



RECICLADO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA CEMENTERA EN ESPAÑA

Estudio realizado por el Instituto Cerdá

RECICLADO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA CEMENTERA EN ESPAÑA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
1 OBJETIVO DEL ESTUDIO	7
2 GENERACIÓN Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS EN ESPAÑA	8
3 ANÁLISIS DEL MARCO NORMATIVO COMUNITARIO, ESTATAL Y AUTONÓMICO EN RELACIÓN A LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN FÁBRICAS DE CEMENTO	13
3.1 Marco normativo comunitario	13
3.2 Marco normativo estatal	15
3.3 Marco normativo autonómico	17
4 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA LA PREPARACIÓN DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS EN FÁBRICAS DE CEMENTO	19
4.1 Tecnologías de preparación de combustibles sólidos	20
4.2 Tecnologías de preparación de combustibles líquidos	21
4.3 Operaciones de preparación de combustibles más empleadas en España	22
5 ANÁLISIS DE LAS AUTORIZACIONES AMBIENTALES INTEGRADAS DE LAS FÁBRICAS DE CEMENTO	24
5.1 Autorización para la utilización de residuos como combustibles alternativos	26
5.1.1 Residuos autorizados	26
5.1.2 Limitaciones respecto a la procedencia de los residuos	38
5.1.3 Características de los residuos requeridas	39
5.1.4 Características del proceso	40
5.1.5 Emisiones	40
5.2 Autorización para la utilización de residuos y subproductos como materias primas alternativas	43
6 INVENTARIO POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS DEL RECICLADO Y LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS EN FÁBRICAS DE CEMENTO	48
6.1 Consumos de materias primas alternativas	48
6.2 Consumos de combustibles	53
6.3 Emisiones ahorradas por la valorización energética	58

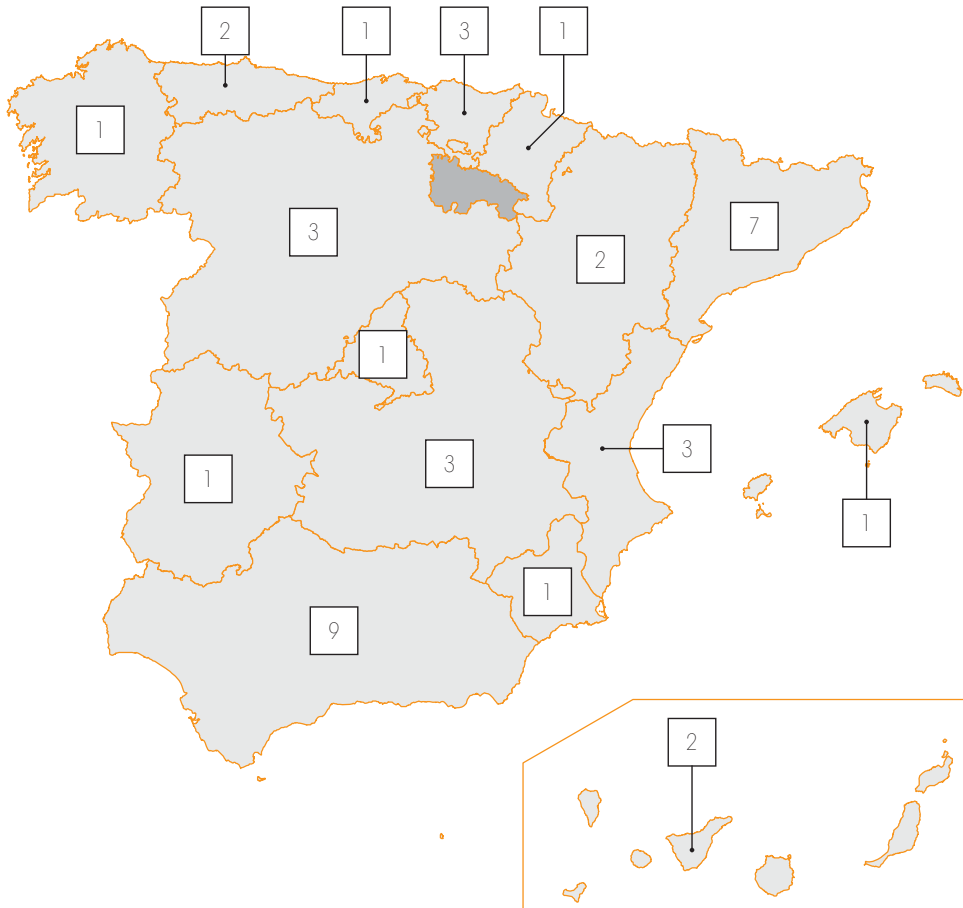
7 PRINCIPALES CONCLUSIONES	60
ANEXO I. CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS Y COMBUSTIBLES DETALLADOS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS	65
ANEXO II. MARCO NORMATIVO AUTONÓMICO	77

Introducción

En 2006 las empresas asociadas a Oficemen contaban con cuarenta y una instalaciones de producción de cemento de las que treinta y siete corresponden a fábricas de clínker y molienda y cuatro únicamente a la molienda para la obtención de cemento. Las Comunidades Autónomas en las cuales hay ubicadas un mayor número de plantas son Andalucía con un total de nueve, seguida de Cataluña con siete instalaciones.

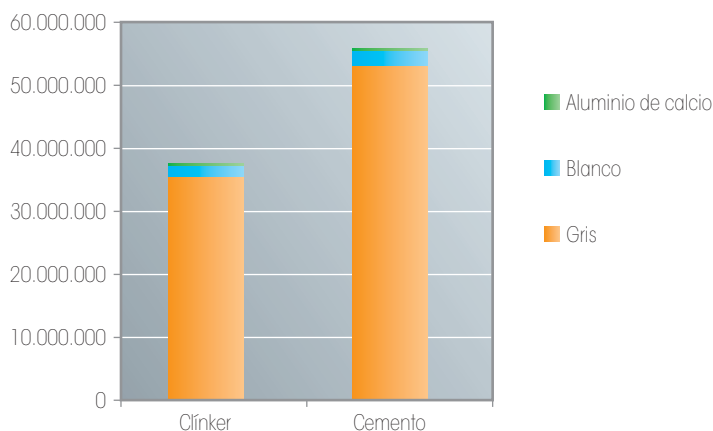
Figura 1. Plantas cementeras por Comunidades Autónomas.

