

# RECUPERACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA CEMENTERA

Información Técnica



Fundación Laboral del Cemento  
y el Medio Ambiente



## Índice

1. ¿Qué es la Recuperación Energética en cementera?	3
2. ¿Por qué los expertos y gobiernos europeos apoyan la Recuperación Energética en cementera?	4
3. ¿Qué residuos se están empleando en las fábricas de cemento de Europa?	6
4. ¿Cuáles son las garantías del proceso de combustión de residuos en el horno de cemento?	10
5. ¿Por qué una cementera no es lo mismo que una incineradora?	13
6. ¿Cuáles son los estudios científicos que demuestran que la Recuperación de Residuos en cementeras es una actividad segura?	15
7. ¿Cómo contribuye la Recuperación Energética a la prevención del cambio climático?	19



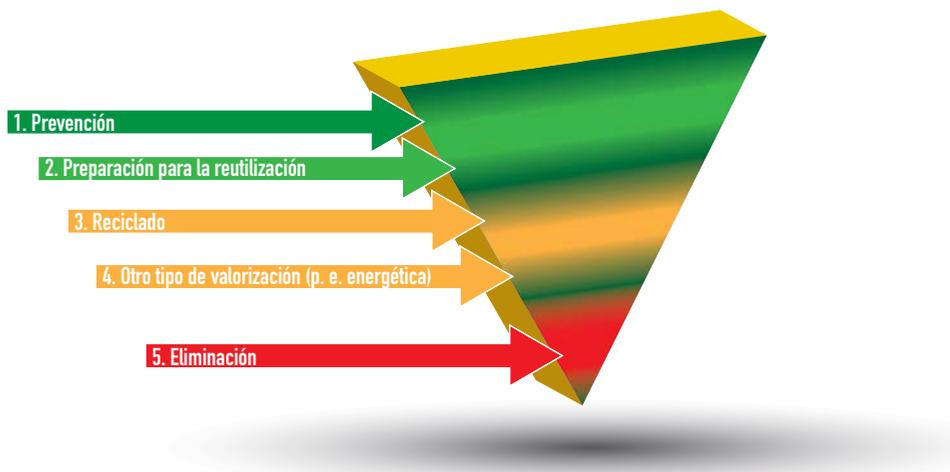
# 1 ¿Qué es la Recuperación Energética en cementera?

La recuperación o valorización energética en cementera consiste en sustituir una parte de los combustibles fósiles empleados tradicionalmente por el sector (productos petrolíferos fundamentalmente), por combustibles obtenidos a partir de residuos. Es una operación con todas las garantías para el medio ambiente y la salud, que cuenta con más de 40 años de experiencia en los países más avanzados en Europa en cuanto a protección ambiental. La Fundación CEMA pone a disposición del público la información que se presenta en este documento<sup>1</sup>.

La Unión Europea ha establecido las prioridades para el tratamiento de residuos que todos los

Estados deben promover: prevención, preparación para la reutilización, reciclado, otro tipo de valorización (p.e. energética) y eliminación.

El uso de combustibles alternativos en cementera se puede denominar de muchos modos: desde el punto de vista legal<sup>2</sup> se denomina “valorización energética” (término de la Ley española). Desde el punto de vista técnico, una instalación cementera que usa combustibles alternativos no es una incineradora. La legislación europea y española distinguen entre “instalación de incineración” e “instalación de co-incineración”<sup>3</sup>, que es el caso de una fábrica de cemento.



<sup>1</sup> Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente. [www.fundacioncema.org](http://www.fundacioncema.org), [www.recuperaresiduosencementeras.org](http://www.recuperaresiduosencementeras.org)

<sup>2</sup> Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos. Ley 22/2011 de residuos

<sup>3</sup> Directiva 2010/75/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre emisiones industriales.

## 2 ¿Por qué los expertos y gobiernos europeos apoyan la Recuperación Energética en cementera?

Hay muchos ejemplos de apoyo institucional y de expertos a la valorización de residuos en cementera:

- La **Comisión Europea**, en su Comunicación sobre “Uso eficiente de los recursos naturales”, afirma que la utilización más eficiente de los recursos ayudará a Europa a alcanzar muchos de los objetivos ya fijados en distintas áreas para el crecimiento y el empleo, y será un elemento clave para avanzar en la lucha contra el cambio climático. La Comisión Europea destaca entre las mejores prácticas de eficiencia el uso de residuos como combustible en las cementeras, pues reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, los costes energéticos y da una solución ambientalmente correcta a los residuos<sup>4</sup>.
- El documento de referencia sobre “Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de fabricación de cemento, cal, y óxido de magnesio”<sup>5</sup>, publicado por la **Comisión Europea** para orientar a la Administración en el contenido de Autorizaciones Ambientales Integradas, respalda el uso de residuos como combustibles alternativos en la industria del cemento. Este documento cita que las características especiales de los hornos de cemento les permiten reciclar y valorizar residuos, sin generar un riesgo para el medio ambiente o la salud de las personas, ni un detrimento en la calidad del cemento.
- El **Gobierno de España** aprobó en noviembre de 2011 el Plan de Energías Renovables 2011/2020. El plan recoge entre sus medidas el impulso al mercado de combustibles fabricados a partir de los residuos, y disminuir la cantidad de residuos con contenido energético destinados a vertederos. Se detalla el uso de CDR (Combustibles Derivados de Residuos) en hornos industriales, entre ellos los cementeros. Se prevé gran avance en el uso de esta fuente de energía renovable<sup>6</sup>. Además el documento incluye como propuesta normativa el fomento de la valorización energética en el marco de la política de gestión de residuos.
- El **Congreso de los Diputados** aprobó en 2011 la Ley de residuos y suelos contaminados, en la que se establece la prioridad de la valorización energética frente al vertido de residuos, tal y como se ha marcado desde la Unión Europea.

<sup>4</sup> <http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe>. Apartado Key Documents, “Some examples...”

