{ MJ/kg} + 250.000 \text{ kg orujillo} \cdot 17,2 \text{ MJ/kg}} = 0,88$$

$$\text{Proporción orujillo} = 1 - 0,88 = 0,12$$

Monóxido de Carbono (CO)

Utilizando los factores de emisión propuestos en la Tabla 5 se tiene:

Horno. El F.E. a emplear se determina teniendo en cuenta las proporciones energéticas de los combustibles, es decir, el 88% corresponde a coque de petróleo y el 12% orujillo. Para el coque de petróleo se emplean los F.E. de carbón y para el orujillo los de biomasa. Como no se disponen de factores específicos para horno Hoffmann que emplea biomasa, se han usado los correspondientes a horno túnel que utiliza biomasa. Todo esto debería indicarse en el formulario de notificación.

$$(1,195 \times 0,88) + (0,8 \times 0,12) = 1,1476 \text{ kg/ t prod.}$$

Las emisiones de CO correspondientes al horno son:

$$1,1476 \text{ kg/ t prod.} \times 30.000 \text{ t prod.} = 34.428 \text{ kg/año}$$

Secadero. Las emisiones asociadas al secadero se determinan empleando los factores de emisión expresados por kg de combustible de la Tabla 5:

$$9,8 \text{ kg/t orujillo} \times 350 \text{ t orujillo} = 3.430 \text{ kg/año}$$

El resultado total se obtiene sumando las emisiones correspondientes al horno y al secadero y expresando el resultado con tres dígitos significativos: **37.900 kg/año**

Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

Utilizando los F.E. propuestos en la Tabla 6 y de la misma forma que para el CO se tiene:

Horno.

$$\text{Factor de emisión} = (1,175 \times 0,88 + 0,185 \times 0,12) = 1,056 \text{ kg/t prod.}$$

Aplicando el factor obtenido a la producción de la instalación se tiene:

$$1,056 \text{ kg/t prod.} \times 30.000 \text{ t prod.} = 31.680 \text{ kg NO}_x$$

Secadero.

$$3,44 \text{ kg/ t orujillo} \times 350 \text{ t orujillo} = 1.204 \text{ kg NO}_x$$

El resultado total se obtiene como la suma de las emisiones correspondientes al secadero y de las emisiones correspondientes al horno y expresando el resultado con tres dígitos significativos: **32.900 kg NO_x/año**

Óxidos de Azufre (SO_x)

A partir de los datos de la Tabla 7, y actuando de la misma manera que anteriormente:



Horno.

Factor de emisión = $(6,065 \times 0,88 + 0,335 \times 0,12) = 5,377$ kg/t prod.

Aplicando el factor obtenido a la producción:

$5,377$ kg/ t prod. x 30.000 t prod. = 161.310 kg SO_x

Secadero.

$1,70$ kg/t orujillo x 350 t orujillo = 595 kg SO_x

La suma de ambos resultados es 161.905 , y expresando este dato con tres dígitos significativos se tiene **162.000 kg/año**

PM₁₀

A partir de los factores de la Tabla 8:

Molienda.

$0,00115$ x $35.000 = 40,25$ kg/año

Horno.

Factor de emisión = $(0,7 \times 0,88 + 0,425 \times 0,12) = 0,667$ kg/t prod.

Aplicando el factor a la producción de la instalación:

$0,667$ kg/ t prod. x 30.000 t prod. = 20.010 kg/año

Secadero.

$2,8$ kg/ t orujillo x 350 t orujillo = 980 kg/año

Total: $40,25 + 20.010 + 980 = 21.000$ kg PM_{10} /año

Metales

Horno. A partir de los factores en las tablas existentes entre las Tablas 9 y 17, ponderando los factores con la proporción energética de cada combustible y expresando los resultados con tres cifras significativas se tienen las emisiones correspondientes al horno de cocción:

As y Cu: $(6,5 * 10^{-5} \times 0,88 + 1,55 * 10^{-5} \times 0,12)$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **1,77 kg/año**

Cd y Zn: $7,5 * 10^{-6}$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **0,225 kg/año**

Cr: $2,55 * 10^{-5}$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **0,765 kg/año**

Hg: $(4,8 * 10^{-5} \times 0,88 + 3,75 * 10^{-6} \times 0,12)$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **1,28 kg/año**