Fuente: Cemento y Hormigón, 2006.



Las instalaciones de producción de cemento de España, en su conjunto, presentaban en el 2006 una capacidad anual de producción de 37.482.820 toneladas de clínker y 55.391.520 toneladas de cemento¹. De las más de treinta y siete millones de toneladas de clínker, la mayor parte de éstas son de clínker gris (95%), siendo el clínker blanco (4,8%) y el clínker de aluminato de calcio (0,1%) fracciones minoritarias. En el caso del cemento se da la misma situación, ocupando el cemento gris el 96% del total de las aproximadamente cincuenta y seis millones de toneladas de capacidad de producción global, existiendo únicamente un 3,9% de capacidad de producción de cemento blanco y un 0,1% de cemento de aluminato de calcio. Cabe destacar que el clínker gris se produce en treinta y cinco plantas, el clínker blanco en seis de ellas y el clínker de aluminato de calcio únicamente en una instalación. En el caso del cemento, la variedad gris se produce en treinta y nueve instalaciones, la blanca en seis y el cemento de aluminato de calcio únicamente se produce en una instalación.

Gráfico 1. Capacidad de producción total en España de los diversos tipos de clínker y cemento (toneladas).



La distribución de la capacidad de producción de clínker y cemento en las diferentes Comunidades Autónomas no es homogénea. Así, Cataluña (con capacidad de producción de 8.196.850 toneladas de clínker y 10.736.520 toneladas de cemento), Andalucía (con capacidad de producción de 6.319.500 toneladas de clínker y 9.800.000 toneladas de cemento) y la Comunidad Valenciana (con capacidad de producción de 5.071.025 toneladas de clínker y 5.982.000 toneladas de cemento)

¹ Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de Cemento y Hormigón (2006) y de las Autorizaciones Ambientales Integradas de las plantas cementeras. Los datos de detalle sobre capacidad de producción de los siguientes apartados presentan la misma fuente de información.

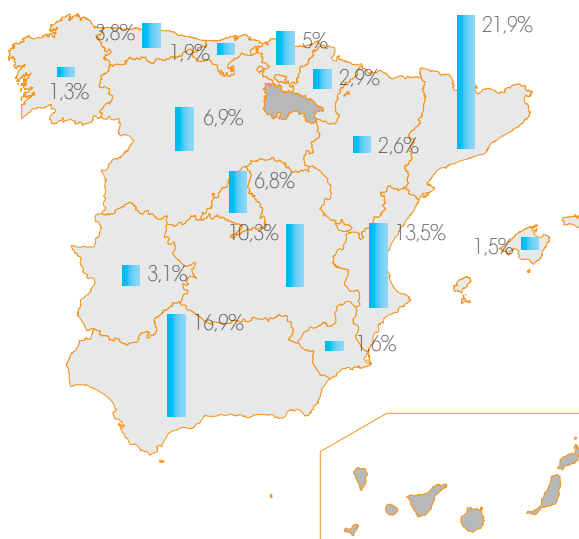
son las comunidades que tienen mayores capacidades de producción para ambos materiales.

Por el contrario, Galicia (con capacidad de producción de 492.750 toneladas de clínker y 500.000 toneladas de cemento) e Islas Baleares (con capacidades de 576.345 toneladas de clínker y 731.000 toneladas de cemento) son las Comunidades Autónomas con menores capacidades de producción para ambos casos, sin considerar aquellas en las que no existen este tipo de instalaciones.

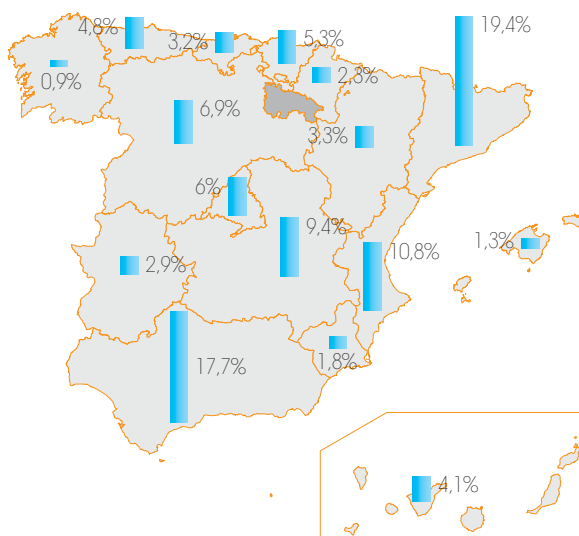
En paralelo, la necesidad de orientar las economías hacia un desarrollo sostenible implica que éstas deben desarrollarse utilizando los recursos naturales sin exceder su capacidad de regeneración. De manera que, para conseguir un futuro sostenible, es cada vez más necesario incrementar el reciclaje material y encontrar energías alternativas competitivas que sustituyan a las energías fósiles.

Figura 2. Distribución porcentual de la capacidad de producción, por Comunidades Autónomas, de clínker y de cemento.

Clínker



Cemento



En el periodo 1994-2004, según datos del Ministerio de Medio Ambiente, la generación de residuos urbanos por habitante ha aumentado un 62%, motivo por el cual la gestión de los mismos sigue siendo un reto para la sociedad actual.

En este sentido, desde hace más de tres décadas diferentes países europeos han apostado por la utilización de residuos como materias primas y combustibles alternativos en los procesos industriales, como los hornos de clínker, para dar solución tanto a la gestión de los residuos como a la obtención de energía.

La producción de cemento es un proceso intensivo en energía, siendo tradicionalmente los combustibles utilizados de tipo fósil (coque de petróleo, carbón o fuel oil). Los costes energéticos de combustibles y energía eléctrica suponen más del 30% de los costes de fabricación, por lo que una reducción del consumo energético y una búsqueda de fuentes energéticas alternativas a las tradicionales son factores clave para la competitividad de las empresas cementeras.