<sup>5</sup> BREF Cement, lime and magnesium industries, aprobado DOUE, 25 de junio de 2010, disponible en [www.eippcb.jrc.es](http://www.eippcb.jrc.es). pag 19

<sup>6</sup> Plan de Acción de Energías Renovables 2011-2020. [www.idae.es](http://www.idae.es) (<http://www.idae.es//index.php/mod.pags/mem.detalle/idpag.520/recategoria.1021/re/menu.169>)

## La Unión Europea, la Administración, instituciones de prestigio y expertos apoyan la Valorización Energética en cementeras

- Diferentes **Comunidades Autónomas** de distintos signos políticos han incluido la valorización en cementera en sus planes de gestión de residuos. De las 35 fábricas integrales de cemento operando en España, 31 disponen de autorización para emplear algún tipo de combustible alternativo, como biomasa vegetal, lodos secos de depuradora, neumáticos fuera de uso, fracciones no reciclables obtenidas de los RSU, residuos industriales, etc.
- Dentro de la estrategia del **Gobierno de España** para luchar contra el cambio climático, las industrias tienen que participar en el Sistema Europeo de Comercio de Emisiones. El Plan Nacional de Asignación de derechos de CO<sub>2</sub>, publicado por el Gobierno en 2006<sup>7</sup>, preveía acercar al 20% de uso de combustibles alternativos renovables en cementeras en España en 2012. En la UE los combustibles alternativos suponen un 30,5% de la energía consumida (2010), pasando del 50% en muchos estados, y llegando al 80% -100% en algunas plantas.
- En general, tanto la **Administración General del Estado** como las **CC.AA.** reconocen el uso de residuos procedentes de biomasa y combustibles alternativos como una herramienta segura y necesaria de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero del sector.
- **Agencias Ambientales Internacionales** han evaluado el potencial de estos ahorros, siendo destacable el ahorro potencial en Europa de 200 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> si los residuos municipales se aprovecharan al máximo combinando reciclado y valorización energética<sup>8</sup>.
- La X edición del Congreso Nacional de Medio Ambiente, CONAMA, celebrada en 2010, contó con una mesa de trabajo sobre "Valorización energética de residuos", en la que participaron expertos del **Partido Verde alemán** que apoyan la valorización energética en condiciones técnicas adecuadas, en detrimento del vertido<sup>9</sup>.
- Esta actividad se ha impulsado en colaboración estrecha con los **trabajadores** del sector, materializada en el "Acuerdo para la Valorización Energética en la

<sup>7</sup> Real Decreto 1270/2006 PNA 2008-2012. 6.A.e. Cemento.

<sup>8</sup> Agencia Federal Alemana de Medio Ambiente "Climate Protection Potential in the waste Management sector", 2010,

<sup>9</sup> <http://www.conama10.es/web/generico.php?idpaginas=&lang=es&menu=130&op=view&id=1000000109>

Industria Española del Cemento”. Este Acuerdo, firmado en el año 2004 entre la patronal cementera, OFICEMEN y los dos sindicatos mayoritarios del sector, MCA-UGT y FECOMA-CCOO, tiene como objetivo avanzar de manera conjunta en el desarrollo sostenible en el sector cementero español, y ha sido renovado en 2010.

- Recientemente varios **tribunales** han ratificado el uso lícito y seguro de combustibles alternativos en fábricas de cemento. Como ejemplo, la sentencia sobre la fábrica de Buñol en 2010, en la que tras el recurso presentado por algunos colecti-

vos la justicia ha determinado que “...se trata de meras alegaciones genéricas... carentes de toda fundamentación jurídica y basadas en circunstancias fácticas... que no vienen sustentadas por ninguna prueba técnica que las corrobore”. Esta sentencia se suma a las del 2009(TSJ Castilla La Mancha y TSJ de Cantabria) y otra reciente de 2011 (TSJ CV).

Además de este consenso en las instituciones, existe hoy una mayor información ciudadana gracias a una política de transparencia y comunicación, como ejemplo, jornadas de difusión de la Fundación CEMA<sup>10</sup>.

### 3 ¿Qué residuos se están empleando en las fábricas de cemento de Europa?

Los residuos se reciclan cada vez más, pero es imposible reciclar la totalidad. Como ejemplo, el Gráfico 1 muestra el porcentaje de residuos domésticos destinados a los vertederos en diversos países de la UE en 2010.

Se observan también en el Gráfico 2 los países con mayores tasas de reciclado.

En el año 2009, el Instituto Nacional de Estadística estima que en España se enviaron a vertederos unos 59 millones de toneladas de residuos, muchos de ellos, con un contenido importante de energía.

La industria cementera puede evitar que residuos no reciclables acaben en vertederos generando serios impactos al medio ambiente. La utilización de residuos como combustible alternativo se realiza respondiendo a las siguientes condiciones:

- Respetar la legislación medioambiental vigente.
- Mantener la seguridad de los trabajadores y de las personas en el entorno de la fábrica.
- Mantener la calidad exigida al cemento, la operación de la instalación y su comportamiento ambiental.

<sup>10</sup> [www.fundacioncema.org](http://www.fundacioncema.org). Apartado Jornadas.

“ Los países líderes en reciclado de residuos también son líderes en recuperación energética de residuos en cementeras ”

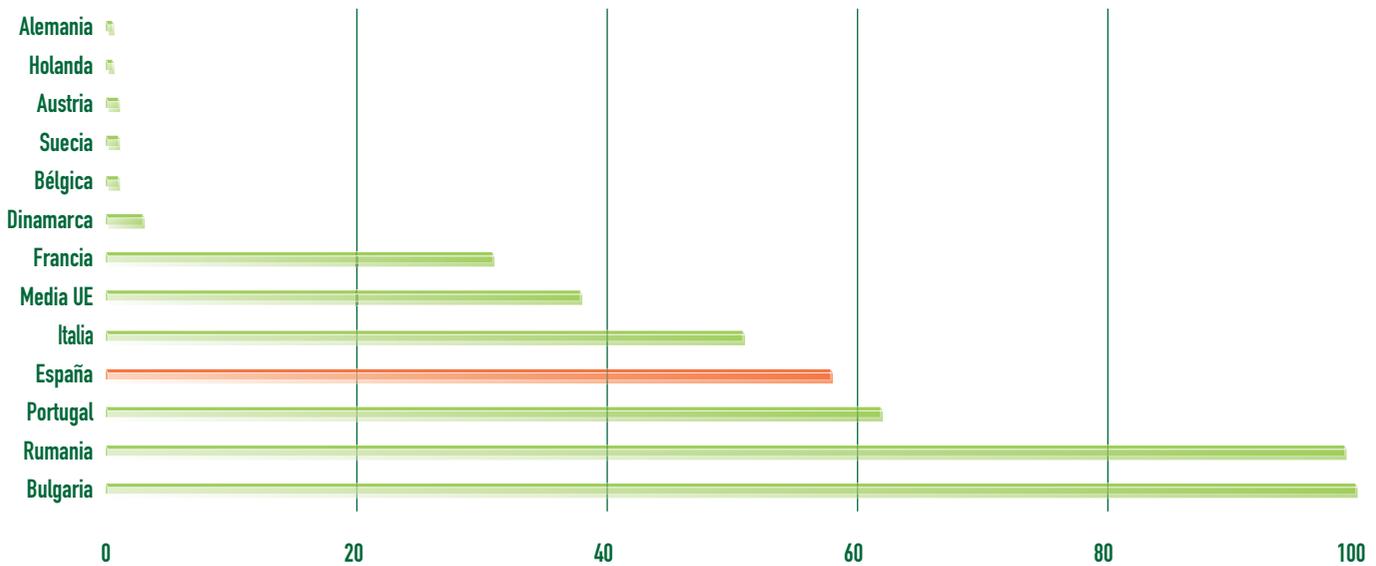


Gráfico 1: Porcentaje de residuos domésticos destinados a los vertederos en 2010. Fuente: Eurostat