Ni: $3,6 * 10^{-5}$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **1,08 kg/año**

Pb: $7,5 * 10^{-5}$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **2,25 kg/año**

Sb: $1,35 * 10^{-5}$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **0,405 kg/año**

Co: $1,05 * 10^{-6}$ kg/t prod. x 30.000 t prod. = **0,0315 kg/año**



Mn: $1,45 * 10^4 \text{ kg/t prod.} \times 30.000 \text{ t prod.} = \mathbf{4,35 \text{ kg/año}}$

Secadero. A partir de los factores incluidos en la Tabla 18, y expresando los resultados con tres cifras significativas se tienen las emisiones correspondientes al secadero.

As: $0,0000327 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,001145 \text{ kg/año}}$

Cd: $0,000224 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,0784 \text{ kg/año}}$

Cr: $0,000396 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,1386 \text{ kg/año}}$

Cu: $0,000103 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,03605 \text{ kg/año}}$

Hg: $0,00000963 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,0033705 \text{ kg/año}}$

Ni: $0,0000344 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,01204 \text{ kg/año}}$

Pb: $0,000464 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,1624 \text{ kg/año}}$

Zn: $0,00881 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{3,0835 \text{ kg/año}}$

Sb: $0,0000585 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,0205 \text{ kg/año}}$

Co: $0,0000482 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,0169 \text{ kg/año}}$

Mn: $0,0119 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{4,17 \text{ kg/año}}$

V: $0,0000072 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = \mathbf{0,00252 \text{ kg/año}}$

Sumando los términos anteriores, y expresando los resultados con tres cifras significativas, las emisiones totales de los metales son:

As: $1,77 + 0,001145 = \mathbf{1,77 \text{ kg/año}}$

Cd: $0,225 + 0,0784 = \mathbf{0,303 \text{ kg/año}}$

Cr: $0,765 + 0,1386 = \mathbf{0,904 \text{ kg/año}}$

Cu: $1,77 + 0,03605 = \mathbf{1,81 \text{ kg/año}}$

Hg: $1,28 + 0,0033705 = \mathbf{1,28 \text{ kg/año}}$

Ni: $1,08 + 0,01204 = \mathbf{1,09 \text{ kg/año}}$

Pb: $2,25 + 0,1624 = \mathbf{2,41 \text{ kg/año}}$

Zn: $0,225 + 3,0835 = \mathbf{3,31 \text{ kg/año}}$

Sb: $0,405 + 0,0205 = \mathbf{0,426 \text{ kg/año}}$

Co: $0,0315 + 0,0169 = \mathbf{0,0484 \text{ kg/año}}$

Mn: $4,35 + 4,17 = \mathbf{8,52 \text{ kg/año}}$

V: $\mathbf{0,00252 \text{ kg/año}}$

Dióxido de Carbono (CO₂)

Las emisiones de CO₂ se determinan según el Reglamento 2018/2066 y su modificación posterior.



1. En primer lugar se determinan las emisiones asociadas al consumo de combustible empleando los datos de la Tabla 23 y la Ecuación 3. Se tiene:

$$1.000.000 \text{ kg coque} \times 32,5 \text{ MJ/kg} \times 0,0983 \text{ kg/MJ} = 3.194.750 \text{ kg CO}_2$$

$$(250.000+350.000) \text{ kg orujillo} \times 17,2 \text{ MJ/kg} \times 0,096 \text{ kg/MJ} \times 0,99 = 990.720 \text{ kg CO}_2$$

2. En segundo lugar se determinan las emisiones asociadas a la descomposición de los carbonatos presentes en la materia prima. Para ello es necesario conocer la composición de la arcilla materia prima empleada (15% de CaCO₃ en este caso) y los factores de emisión estequiométricos que se incluyen en la Tabla 25. Empleando la Ecuación 5 se tiene:

$$35.000.000 \text{ kg arcilla} \times 0,15 \text{ kg CaCO}_3/\text{kg arcilla} \times 0,440 = 2.310.000 \text{ kg CO}_2$$

3. Sumando los resultados obtenidos en el punto 1 y 2 y expresando el resultado con tres dígitos significativos se tiene: **6.500.000 kg CO₂**.

Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano (COVDM)

A partir de los datos de la Tabla 19:

Horno.

$$0,012 \text{ kg/ t prod.} \times 30.000 \text{ t prod.} = 360 \text{ kg/año}$$

Secadero.

$$5,16 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = 1.806 \text{ kg/año}$$

El resultado expresado con tres dígitos significativos: **2.170 kg COVDM/año**

Benceno

A partir de los datos de la Tabla 20, y actuando de la misma manera que anteriormente:

Horno.

$$\text{Factor de emisión} = (0,000145 \times 0,88 + 0,00026 \times 0,12) = 0,0001588 \text{ kg/t prod.}$$

Aplicando el factor obtenido a la producción:

$$0,0001588 \text{ kg/ t prod.} \times 30.000 \text{ t prod.} = 4,764 \text{ kg/año}$$

Secadero.

$$0,0311 \text{ kg/t orujillo} \times 350 \text{ t orujillo} = 10,885 \text{ kg/año}$$

La suma de ambos resultados es 15,649 kg/año, y expresando este dato con tres dígitos significativos se tiene **15,6 kg/año**

Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HAP)

Empleando los factores de la Tabla 21:

$$0,000602 \text{ kg/t comb.} \times 350 \text{ t comb.} = 0,2107 \text{ kg/año}$$

0,211 kg/año (Resultado expresado con tres cifras significativas)



COT (Carbono Orgánico Total)

A partir de los datos de la Tabla 22, y actuando de la misma manera que anteriormente:

Horno.

0,031 kg/ t prod. x 30.000 t prod. = 930 kg/año

Secadero.

0,289 kg/t orujillo x 350 t orujillo = 101,15 kg/año

La suma de ambos resultados es 1.031,15, y expresando este dato con tres dígitos significativos se tiene **1.030 kg/año**

En los casos en los que se utilizan factores de emisión procedentes de diversas fuentes, se indica la abreviatura correspondiente a la mayor parte de la emisión.

Tabla A2- 2. Ejemplo 2 de notificación de emisiones mediante factores de emisión

Nº PRTR	Contaminante	Tabla a consultar	Emisiones (kg/ año)	Con tres cifras significativas	Mét.	Abrev.	Fuente
2	Monóxido de Carbono (CO)	Tabla 5	37.858	37.900	C	SSC	CORINAIR
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	Reglamento 601/2012	6.495.470	6.500.000	C	PER	Reglamento 601/2012
7	Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano (COVDM)	Tabla 19	2.166	2.170	C	SSC	CORINAIR
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	Tabla 6	32.884	32.900	C	NRB	D. 503/04
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	Tabla 7	161.905	162.000	C	NRB	D. 503/04
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	Tablas 9 y 18	1,771	1,77	C	OTH	EPA
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	Tablas 10 y 18	0,3034	0,303	C	OTH	EPA
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	Tablas 11 y 18	0,9036	0,904	C	OTH	EPA
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	Tablas 9 y 18	1,806	1,81	C	OTH	EPA
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	Tablas 12 y 18	1,283	1,28	C	OTH	EPA
22	Níquel y sus compuestos	Tablas 13 y	1,092	1,09	C	OTH	EPA



Nº PRTR	Contaminante	Tabla a consultar	Emisiones (kg/ año)	Con tres cifras significativas	Mét.	Abrev.	Fuente
	tos (como Ni)	18					
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	Tablas 14 y 18	2,412	2,41	C	OTH	EPA
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	Tablas 10 y 18	3,3085	3,31	C	SSC	CORINAIR
62	Benceno	Tabla 20	15,649	15,6	C	OTH	EPA
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	Tabla 21	0,2107	0,211	C	SSC	CORINAIR
76	COT	Tabla 22	1.031,15	1.030	C	OTH	EPA
86	PM ₁₀	Tabla 8	21.030,25	21.000	C	OTH	EPA
94	Antimonio	Tablas 15 y 18	0,4255	0,426	C	OTH	EPA
95	Cobalto	Tablas 16 y 18	0,0484	0,0484	C	OTH	EPA
96	Manganeso	Tablas 17 y 18	8,52	8,52	C	OTH	EPA
97	Vanadio	Tabla 18	0,00252	0,00252	C	OTH	EPA

* En el caso de que la instalación no estuviera afectada por el anexo I de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, la abreviatura a utilizar dependería de la fuente de los factores de emisión utilizados.