No obstante, y contrariamente a lo que sucede en otros países europeos, únicamente un 4,2% del combustible consumido por el sector cementero en el año 2006 correspondió a combustibles alternativos, frente a la media europea del 18%. Además, en nuestro país existe una gran variedad entre la normativa vigente, los combustibles alternativos empleados y los porcentajes de sustitución efectuados entre las diferentes Comunidades Autónomas.

Capítulo 1 ▶ Objetivo del estudio

El objetivo del presente estudio es el de analizar en profundidad y de forma comparativa el contexto actual y el nivel de implantación del reciclaje y la valorización energética y material de residuos en fábricas de cemento.

Así, los trabajos elaborados han permitido:

- Caracterizar brevemente la generación y gestión de los residuos urbanos en España.
- Analizar el marco normativo comunitario, estatal y autonómico en relación al reciclado y valorización de residuos en instalaciones de producción de cemento.
- Describir las tecnologías disponibles para la preparación de combustibles alternativos en instalaciones de producción de cemento.
- Analizar las Autorizaciones Ambientales Integradas de las instalaciones de producción de cemento de España.
- Inventariar por Comunidades Autónomas el reciclado y la valorización energética en instalaciones de producción de cemento en el periodo 2004-2006.

Capítulo 2 ▶ Generación y gestión de los residuos en España

La generación de residuos en España no ha dejado de aumentar en las últimas décadas, como consecuencia del crecimiento económico y del incremento de la población española. Aunque en la mayoría de las Comunidades Autónomas existe una falta de información de carácter reciente respecto a la generación y gestión de residuos, y de homogeneidad de los datos, lo que hace difícil su agregación y comparativa. Esta situación respecto a la calidad de la información es un hándicap de gran importancia a la hora de planificar políticas orientadas a la gestión de los residuos.

En el estudio se presentan los últimos datos para los que existen cifras de generación de residuos en España. Concretamente, se han analizado aquellos flujos de residuos que pueden contener en su seno cantidades elevadas de elementos potencialmente valorizables en cementeras. En este sentido, se han considerado los siguientes flujos de residuos²:

- Residuos urbanos.
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
- Lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas.
- Residuos peligrosos.

Indicar que no se han incluido datos de otros flujos de residuos potencialmente valorizables como los vehículos fuera de uso, los neumáticos fuera de uso y los residuos industriales no peligrosos por la falta de datos sobre su generación a nivel autonómico.

En la Tabla 1 se indican las cantidades de residuos generadas en España.

Residuo		Cantidad generada (toneladas)
Residuos urbanos (datos año 2006)		23.648.032
Residuos peligrosos (datos año 2005)	RP LERO1-LER20	3.735.000
	RP LERO2-LER20	2.955.000
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (datos año 2007)		269.017
Lodos EDAR urbanas (datos año 2006)		1.064.972

² Como principal fuente de todos los datos recogidos se ha empleado el Plan Nacional de Residuos Integrado 2008-2015 del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Según los últimos datos disponibles en el Plan Nacional Integrado de Residuos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, que se muestran en la Tabla 2, en el año 2006 el 14% del total de residuos urbanos recogidos procedía de los depositados en contenedores específicos y en los puntos limpios, y el 86% restante procedía de la fracción resto (cuya composición es variable, según cómo se haya separado previamente: vidrio, papel/cartón, envases ligeros, fracción orgánica).

Tabla 2. Residuos urbanos recogidos en España (2006).

Modalidad de recogida		Toneladas	Porcentaje
Residuos recogidos selectivamente	Separados en domicilio:	2.519.340	11%
	• Papel/cartón	934.062	4%
	• Vidrio	562.000	2%
	• Envases ligeros	606.200	3%
	• Fracción Orgánica	417.078	2%
	Depositados en puntos limpios	697.432	3%
Residuos Mezclados		20.431.260	86%

De forma adicional a la generación, se han recogido datos relativos al tratamiento al que fueron destinados los residuos urbanos, y al número de instalaciones de tratamiento existentes en el año 2006, que se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Instalaciones de tratamiento y eliminación de residuos urbanos (2006).

Instalaciones	Nº centros	Entrada (toneladas)
Instalaciones de clasificación de envases	90	606.200
Instalaciones de compostaje de fracción orgánica recogida selectivamente	18	160.017
Instalaciones de triaje y compostaje	59	6.991.541
Instalaciones de triaje, biometanización y compostaje	13	1.168.565
Instalaciones de incineración ¹	10	2.024.586
Vertederos ¹	183	16.007.098

¹ Los rechazos de las plantas de clasificación de envases así como los procedentes de las de tratamiento biológico, están contabilizados en las entradas a las instalaciones de incineración y de vertido.

Los destinos de los distintos residuos son los siguientes:

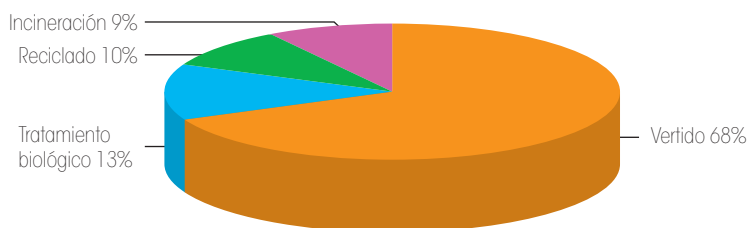
- Los residuos de los envases ligeros depositados en sus contenedores específicos se separan y clasifican por material en las plantas de clasificación de

envases para su reciclado posterior, aunque también pueden clasificarse en algunas instalaciones de triaje y compostaje que reciben residuos mezclados.

- Los residuos de papel/cartón y de vidrio recogidos selectivamente se clasifican y entregan a los recicladores.
- La fracción orgánica se recoge mayoritariamente mezclada con otros residuos y se destina a instalaciones de triaje y compostaje e instalaciones de triaje, biometanización y compostaje, para su separación y valorización. La fracción orgánica recogida selectivamente se destina principalmente a instalaciones de compostaje, aunque una parte se trata conjuntamente con residuos mezclados en algunas instalaciones de triaje, biometanización y compostaje.

Así, en el año 2006 cerca del 68% de los residuos urbanos terminaron en vertederos, el 13% se sometió a tratamiento biológico, se destinó al reciclado de materiales el 10% y se incineró aproximadamente el 9%.