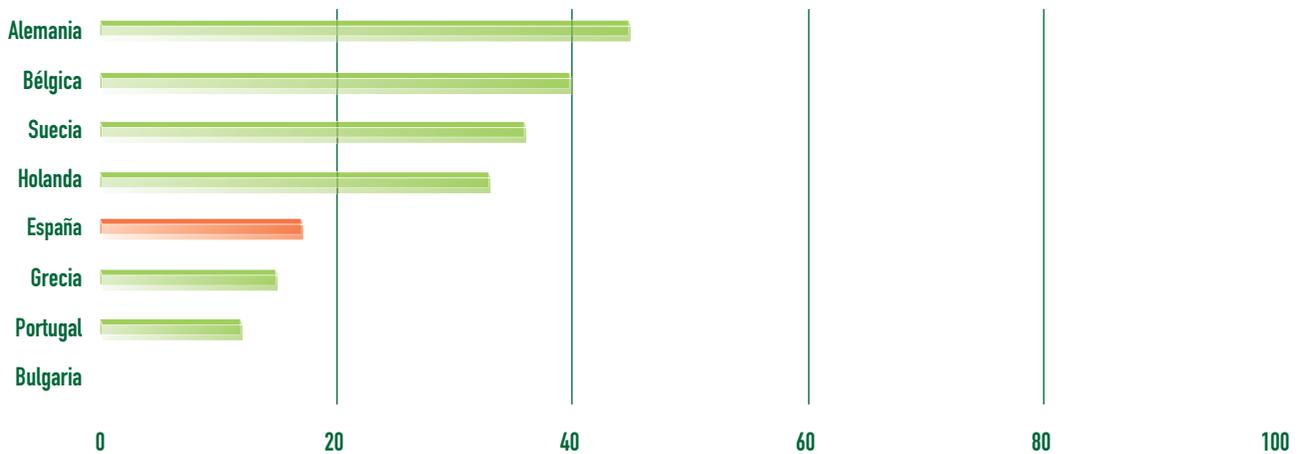


Gráfico 2: Tasas de reciclado en 2010. Fuente: Eurostat

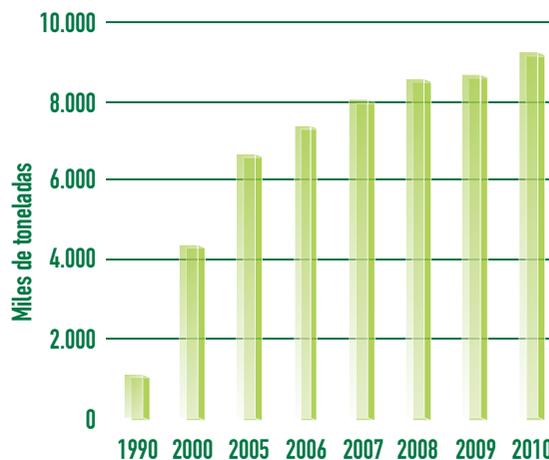
Los diferentes tipos de residuos empleados en las cementeras de la Unión Europea como combustible alternativo se pueden observar en la Tabla 1, mientras que la evolución de la cantidad total se puede apreciar en el Gráfico 3.

Distribución combustibles alternativos empleados en 2007 en la UE	Miles de toneladas
Madera, papel y cartón	320
Textiles	43
Plásticos	750
Combustible derivado de residuos	1.738
Neumáticos, gomas	963
Lodos industriales	369
Lodos de depuradoras municipales	327
Harinas y grasas animales	1.047
Residuos carbonosos	96
Residuos agrícolas	30
Serrín impregnado y otros	404
Disolventes y similares	533
Aceites y similares	377
Otros	370

**Tabla 1: Consumo de combustibles alternativos en la UE**

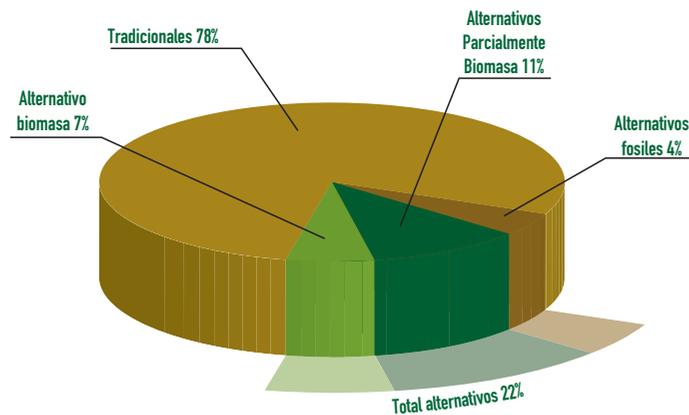
Fuente: Cembureau miembros UE27

En España, la sustitución de combustibles fósiles por residuos va aumentando cada año, aunque resulta todavía escasa en comparación con otros países de nuestro entorno donde llevan décadas orientados a prevenir el vertido y aprovechar la capacidad de tratamiento de las fábricas de cemento. En el Gráfico 4, correspondiente al año 2011, se puede observar el aporte calorífico de las cementeras de nuestro país en función del combustible utilizado.