Gráfico 2. Gestión de los residuos urbanos (2006).



En las Tablas 4-7 se detalla, por

Comunidades Autónomas, las cantidades de residuos urbanos tratadas en los distintos tipos de instalaciones, así como las cantidades de rechazo de las instalaciones de compostaje y reciclaje (materiales que técnicamente no se han podido reciclar).

Tabla 4. Instalaciones de compostaje de fracción orgánica recogida selectivamente (2006).

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Nº plantas	Residuos totales (t)	Residuos FORM (t)	Residuos FV (t)	Compostaje producido (t)	Rechazo (t)
Baleares	1	4.369	1.655	2.714	935	157
Cataluña	17	155.648	122.267	33.381	12.793	23.568
TOTALES	18	160.017	123.922	36.095	13.728	23.725

Tabla 5. Instalaciones de triaje y compostaje (2006).

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Nº plantas	Residuos mezclados (t)	Compostaje producido (t)	Rechazo (t)
Andalucía	21	2.470.279	153.224	1.564.887
Baleares	1	51.913	7.300	27.127
Canarias	1	45.000	900	0
Cantabria	1	250.913	10.687	197.769
Castilla - La Mancha	8	201.651	42.102	85.172
Castilla y León	3	143.025	8.899	61.181
Extremadura	5	302.263	20.521	167.103
Galicia	1	16.207	951	9.053
Madrid	3	1.089.512	84.869	566.514
Murcia	6	631.153	63.114	443.772
Navarra	1	11.826	2.950	4.731
Comunidad Valenciana	8	1.741.830	119.641	1.281.141
TOTALES	59	6.955.572	515.158	4.408.450

(t): toneladas.

Tabla 6. Instalaciones de triaje, biometanización y compostaje de residuos mezclados y de fracción orgánica recogida selectivamente (2006).

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Nº plantas	Residuos totales (t)	Biometanización			Compostaje			Compostaje producido (t)	Rechazo total (t)
			Residuos Mezclados (t)	FORM (t)	FV (t)	Fracción de Biometanización (t)	Residuos Mezclados (t)	FORM (t)		
Baleares	1	1.927						1.927		
Castilla y León	4	478.224	41.610				436.614		32.482	304.834
Cataluña	4	279.359	138.391					140.289	679	162.572
Galicia	1	254.132		64.757	20.768	76.975	91.632			70.576
Madrid	1	127.253	127.253							115.465
Navarra	1	4.027	4.027							1.893
La Rioja	1	100.618	49.629				50.989		8	41.171
TOTALES	13	1.168.565	360.910	64.757	20.768	76.975	579.235	142.216	679	110.372

Tabla 7. Instalaciones de clasificación de envases (2006).

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Nº plantas	Entrada (t)	Rechazo a vertedero / Incineración (t)	Metales (t)	Plásticos (t)	Vidrio (t)	Papel y cartón (t)	Otros (t)
Andalucía	21	45.870	16.144	7.097	19.892		1.634	3.821
Asturias	1	5.916	1.783	613	2.836			500
Baleares	2	7.283	2.228	1.213	3.278	45		338
Canarias	4	6.648	2.235	835	3.026	44	131	307
Cantabria	3	3.448	1.112	342	1.218		287	267
Castilla y León	10	71.073	63.255	2.330	3.459		1.365	781
Castilla La Mancha	7	9.270	2.968	1.370	3.553	77		1.352
Cataluña	12	135.850	66.093	9.249	29.750	2.513	11.585	16.464
Extremadura	5	4.688	2.115	558	1.320			359
Galicia	3	148.329	132.303	3.859	6.046		3.516	1.161
La Rioja	1	4.448	2.065	485	1.502		45	351
Madrid	6	79.517	29.992	9.736	16.727	310	17.944	2.992
Murcia	3	8.741	2.223	779	1.385		383	459
Navarra	4	33.810	19.449	2.584	5.919	195	1.805	1.088
Pais Vasco	4	16.452	4.638	2.517	7.047	104	255	1.987
Comunidad Valenciana	4	24.857	9.403	2.492	8.124			3.975
TOTAL PLANTAS	90	606.200	358.006	46.059	115.082	3.288	38.950	36.202

Capítulo 3 ▶ Análisis del marco normativo comunitario, estatal y autonómico en relación a la valorización de residuos en fábricas de cemento

Con objeto de garantizar una mayor protección de la salud y el medio ambiente, los diferentes órganos legislativos a diferentes escalas han desarrollado normativa relativa a los requisitos de instalación de las actividades industriales. Asimismo, la planificación de residuos ha escenificado un claro desarrollo en la última década con objeto de garantizar una correcta gestión de los mismos basada en el principio de jerarquía de gestión. Ambos aspectos, el legislativo y planificativo incorporan cada vez más referencias a la valorización de residuos en la industria cementera, motivo por el cual se ha considerado necesario realizar un análisis del marco legal existente y de su afcción a nivel comunitario, estatal y autonómico.

Según establece la Directiva 2008/98/CE, de 19 de noviembre, sobre los residuos, la valorización es cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general.

3.1 MARCO NORMATIVO COMUNITARIO

En cuanto a la normativa comunitaria que puede afectar a la valorización de residuos en instalaciones de producción de cemento, existen dos tipologías de normativa: en materia de residuos y la relativa a la regulación de actividades industriales. En relación a la normativa en materia de residuos, la Directiva 2008/98/CE marca la jerarquía que se debe seguir en la gestión de los mismos:

De manera adicional a la normativa de carácter básico, las instancias comunitarias han desarrollado toda una serie de disposiciones legales de carácter específico para determinados tipos de residuos.



Esta normativa puede clasificarse en dos tipologías, aquella en la que se fijan unos objetivos de valorización para determinados residuos en un horizonte temporal, y aquella relativa al establecimiento de límites al vertido de determinados residuos.

Dentro de la normativa relativa a objetivos de valorización, se encuentra la relacionada con los envases y sus residuos³, los vehículos al final de su vida útil⁴ y los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos⁵. En este sentido la consecución de parte de estos objetivos se puede realizar mediante valorización energética de estos residuos, siendo su empleo en fábricas de cemento una buena alternativa para ello.

En relación a la normativa mediante la que se fijan límites al vertido⁶, ésta es de afectación a los neumáticos fuera de uso y los residuos biodegradables, lo que hace necesario la búsqueda de alternativas de gestión para estos residuos, siendo su valorización en cementeras una de ellas.

Por otro lado la propia actividad de valorización de residuos en actividades industriales también ha sido uno de los aspectos con incidencia normativa a nivel comunitario. La regularización y control de estos aspectos se refleja principalmente en dos normas (Directiva 1996/61/CE, sobre prevención y control integrados de la contaminación y Directiva 2000/76/CE, sobre incineración de residuos), cuyos aspectos más destacables son los siguientes:

- Se han fijado criterios procedimentales para regular el proceso de aceptación de residuos para co-incineración.
- Se han establecido valores térmicos a alcanzar por los gases de combustión en caso de valorizarse residuos.
- Se han establecido limitaciones relativas a la alimentación de los residuos a la instalación.
- Se han definido valores límite de emisión para determinados contaminantes a alcanzar en los procesos de tratamiento térmico de residuos.
- Las instalaciones deben someterse periódicamente al trámite administrativo de Autorización Ambiental Integrada, que tiene por objeto garantizar la protección

3 Directiva 2004/12/CE, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.

4 Directiva 2000/53/CE, relativa a los vehículos al final de su vida útil.

5 Directiva 2002/96/CE, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

6 Directiva 1999/31/CE, por la cual se regula la eliminación de residuos mediante vertedero.

del medio ambiente e integrar en un único trámite los diferentes permisos necesarios para la realización de la actividad.

Además, la Directiva 2000/76/CE, sobre incineración de residuos, dice que "la política comunitaria en materia de medio ambiente debe contribuir a la protección de la salud de las personas", y que "un elevado grado de protección del medio ambiente y la salud de las personas exige, en consecuencia, el establecimiento de condiciones operativas y de requisitos técnicos rigurosos, así como de valores límite de emisión, para las instalaciones de incineración o co-incineración de residuos dentro de la Comunidad".

3.2 MARCO NORMATIVO ESTATAL

Dentro del marco legal estatal la existencia de diferentes niveles administrativos (estatal, autonómico y municipal) da lugar a la distribución de competencias entre cada escala administrativa. No obstante, este hecho queda bien delimitado dentro de la Constitución; así, según lo establecido en el artículo 149, el Estado tiene competencia exclusiva para dictar "legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las comunidades autónomas de establecer normas adicionales de protección". Bajo esta premisa, es el Estado la autoridad competente superior a la hora de establecer las bases normativas en cuestiones ambientales en nuestro país, de manera que a partir de éstas cada Comunidad Autónoma tiene posibilidad de adoptarlas tal cual o, posteriormente, concretarlas y desarrollarlas a través de normativas propias autonómicas.

Igual que a nivel comunitario, a nivel estatal también se ha regulado el aprovechamiento de diferentes tipologías de residuos en fábricas de cemento, cuyos aspectos más relevantes se presentan en la Tabla 8 por tipología de residuo.

Tabla 8. Normativa estatal en materia de residuos.

Residuo afectado	Normativa	Afección sobre su posible utilización en instalaciones de producción de cemento
Residuos urbanos	Plan Nacional de Residuos Urbanos (2000-2006)	<ul style="list-style-type: none"> El Plan preveía unos objetivos de valorización de un 9% de estos residuos a finales del 2001 y de un 17,7% a finales de 2006
Residuos de construcción y demolición	I Plan Nacional de Residuos de construcción y demolición (2001-2006)	<ul style="list-style-type: none"> El Plan contemplaba unos objetivos de valorización del 50%, como mínimo, de los residuos de envases de materiales de construcción antes del 31/12/2001, del cual un 25% se podría conseguir mediante valorización energética (con un máximo de 75% para cada uno de los materiales citados en el anejo 4 del Real Decreto 782/1998, de 30 de abril). Se consideraba la opción de valorización energética para aquellos residuos con posibilidades de valorización, tales como maderas, el papel, textiles, plásticos, basuras u otros, previa segregación por fracciones.

Residuo afectado	Normativa	Afección sobre su posible utilización en instalaciones de producción de cemento
Lodos de depuradora	I Plan Nacional de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales (2001-2006)	<ul style="list-style-type: none"> El Plan consideraba la valorización energética, en todas sus variantes, como vía de valorización de los lodos de depuradora. El Plan fijaba como objetivos para antes del año 2007 la valorización energética de un 15% de los lodos de depuradora.
Vehículos al final de su vida útil	I Plan Nacional de Vehículos al Final de su Vida Útil (2001-2006)	<p>En el Plan se fijan los siguientes objetivos cuantitativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Recogida y valorización a través de CARDS de al menos el 80% de VFUs en 2002. Recogida y valorización a través de CARDS del 100% de VFUs en 2006. Reutilización y valorización de al menos el 85% en peso de los VFUs antes de 2005 (75% para los vehículos fabricados antes de 1980), con un máximo de 5% en peso de los VFUs en valorización energética para ambos casos.
Neumáticos fuera de uso	I Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (2001-2006)	<ul style="list-style-type: none"> El Plan fijaba la recuperación y valorización del 100% de los NFUs enteros generados antes de 2007, incluidos los NFUs ya almacenados en los vertederos o depósitos existentes. El Plan prohibía la eliminación (vertido o incineración sin recuperación energética de los NFUs) a partir del 1 de enero de 2006.
	Real Decreto 1619/2005, gestión de neumáticos fuera de uso	<ul style="list-style-type: none"> Se prohíbe la deposición de neumáticos en vertedero desde el 16 de julio 2006, a excepción de los neumáticos de bicicleta y los neumáticos cuyo diámetro exterior sea superior a 1.400 milímetros. Esta limitación puede permitir que aumente la viabilidad de utilización de estos residuos como combustibles en instalaciones de producción de cemento.
Real Decreto 1481/2001, eliminación de residuos mediante depósito en vertederos	<ul style="list-style-type: none"> El almacenamiento de los neumáticos fuera de uso en las instalaciones de los gestores no podrá superar, en el caso de que su destino final sea la valorización, el período de un año y la cantidad almacenada no excederá de la mitad de la capacidad anual autorizada de tratamiento. 	
Harinas cárnicas	Real Decreto Ley 4/2001, valorización energética de harinas de origen animal	<ul style="list-style-type: none"> La utilización de harinas cárnicas supone emisiones inferiores que el empleo de combustibles tradicionales. La valorización energética de las harinas transformadas de despojos y cadáveres de animales mediante su utilización como combustible en hornos de fábricas de cemento quedará exenta de la autorización administrativa establecida en la Ley 10/1998, de 21 de abril, siempre y cuando no se valoricen cantidades de residuos superiores al 10%.
Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos	Real Decreto 208/2005, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	<p>Se transponen para el año 2006 los objetivos de la Directiva 2002/96/CE.</p> <ul style="list-style-type: none"> Para los grandes electrodomésticos un objetivo de valorización de un 80% de cada tipo de aparato, del cual un 5% se podría conseguir mediante valorización energética. Para los equipos informáticos y de telecomunicaciones y de electrónica un objetivo de valorización de un 75%, del cual un 10% se podría conseguir mediante valorización energética. De los pequeños electrodomésticos un objetivo de valorización de un 70%, del cual un 20% se podría conseguir mediante valorización energética.
Residuos biodegradables	Real Decreto 1481/2001, eliminación de residuos mediante depósito en vertedero	<p>Se transponen los objetivos de la Directiva 1999/31/CE.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se establecen limitaciones de entrada de residuos urbanos biodegradables en vertedero respecto a los niveles existentes el año 1995 (la máxima limitación se establece para el 16 de julio de 2016 con unos niveles permitidos equivalentes al 35% de los existentes el año 1995). Esta limitación puede permitir que aumente la viabilidad de utilización de combustibles preparados a partir de estos residuos en instalaciones de producción de cemento