**Gráfico 3: Evolución 1990-2010 del volumen de residuos empleado como combustible en las cementeras de la UE**

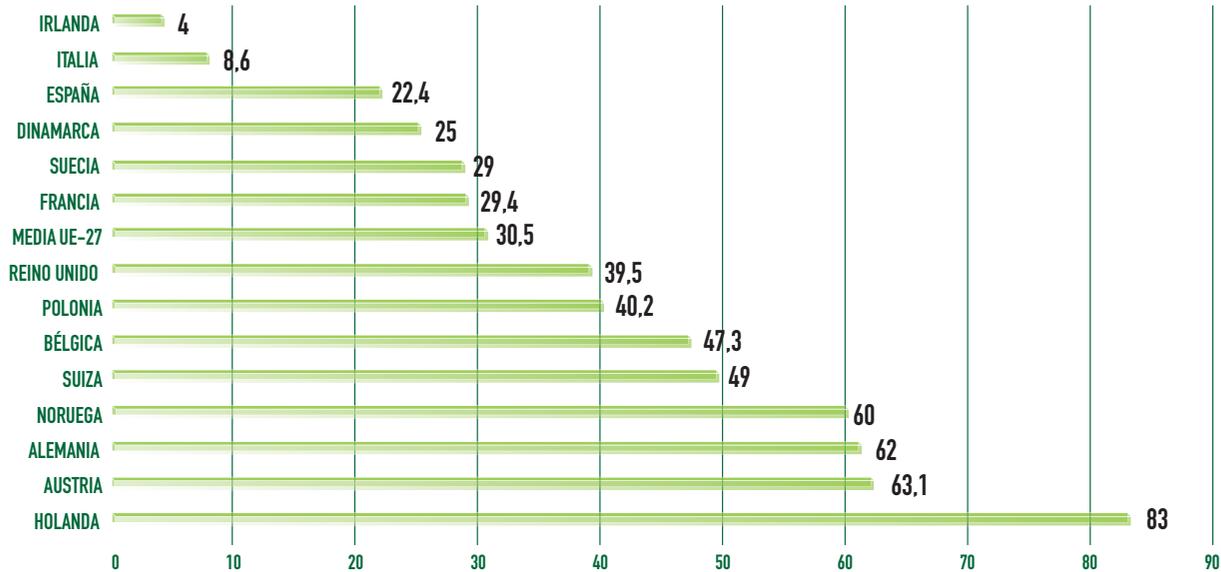
Fuente: Cement Sustainability Initiative-WBCSD UE27



**Gráfico 4: Tipos de combustibles en cementeras en España 2011 (aporte calorífico).** Fuente: Oficemen

<sup>11</sup> www.wbcscd.com

## RECUPERACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA CEMENTERA



**Gráfico 5: Grado de sustitución de combustibles fósiles por alternativos en la industria cementera de algunos estados europeos**

Fuente: Datos del WBCSD y Cembureau de 2010, salvo Irlanda y Suecia de años anteriores y España con datos de 2011.

De la energía empleada en los hornos de cemento en España, el 22,4% procede de combustibles alternativos obtenidos de distintos residuos. Como puede verse en el Gráfico 5, distintos países de Europa han potenciado esta manera de recuperación de energía. Son precisamente aquellos países con los mayores estándares de protección ambiental y con las

sociedades más concienciadas donde este porcentaje de sustitución es más elevado (Holanda, Suiza, Austria, Alemania,...).

Resulta paradigmático el caso de Alemania, puesto que durante el gobierno en coalición del partido socialista con el partido verde, se incrementó de manera notable la valorización



**Gráfico 6: Evolución del uso de combustibles alternativos en la industria cementera alemana.** Fuente: VDZ

de residuos en plantas cementeras, asociado a un plan de cierre de vertederos (en Alemania, y según Eurostat, sólo un 1% de sus residuos van a vertedero, frente al 60% de nuestro país).

Para ver con más detalle los residuos autorizados y empleados en las fábricas españolas, se puede consultar el estudio elaborado por el Instituto Cerdá "Reciclado y Valorización de Residuos en la Industria Cementera en España"<sup>12</sup>.

### 4 ¿Cuáles son las garantías del proceso de combustión de residuos en el horno de cemento?

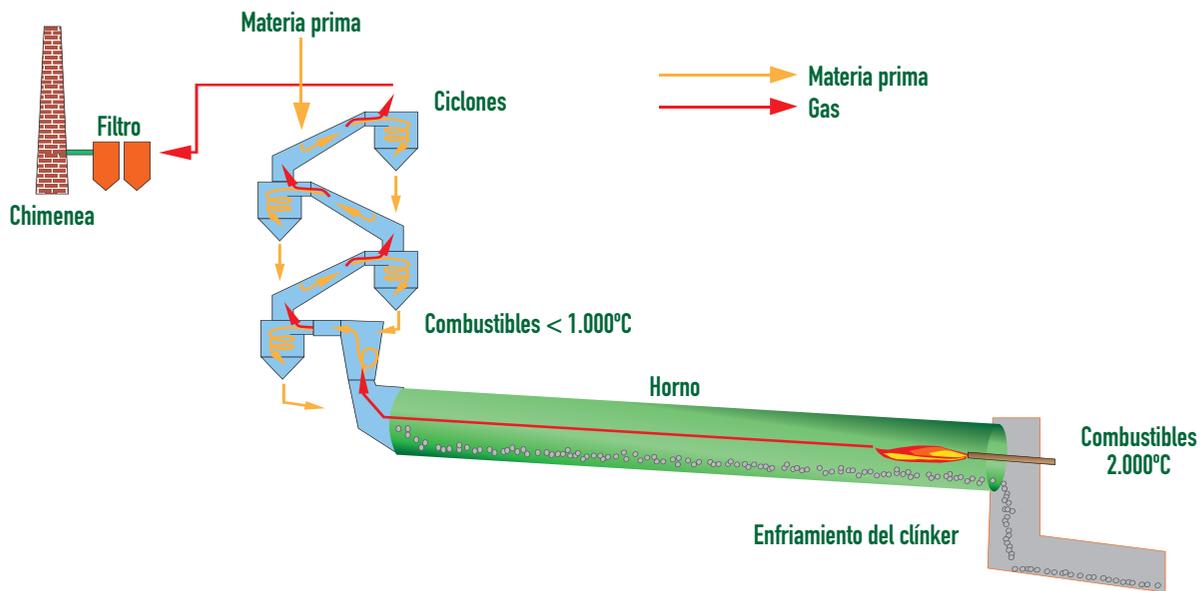
Para obtener el clínker (así se llama al cemento antes de moler) es necesario calentar las materias primas minerales (caliza y arcillas) en grandes hornos rotatorios hasta su fusión parcial, a 1.450°C. El calor necesario para ello se obtiene de la combustión en una gran llama principal y a veces en una secundaria. Este proceso requiere una gran cantidad de combustibles y aporta la posibilidad de valorizar ciertos residuos orgánicos utilizándolos como combustibles alternativos en sustitución de los tradicionales.

Para llegar al horno, el mineral molido finamente va cayendo a través de la torre de ciclones. Mientras, los gases de combustión circulan en sentido contrario, por lo que este contacto directo entre gases y material proporciona una limpieza de los mismos, neutralizando los gases ácidos, y arrastrando otros contaminantes como metales hacia la parte baja del horno, donde se solidifican con el clínker.