Las actividades de producción de cemento, de igual manera que lo establecido en la normativa europea, se encuentran sometidas al procedimiento de Autorización Ambiental Integrada (Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación).

Además, la utilización de residuos como combustible alternativo en los hornos de clínker es una actividad que se encuentra recogida en el Real Decreto 653/2003, sobre incineración de residuos (que transpone la Directiva 2000/76/CE, sobre incineración de residuos), que establece los condicionantes ambientales con el objetivo de impedir o limitar los efectos negativos sobre el medio ambiente así como los riesgos para la salud humana derivados de las actividades de co-incineración de residuos. Hay que indicar que el Real Decreto 653/2003 no es de aplicación a las instalaciones que realicen tratamiento térmico de la biomasa vegetal.

3.3 MARCO NORMATIVO AUTONÓMICO

Con relación a la normativa autonómica relativa a la valorización de residuos en plantas cementeras, podemos clasificarla en cuatro apartados, en función de su aplicación directa o indirecta al tema, o en función del instrumento legal empleado por el legislador autonómico:

- En primer lugar hay que destacar que la mayoría de las comunidades autónomas disponen de normativa propia en materia de autorización ambiental integrada, que concreta y desarrolla para cada ámbito autonómico lo establecido en la Ley 16/2002, de prevención y control integrado de la contaminación (Ley IPPC). Con base en esta normativa se articula el procedimiento de concesión de las Autorizaciones Ambientales Integradas en donde se incluye o no el permiso para llevar a cabo la valorización así como los controles medioambientales asociados.
- Por otra parte, en las Comunidades Autónomas de Cataluña, Galicia, Madrid y Valencia, existen Leyes específicas en materia de residuos, que, al igual que en la Ley 10/1998, recogen la jerarquía de gestión de residuos situando a la valorización, por detrás de la reutilización y el reciclado y por delante de la eliminación de residuos en vertedero.
- Los únicos ejemplos de normativa autonómica de aplicación directa, que hablan expresamente de valorización en plantas cementeras los encontramos en Cantabria (Decreto 104/2006), País Vasco (Decreto 34/2003) y Cataluña (Orden de 15 de febrero de 1996). Estas tres disposiciones se refieren a valorización de escorias, reflejándose como usos admisibles de las escorias valorizadas su empleo como materia prima en la fabricación de cemento.
- Finalmente, es a nivel de los Planes y Programas autonómicos en sus distintas variantes: regionales, integrales, director, ... donde se recoge de manera expresa la

opción de utilizar a las plantas cementeras como herramienta complementaria para la gestión de los residuos. Así, por ejemplo, se refleja en el Plan de Prevención y Gestión de los Residuos Peligrosos de Andalucía, en el Plan Regional de ámbito sectorial de residuos industriales de Castilla y León o en el Plan Integral de residuos de la Comunidad Valenciana, por citar tres ejemplos representativos.

En el Anexo II se recoge la normativa autonómica en materia de reciclaje y valorización energética de residuos en instalaciones industriales.

Capítulo 4 ▶ Descripción de las tecnologías disponibles para la preparación de combustibles alternativos en fábricas de cemento

La utilización de residuos en instalaciones industriales es una opción viable técnicamente, no obstante los residuos empleados deben estar previamente preparados para cumplir una serie de requisitos en cuanto a su composición y morfología, por lo que deben ser sometidos a una serie de tratamientos previos que variarán en función de la tipología de residuo y el horno industrial en que se pretende emplear.

Por este motivo existen una serie de tecnologías de procesado del residuo para su transformación en combustible, que tienen por objeto:

- Proporcionar las características fisicoquímicas requeridas para el uso del combustible derivado del residuo en la instalación de combustión.
- Garantizar la calidad del material producido cuando el proceso de combustión en que el residuo se use genere un producto (por ejemplo cemento).
- Garantizar la destrucción térmica del combustible/residuo una vez usado.
- Cumplir con los estándares o especificaciones que aseguren la calidad medioambiental del proceso de combustión.
- Optimizar la valorización de residuos evitando su depósito en vertederos.

En el estudio realizado, se han recogido las principales tecnologías y operaciones empleadas para la preparación de combustibles a partir de residuos. Muchas de ellas proceden, además del sector del cemento, de otros sectores industriales como el petroquímico o el de depuración de aguas, habiendo sido suficientemente testadas.