Así, las **garantías técnicas** del proceso de combustión de residuos en el horno de cemento son:

- **Los compuestos orgánicos de los residuos quedan destruidos, desapareciendo su peligrosidad.** La combustión de residuos en el horno clínker destruye de manera completa la materia orgánica contenida en los mismos gracias a tres factores, que son:
  - **Altas temperaturas:** 2.000° C en el quemador principal y 1.000° C en el quemador secundario (precalcinador).
  - **Largo tiempo de residencia:** los gases permanecen a muy alta temperatura, entre 3 y 4 segundos por encima de 850° C en el precalcinador, y entre 5 y 6 segundos por encima de 1.800° en la llama principal. La legislación europea exige 2 segundos por encima de 850°C.
  - **Atmósfera oxidante:** la combustión se realiza con exceso de aire, por lo que toda la materia orgánica reacciona con el oxígeno formando CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.
- **Los gases se limpian a través de la materia prima entrante al horno.** El propio

<sup>12</sup>[www.fundacioncema.org](http://www.fundacioncema.org). Apartado proyectos y estudios



“ Cuando los gases del horno llegan a la atmósfera, no presentan una composición que conlleve mayor impacto sobre el medio ambiente que cuando se ha empleado un combustible tradicional ”

material mineral presente en el horno (mayoritariamente cal) y en los ciclones, constituye un potente sistema de filtrado de los gases de combustión. Posteriormente los gases son filtrados nuevamente en equipos de limpieza de gases (filtros).

- **No se producen cenizas volantes o residuos de la valorización.** En general, en la combustión de los residuos queda un resto mineral, denominado “cenizas”, pero en el horno de cemento estas cenizas

quedarán fundidas en el clínker, de forma permanente e inocua<sup>13</sup>. Las partículas emitidas por el horno de cemento no son cenizas volantes del combustible, como en otras instalaciones, sino que son partículas de la materia prima, arrastrada por los gases a su paso por los ciclones superiores, por los que está entrando el mineral.

Por todo ello cuando los gases del horno llegan a la atmósfera, no presentan una composición

<sup>13</sup> CSIC, 2003. “Empleo de combustibles alternativos en la fabricación del cemento. Efecto en las características y propiedades de los clínkeres y cementos”. Puertas et. al, Revista de Materiales de Construcción. 54, 2004.

# “ La Unión Europea es líder en legislación sobre protección medioambiental ”

que conlleve mayor impacto sobre el medio ambiente que cuando se ha empleado un combustible tradicional<sup>14</sup>.

Aparte de estas garantías técnicas, existen **garantías legales** en el proceso de valorización de residuos que se detallan a continuación.

En Europa, las operaciones de valorización de residuos se realizan bajo un riguroso control legal. Ya desde el año 2000 la directiva 2000/76/CE regula las condiciones que deben cumplir varias instalaciones industriales de tratamiento térmico de residuos, entre ellas los hornos de cemento, en cuanto a controles de funcionamiento y emisiones, comunes para toda Europa. Esta Directiva ha sido recientemente incorporada en la Directiva de Emisiones Industriales 2010/75/UE, y sus requisitos se basan en el objetivo de alcanzar “un grado elevado de protección del medio ambiente y la salud de las personas”, mediante el “establecimiento y mantenimiento de condiciones operativas y de requisitos técnicos rigurosos, así como de valores límites de

emisión para las instalaciones de incineración o co-incineración de residuos...”.

En este sentido conviene recordar que en muchos aspectos **la legislación de la Unión Europea es la más restrictiva del mundo**, y que una fábrica de cemento es una instalación sometida a exhaustivos controles ambientales. En la **Autorización Ambiental Integrada** concedida para las cementeras que usan residuos como combustible se incluyen:

- Los tipos de residuos que pueden tratarse y la cantidad autorizada.
- La capacidad total de tratamiento de residuos en la instalación.
- Los procedimientos de muestreo y medición, tanto en continuo como periódica, de las emisiones de contaminantes.
- Los límites de emisión, considerados como seguros para el entorno de acuerdo con el Real Decreto 652/2003 que recoge las normas europeas.

<sup>14</sup> Ver apartado de estudios científicos, especialmente de UNEP, CSIC, CIEMAT, Universidad de Alicante, Universidad Rovira i Virgili

## 5 ¿Por qué una cementera no es lo mismo que una incineradora?

Existen muchos aspectos que diferencian una planta cementera que use residuos como parte de sus combustibles de una incineradora. Las principales diferencias se centran en: efectividad de la combustión, limpieza de los gases por el material que se está fabricando, y estabilidad del proceso. Debido a estas diferencias, no se puede generalizar sobre los impactos que tendrá la combustión de residuos en una cementera equiparándolos a los de una incineradora, pues las emisiones de una cementera son diferentes de las de una incineradora, y no van a verse afectadas negativamente por el uso de residuos.

- **Efectividad de la combustión.** Las cementeras trabajan a temperaturas mucho mayores (1.000-2.000°C), para que el material alcance la temperatura de clinkerización (1.450°C). Los gases pasan más tiempo a altas temperaturas, con lo que la destrucción de los compuestos orgánicos del combustible es completa, incluso para los más persistentes. Esto se ha demostrado en investigaciones llevadas a cabo en el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas y recogidas por el Instituto Noruego de Investigación SINTEF, con miles de mediciones.
- **Limpieza de los gases por el material que se está fabricando.** Mientras que en una incineradora el 100% del material de entrada son residuos y combustibles, en una fábrica de cemento de cada 100 kilos que entran al proceso, 90 kilos son materias primas y sólo 10 son combustibles. En un ejemplo tipo, estaríamos hablando de entre 2 y 4 kilos de residuos. Es decir, por cada kilo de residuo en el horno de cemento habría entre 90 y 180 kilos de minerales (principalmente cal) finamente molidos en contacto directo con los gases de combustión. Esta cal, y el material que se está fabricando (clínker), son un sistema de limpieza en sí mismos. Ninguna instalación de incineración de residuos cuenta con este sistema de limpieza, inviable salvo que el objetivo de la instalación fuera producir cemento. Una planta cementera no genera escorias, ni cenizas, porque quedan fundidas, inertizadas en el clínker.
- **Estabilidad del proceso.** Los hornos cementeros son más grandes, en ellos puede haber hasta 100 toneladas de material mineral a más de 1.000°C; esto proporciona condiciones mucho más seguras ante cualquier oscilación del proceso, por la elevada inercia térmica que proporciona dicho material. La cementera, si no trabaja a altísimas temperaturas, no fabrica "cemento", cuya calidad se certifica antes de la venta. Por lo tanto, las garantías de la combustión que hemos descrito se mantienen siempre y el fabricante es el primer interesado.
- **Naturaleza de las emisiones.** Las emisiones de partículas del horno de cemento proceden de la materia prima entrante

**Las emisiones de una cementera técnicamente son diferentes de las de una incineradora y no se ven afectadas negativamente por el uso de residuos**

en el horno (caliza y otros minerales), que al entrar en los ciclones superiores de la torre son arrastradas por los gases de salida del horno. Estas partículas no son en ningún caso cenizas volantes del combustible, puesto que las cenizas no pueden atravesar los ciclones por los que está cayendo el mineral, y quedan solidificadas en el clínker. Otros tipos de emisiones como orgánicos y metales no aumentan por el uso de residuos en la cementera, como se ha explicado antes, y

así lo demuestran los estudios científicos del CSIC, CIEMAT, y varias Universidades.

Estas características específicas de los hornos de clínker evitan que la combustión de residuos genere ciertos impactos que pueden preocupar en otras instalaciones de combustión (como son las emisiones de compuestos orgánicos o metales pesados, o la generación de cenizas, escorias o aguas residuales) debido a contaminación que han podido generar en el pasado, cuando no existía la legislación actual.



Foto 1. Llama horno de clínker

## 6 ¿Cuáles son los estudios científicos que demuestran que la valorización en cementeras es una actividad segura?

El campo de investigación en materia de medio ambiente es muy amplio y ha protagonizado grandes avances en los últimos años. Los impactos de las distintas actividades humanas sobre el medio ambiente son diversos y los estudios se han ido especializando. Sobre el campo del tratamiento de residuos existe numerosa literatura, mucha de la cual no es aplicable a las cementeras. Es conocido que muchos estudios advierten de los riesgos de los vertederos de residuos, los vertidos a las aguas, o la combustión incontrolada de residuos, o a temperaturas insuficientes. Por eso en la Unión Europea, antes que en otras zonas del mundo, se sometió a una estricta normativa a las instalaciones de gestión de residuos para evitar los posibles impactos sobre el medio ambiente o la salud que se pudieran derivar de estas actividades.

Hoy, los legisladores, la industria, las administraciones, los trabajadores y los vecinos del entorno de las fábricas de cemento tienen a su disposición estudios científicos sobre emisiones y riesgos para la salud relacionados con la combustión de residuos en cementeras. Los estudios, de calidad reconocida y contrastable, son publicados por revistas científicas o por organismos oficiales.

Estos estudios confirman que no hay efectos negativos sobre las emisiones, ni por lo tanto riesgos para la salud o el medio ambiente, derivados del uso de estos combustibles en los hornos de cemento. A continuación se detallan algunos de estos estudios:

1. La declaración de la **Agencia de Protección de la Salud de Reino Unido**, basada en el dictamen del **Comité Consultivo sobre Efectos Médicos de Contaminantes para la Salud (COMEAP)**<sup>15</sup>, sobre que el uso de residuos como combustibles alternativos en fábricas de cemento “no presentan probabilidad de causar un incremento de riesgo para la salud”.
2. La **Agencia de Protección Ambiental Americana-EPA** ha publicado en su web<sup>16</sup> el estudio sobre emisiones de dioxinas durante la combustión de neumáticos en la industria cementera de EE.UU. Se constata que no se produce un incremento de las emisiones de dioxinas en los hornos que emplean neumáticos.
3. **Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas**. Los documentos y estudios

<sup>15</sup> Tras varios estudios, que incluían datos sobre emisiones, inmisiones y salud, el Comité Consultivo sobre Efectos Médicos de Contaminantes para la Salud concluyó en 2005 que los hornos de cemento que usan como sustituto de su combustible neumáticos fuera de uso o Combustibles Líquidos derivados de residuos “no presentan probabilidad de causar un incremento de riesgo para la salud”. Se puede consultar en : <http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/comeap/statementsreports/cement-kilns-statement.pdf>

<sup>16</sup> <http://www.epa.gov/epawaste/conservation/materials/tires/publications.htm#other>. 2008. Air Emission Data Summary for Portland Cement Pyroprocessing Operations Firing Tire-Derived Fuels (pdf).

realizados en el marco del **Convenio de Naciones Unidas sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes** (Convenio de Estocolmo), concluyen que el procesado de residuos como combustibles en cementeras no supone un incremento en las emisiones de contaminantes orgánicos persistentes, en concreto, de dioxinas y furanos<sup>17</sup>.

4. **Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas.** Los documentos aprobados en el marco del **Convenio de Basilea**<sup>18</sup> sostienen que el co-procesamiento en hornos de cemento es una tecnología eficiente y ambientalmente correcta, incluso para residuos persistentes y peligrosos.
5. La **Agencia Francesa de Medio Ambiente** realizó una comprobación de más de 60 mediciones previamente a decidir que en Francia las harinas animales se destinarían prioritariamente a los hornos de cemento como parte de la solución a la crisis de las vacas locas. Se realizaron 40 mediciones en hornos que usaban harinas animales, comparándolas con las mediciones de 22 hornos que sólo usaban combustible fósil. Del análisis de estas
6. El estudio del **Instituto Canadiense** experto en toxicología **CANTOX**, publicado en septiembre de 2006 concluyó que: "Las emisiones disponibles, las concentraciones a nivel del suelo y los datos de evaluación de salud no predicen impactos adversos para la salud del uso de combustibles alternativos en hornos de cemento"...
7. El **Instituto Noruego de Investigación SINTEF** ha llevado a cabo una recopilación y análisis de estudios de emisiones de hornos de cemento que abarcan más de 2.000 medidas de compuestos orgánicos persistentes en hornos de cementeras de los cinco continentes. Se muestra que la combustión de residuos en hornos de cemento no tiene un efecto significativo en la formación y emisión de dioxinas y furanos, y otros orgánicos persistentes (COPs)<sup>20</sup>.
8. Estudio realizado por el **CSIC** sobre emisiones de dioxinas furanos en tres hornos en España durante el uso de neumáticos usados y harinas animales, que concluye

más de 60 mediciones, no se observó un incremento en el nivel de emisión<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. "El co-procesamiento de las materias primas o los combustibles alternativos ingresados por el quemador principal o por el precalcinador o precalentador no influye ni cambia la emisión de PCDD/PCDF". [http://www.pops.int/documents/guidance/toolkit/sp/Toolkit\\_2005es.pdf](http://www.pops.int/documents/guidance/toolkit/sp/Toolkit_2005es.pdf). Se describe que con la tecnología habitual europea y las condiciones adecuadas (y recogidas por la normativa europea) las fábricas de cemento que emplean combustibles alternativos no tienen problema de emisiones.