Las tecnologías de preparación de combustibles se pueden clasificar en función de las características del combustible a preparar (las cuales en buena medida vienen influenciadas por el residuo empleado), así se puede distinguir entre:

- Tecnologías de preparación de combustibles sólidos.
- Tecnologías de preparación de combustibles líquidos.

4.1 TECNOLOGÍAS DE PREPARACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS

La producción de combustibles derivados de residuos sólidos suele constar de seis fases diferenciadas, no obstante no en todos los casos se dan las mismas, ya que la condensación y el enfriamiento son opcionales. Asimismo, debe considerarse que en ocasiones el residuo no precisa de ningún tipo de procesado para ser alimentado al proceso industrial, por lo que no es necesaria su transformación.



La intensidad de las diferentes fases dependerá del tipo de residuo empleado como materia prima y de sus características. Así, por ejemplo en el caso de residuos muy homogéneos, la fase de eliminación de impropios será muy reducida o inexistente. A continuación se describen las principales características de estas fases:

- **Eliminación de impropios:** eliminación de aquellos elementos del residuo que hagan que el combustible resultante no pueda ser alimentado al horno industrial, ya sea porque no permite la consecución de las características necesarias (PCI, morfología) o porque la combustión de estos elementos comporte riesgos para el medio ambiente o la salud. En este contexto existen diferentes tecnologías de separación de impropios: separación en función del tamaño o densidad, separación de metales férricos, separación de metales no férricos y otras tecnologías de separación.
- **Trituración:** troceado del residuo para la reducción de su tamaño, lo que facilita su transporte, almacenaje y combustión. Existen diferentes opciones tecnológicas para la trituración de residuos, de las cuales las más habituales son: molinos de bolas, molinos de rodillos, molinos de martillos rotatorios, trituradoras cortantes, trituradoras de impacto y molienda criogénica.
- **Secado:** reducción de la humedad del residuo para incrementar su PCI y reducir su reactividad. En función del residuo esta fase será inexistente o muy intensiva. En este sentido las tecnologías de secado se clasifican en función de si se trata de un secado térmico por convección, por conducción o por radiación.
- **Mezcla con otros componentes:** mezcla con elementos que pueden proceder de otros residuos o tratarse de materias primas para garantizar la consecución de

las características necesarias para el empleo del combustible. La mezcla acostumbra a realizarse en tanques o depósitos habitualmente dotados de sistemas de homogeneización como agitadores o mezcladores. En función del residuo empleado y de sus características esta fase será innecesaria.

- **Condensación:** esta fase es de carácter opcional, ya que sin su realización el residuo procesado ya podría ser considerado combustible y emplearse en instalaciones industriales. No obstante, la condensación es una práctica habitual ya que facilita el almacenaje, el transporte y la alimentación del combustible. Las tecnologías más habituales en el condensado con vistas a la preparación de combustibles derivados de residuos son la peletización y la aglomeración de disco.
- **Enfriado:** fase asociada a la condensación y requisito de la misma, ya que en el proceso de condensación los residuos adquieren elevadas temperaturas, lo que hace necesario su enfriamiento para reducir la reactividad y la posibilidad de combustión del mismo. Las tecnologías más habituales de enfriado son los enfriadores horizontales y los enfriadores de contraflujo.

4.2 TECNOLOGÍAS DE PREPARACIÓN DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

La transformación de residuos en combustibles líquidos para su utilización en instalaciones industriales suele incluir una serie de procedimientos orientados a dotar al combustible de las características necesarias para su buen funcionamiento. No obstante, a diferencia de lo que ocurre con los combustibles sólidos, el orden en que se realizan los diferentes procesos no es siempre el mismo, variando en función de los residuos que se quiere emplear y el tipo de combustibles que se desea obtener.

Los procedimientos que se pueden dar para la preparación de combustibles son los que se especifican a continuación.

Eliminación de impropios

Deshidratación

Blending

Homogeneización

- **Eliminación de impropios:** la eliminación de impropios persigue que el combustible resultante del procesado presente las características físicas y de composición necesarias para su alimentación al horno. En este contexto, las tecnologías de eliminación de impropios más habituales son: filtros de membranas, filtros de carbón

activo, filtros de lecho profundo, tanques de sedimentación, desmineralización ácido-base, extracción por solventes, centrifugación, desasfaltación por propano y columnas de destilación controlada.

- **Deshidratación:** las tecnologías de deshidratación tienen por objeto reducir o eliminar el contenido de agua presente en el flujo residual, con objeto de aumentar el concentrado de los elementos combustibles del mismo e incrementar su poder calorífico. Las tecnologías más habituales de deshidratación de flujos residuales líquidos son la separación mediante calor y el empleo de separadores agua/aceite.
- **Blending:** el blending es la operación mediante la cual el flujo residual combustible es mezclado con otros residuos o bien con combustibles de carácter tradicional, con objeto de obtener un combustible con las características adecuadas para el proceso en que se pretende emplear. Habitualmente esta mezcla se realiza en tanques con sistemas de homogeneización, no obstante existen procesos específicos de mezclado como la fluidificación. En ocasiones se denomina de forma genérica "blending" al combustible preparado a partir de residuos en una planta de tratamiento genérica para residuos sólidos o líquidos.
- **Homogeneización:** los combustibles obtenidos, así como en muchos casos el flujo residual del que provienen, requieren unas características homogéneas para su alimentación. Para la consecución de estas características los tanques de almacenamiento acostumbran a estar dotados de agitadores verticales, mezcladores y sistemas de bombeo.

4.3 OPERACIONES DE PREPARACIÓN DE COMBUSTIBLES MÁS EMPLEADAS EN ESPAÑA

Dentro de las operaciones indicadas en este capítulo, su aplicación difiere en función de cada una de ellas y de los residuos transformados en combustibles.

En el caso de los aceites minerales el procedimiento habitual empleado en las plantas españolas es la preparación previa de los mismos en plantas de blending. Esta operación es también ampliamente utilizada en el caso de disolventes, grasas animales, aceites vegetales y residuos pastosos. En ocasiones el término blending se puede emplear también para la mezcla de algunos residuos sólidos (plásticos y serrines impregnados), aunque es más aplicable a líquidos. Así, mediante esta operación

se consigue homogeneizar el combustible obtenido del residuo tratado y mejorar su calidad como tal.