<sup>18</sup> Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Convenio de Basilea sobre el control de movimientos transfronterizos de los desechos y su eliminación. <http://archive.basel-int/meeting/frsetmain.php>

<sup>19</sup> "Experiencia de la industria del cemento francesa en el uso de combustibles alternativos". Revista Cemento Hormigón, abril 2004.

<sup>20</sup> "Formation and release of COPs in the cement industry" SINTEF. Enero 2006. Karstensen, K.. "Formation, release and control of dioxins in cement kilns". Chemosphere 2007.

que. “Los resultados no suponen impacto añadido en el entorno”<sup>21</sup>.

9. Evaluación de las emisiones de dioxinas del sector cementero español, un trabajo realizado en el marco de un Convenio con el **Ministerio de Medio Ambiente** y el **Centro de Investigaciones Energéticas y Medioambientales-CIEMAT**<sup>22</sup>, en el que se concluye que:
  - “Los valores de emisión de dioxinas y furanos se encuentran muy por debajo de los límites de emisión exigidos por la legislación”.
  - “Las emisiones de dioxinas y furanos no se ven afectadas por las sustituciones de combustibles fósiles por residuos, presentando rangos de emisión dentro de los márgenes en que se encuentran las emisiones de un horno convencional.”
10. Estudios de la **Universidad de Alicante**: Estudio sobre valorización energética de lodos de depuradora y neumáticos fuera de uso en cementera. En dicho estudio se evaluaron las emisiones de gases ácidos, metales pesados, y compuestos orgánicos, incluyendo hidrocarburos aromáticos policíclicos, dioxinas. Posteriormente se analizó el uso de CDR (combustible derivado de residuos), de origen municipal, en distintos porcentajes, hasta un 60%. En estos estudios se comprobó que las emisiones de orgánicos y metales no se ven incrementadas, y se ajustan a la legislación europea y española. El estudio concluye que: “Los valores determinados de los diversos contaminantes no suponen un impacto añadido en el entorno de la fábrica estudiada, como consecuencia del empleo de combustibles derivados de residuos”<sup>23</sup>.
11. Estudios elaborados por la **Universidad Rovira i Virgili de Tarragona**. Uno de ellos ha evaluado el riesgo derivado del uso de lodos de depuradora como combustible alternativo en una fábrica concreta, analizando las posibles variaciones de las emisiones del horno en comparación con el uso de los combustibles fósiles habituales, concluyendo que no existe un incremento de riesgo (las emisiones medidas incluso eran ligeramente menores) y que el ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub> es equivalente a 144.000 toneladas al año<sup>24</sup>.

<sup>21</sup> “Polychlorinated dibenzo-p-dioxin/polychlorinated dibenzofuran releases to the atmosphere from the use of secondary fuels during clinker formation”. Abad et al.,... (IQAB-CSIC). Environmental Science and Technology 2004,38. (Resultados en castellano también en Revista Cemento Hormigón, extraordinario 2004, y en Ingeniería Química, enero 2004).

<sup>22</sup> “Global assesment of PCDD emissions from the spanish cement sector: effect of conventional/alternative fuels”. Organohalogen compounds. Fabrellas, Ruiz et al. Volumen 66 (2004). Resultados en castellano también en Revista Cemento Hormigón, marzo 2005.

<sup>23</sup> Juan A. Conesa, Lorena Rey, Silvia Egea and María D. Rey. Pollutant Formation and Emissions from Cement Kiln Stack Using a Solid Recovered Fuel from Municipal Solid Waste. Environmental Science & Technology. Resultados disponibles en [www.fundacioncema.org](http://www.fundacioncema.org), jornada Alicante 2010.

<sup>24</sup> Schuhmacher, M., Domingo, J.L., Nadal, M. “Cost-benefit analysis of using sewage sludge as alternative fuel in a cement plant: a case study”. Environ Sci Pollut Res (2009). Schuhmacher, M., Domingo, J.L., Nadal, M., Rovira, J., Mari, M. “Use of sewage sludge as secondary fuel in a cement plant: human health risks”. Environmental International, January 2011. (Resultados en castellano también en Revista Cemento Hormigón, julio 2009).

**Numerosos estudios demuestran que el uso de combustibles alternativos en hornos de cemento no afecta negativamente a las emisiones y por lo tanto no implica riesgos para la salud o el medio ambiente**

Estudios análogos se han llevado a cabo en otras fábricas de Cataluña, comparando datos de mediciones antes y después de alimentar CDR (combustibles derivados de residuos) de origen municipal<sup>25</sup>.

12. Estudio de **URS** sobre las emisiones de 4 plantas cementeras españolas y evaluación del riesgo potencial para la salud y el entorno. El estudio evalúa las emisiones de los contaminantes de las plantas (con diferentes combustibles), su deposición en el terreno, y su paso a la cadena alimentaria. Concluye que no hay riesgo para la salud de las personas que viven o trabajan en el entorno de las plantas, y que los factores de riesgo no son mayores por el uso de combustibles alternativos<sup>26</sup>.
13. El estudio de la **Universidad de Dalhousie, Canadá**, sobre "Evaluación del uso de neumáticos usados como combustible alternativo", concluye que el uso de

neumáticos como combustible alternativo no implica a priori riesgo ambiental ni de salud añadido, respecto al uso de combustibles tradicionales<sup>27</sup>.

14. Un resumen de estos estudios y sus conclusiones han sido presentados en el XI Congreso Español y II Iberoamericano de Salud Ambiental. En este congreso se presentaron varios de los trabajos científicos enumerados, en concreto los estudios sobre emisiones y sus posibles efectos sobre la salud en el entorno de las plantas cementeras llevados a cabo por la Universidad Rovira i Virgili y por URS España. La Fundación CEMA también realizó una comunicación en este congreso: "Valorización Energética de residuos en fábricas de cemento y Salud Ambiental". En ella se resumen las referencias oficiales y científicas al respecto, y está disponible en [www.recuperaresiduosencementeras.org](http://www.recuperaresiduosencementeras.org).

<sup>25</sup> Joaquim Rovira, Montse Mari, Martí Nadal, Marta Schuhmacher, José L. Domingo "Partial replacement of fossil fuel in a cement plant: Risk assessment for the population living in the neighborhood". Science of The Total Environment, 408. October 2010. Resultados disponibles en [www.fundacioncema.org](http://www.fundacioncema.org), jornada Alicante 2010.

<sup>26</sup> "Estudio sobre las emisiones y su posible efecto sobre el medio ambiente y la salud en el entorno de plantas cementeras." URS. 2010. [www.recuperaresiduosencementeras.org](http://www.recuperaresiduosencementeras.org)

<sup>27</sup> "Assessment of the use of tires as an alternative fuel". Dalhousie University, 2007 <http://www.gov.ns.ca/nse/waste/docs/TireUseAlternativeFuelAssessment.pdf>

## 7 ¿Cómo contribuye la Recuperación Energética a la prevención del cambio climático?

La valorización energética en hornos de cemento ofrece un alto potencial de reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

Estos residuos sustituyen a combustibles fósiles, evitando sus emisiones directas de CO<sub>2</sub> de origen fósil, y evitando también el consumo energético derivado de su obtención, transporte y molienda. Además, cuando se utilizan residuos con biomasa, las emisiones de CO<sub>2</sub> son neutras con respecto al clima, porque el CO<sub>2</sub> emitido por la combustión de la biomasa está en equilibrio con la cantidad de CO<sub>2</sub> que han fijado las plantas del aire en el proceso de fotosíntesis, por lo que

no se contabilizan a efectos de los compromisos estatales de contención de las emisiones.

Por otra parte, los residuos y subproductos no reciclables, de no ser valorizados energéticamente, se destinarían a vertederos o a incineradoras, y producirían emisiones de gases de efecto invernadero:

- En vertederos, la fermentación de la materia orgánica produce metano, un gas con un potencial de calentamiento 21 veces mayor que el del CO<sub>2</sub>. Los vertederos son causantes del 3% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

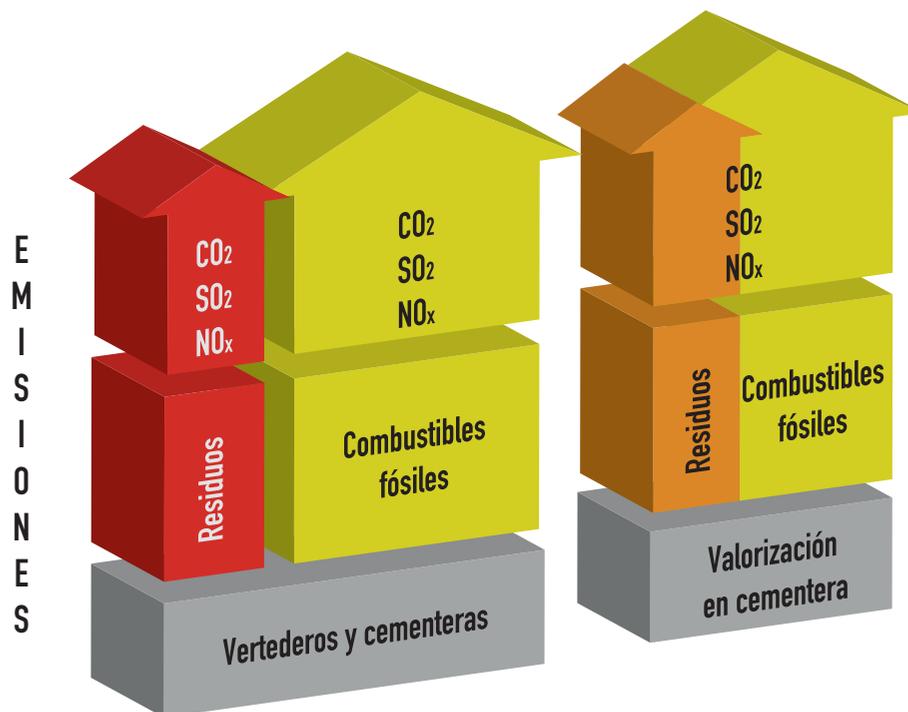


Gráfico 7: Ahorro de emisiones producido al valorizar en cementeras

### La valorización energética en hornos de cemento ofrece un alto potencial de reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero

- En cuanto a las incineradoras, los análisis de ciclo de vida muestran que el balance global de emisión de gases de efecto invernadero con respecto al aprovechamiento en cementeras es peor<sup>28 y 29</sup>.

Por todo esto diversos organismos han estudiado en detalle los balances de emisiones de estos procesos, siendo destacables los siguientes informes:

- La Agencia Federal Alemana para el Medio Ambiente ha elaborado un estudio sobre "Potencial de protección del clima en el sector de gestión de residuos", mostrando la capacidad del uso de combustibles derivados de residuos (como por ejemplo de origen municipal y otros) en cementeras, para colaborar en la lucha contra el cambio climático y disminuir la emisión de gases de efecto invernadero. En este estudio se concluye que la desaparición progresiva de los vertederos en Europa sería fundamental para la
- Naciones Unidas, en su informe "Residuos y Cambio climático: tendencias globales y estrategia marco"<sup>31</sup>, destaca que el sector de residuos está en una buena posición para recortar su contribución al cambio climático y convertirse incluso en un potencial ahorrador de emisiones.
- En España, en el año 2011, el sector cementero ahorró 752.642 toneladas de CO<sub>2</sub> por el uso de residuos en sustitución de combustibles fósiles tradicionales.

disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo hasta un ahorro del 32% de las emisiones en la Unión Europea en el año 2020<sup>30</sup>. Según el estudio, una combinación de reciclado y aprovechamiento energético de alta calidad de los residuos podría dar lugar a ahorros de emisiones de entre 150 y 200 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en la Unión Europea.

<sup>28</sup> Netherlands Organisation for applied Science Research (TNO). Resumen de Greenfacts. [www.coproprocessing.info](http://www.coproprocessing.info)

<sup>29</sup> "Comparación del efecto ambiental asociado al tratamiento de harinas animales en diversas instalaciones". Institut Cerdá. 2002. [www.recuperaresiduosencementeras.org](http://www.recuperaresiduosencementeras.org)

<sup>30</sup> "Climate Protection Potential in the Waste Management Sector. Examples: municipal waste and waste wood". UmweltBundesAmt. 2010. <http://www.uba.de/uba-info-medien-e/4049.html>

<sup>31</sup> UN Environmental Program. "Waste and Climate change: Global trends and Strategy Framework". 2010. <http://www.unep.org/jp/letc/Publications/spc/Waste&ClimateChange/Waste&ClimateChange.pdf>





Fundación Laboral del Cemento  
y el Medio Ambiente

C/ Fernández de la Hoz 70, 1ªA

28003 Madrid

Tel.: (+34) 91 451 81 18

[www.fundacioncema.org](http://www.fundacioncema.org)

[www.recuperaresiduosencementeras.org](http://www.recuperaresiduosencementeras.org)