Los residuos de hidrocarburos suelen inyectarse como combustibles alternativos habiendo realizado una mezcla previa.

En el caso de la celulosa y la biomasa forestal, también se realiza siempre la misma operación para su acondicionamiento como combustibles alternativos: la trituración. En la Comunidad Autónoma de Aragón, para la biomasa forestal también se complementa la trituración con un cribado por tamaños de la materia obtenida en la fase de troceado anterior.

Los neumáticos fuera de uso pueden ser alimentados a los hornos de clínker ya sea enteros o troceados.

Las harinas cárnicas son sometidas a un proceso de esterilización de materiales cárnicos en el que se obtiene, por un lado, grasa para distintos tratamientos, y por otro, harinas cárnicas destinadas a piensos autorizados para algunos animales, vertido o valorización energética. Para su valorización en plantas cementeras, en ocasiones las harinas animales son mezcladas con minerales para evitar que la grasa que aún esté presente en las mismas provoque atascos en el sistema de alimentación.

Capítulo 5 ▶ Análisis de las Autorizaciones Ambientales Integradas de las fábricas de cemento

Se han analizado los principales aspectos de las Autorizaciones Ambientales Integradas, que, en cumplimiento de la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, las instalaciones del sector del cemento han ido obteniendo. En este sentido, se han analizado las autorizaciones aprobadas y/o modificadas a fecha de diciembre de 2008.

Cabe resaltar que se han analizado las Autorizaciones Ambientales Integradas otorgadas a las cementeras integrales (que disponen de horno de clínker y molienda), de manera que las plantas que tan sólo realizan el proceso de molienda para la fabricación de cemento no se han incluido. En España, todas las instalaciones de fabricación de clínker cuentan con Autorización Ambiental Integrada, puesto que las dos únicas que por su tamaño no se verían afectadas por la Ley IPPC, sí están cubiertas por una Autorización Ambiental Integrada por la aplicación autonómica de la Ley o por su conexión con otras actividades industriales. Así, las autorizaciones evaluadas son las que se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Autorizaciones Ambientales Integradas analizadas.

Nota: entre paréntesis se indica la fecha de otorgamiento

COMUNIDAD AUTÓNOMA	INSTALACIÓN
Andalucía	Alcalá de Guadaira (5 de junio de 2006) Carboneras (14 de septiembre de 2007) Córdoba (2 de marzo de 2007) Gádor (22 de agosto de 2007) Jerez de la Frontera (15 de septiembre de 2006) Málaga (23 de julio de 2007) Niebla (26 de enero de 2009) Torredonjimeno (20 de junio de 2007)
Aragón	Andorra (9 de diciembre de 2005) (planta en construcción) Morata de Jalón (28 de septiembre de 2007)
Asturias	Aboño (29 de abril de 2008) Tudela Veguín (29 de abril de 2008)
Cantabria	Mataporquera (14 de julio de 2005)
Castilla-La Mancha	Villaluenga de la Sagra (30 de abril de 2008) Yeles (7 de marzo de 2006) Castillejo (25 de julio de 2005)

COMUNIDAD AUTÓNOMA	INSTALACIÓN
Castilla y León	La Robla (11 de junio de 2008) Torál de los Vados (3 de junio de 2008) Venta de Baños (17 de julio de 2007)
Cataluña	Alcanar (12 de abril de 2002) Montcada i Reixac (29 de abril de 2008) Santa Margarida i els Monjos (19 de enero de 2007) Sant Feliu de Llobregat (29 de abril de 2008) Sant Vicenç dels Horts (12 de mayo de 2006) Valcarca (13 de marzo de 2007) Vilanova i la Geltrú (5 de febrero de 2008)
Comunidad Valenciana	Sagunto (17 de diciembre de 2004) Buñol (22 de noviembre de 2006) Alicante (2 de agosto de 2007)
Extremadura	Alconera (4 de abril de 2005)
Galicia	Oural (8 de abril de 2008)
Islas Baleares	Lloseta (26 de junio de 2007)
Comunidad de Madrid	Morata de Tajuña (17 de noviembre de 2006)
Navarra	Olazagutía (7 de junio de 2007)
País Vasco	Añorga (8 de mayo de 2008) Arrigorriaga (25 de abril de 2008) Lemona (30 de abril de 2008)
Región de Murcia	Lorca (25 de agosto de 2008)

No obstante, cabe considerar que algunas de las instalaciones de producción de cemento realizaban valorización de residuos con anterioridad a la aparición de las Autorizaciones Ambientales Integradas, de acuerdo a autorizaciones anteriores existentes en el marco de la Ley 10/1998, de residuos. En el capítulo 6 se describe la situación de la valorización de residuos en el periodo 2004-2006.

En este capítulo se analizan las Autorizaciones Ambientales Integradas otorgadas por las Comunidades Autónomas. Es importante indicar que no todas las instalaciones señaladas como autorizadas están valorizando residuos, por diversos motivos como el plazo de adaptación de las instalaciones, o bien debido a motivos logísticos respecto de los residuos autorizados (como por ejemplo que sus poseedores los estén destinando a otras alternativas de gestión).

Se han analizado un total de 38 autorizaciones pertenecientes a 15 Comunidades Autónomas (Andalucía, Aragón, Asturias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Cataluña, Comunidad de Madrid, Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia, Islas Baleares, Navarra, País Vasco y Región de Murcia).

En este sentido, las Autorizaciones Ambientales Integradas analizadas se encuentran en consonancia con la normativa vigente, tanto a nivel comunitario (Directiva 96/61/CE, relativa a la prevención y al control de la contaminación), como estatal (Ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación), así como con la normativa desarrollada en la materia por parte de las diferentes Comunidades Autónomas.

5.1 AUTORIZACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS COMO COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

5.1.1 Residuos autorizados

De las 38 instalaciones analizadas 28 están autorizadas a valorizar residuos energéticamente.

Tabla 10. Instalaciones autorizadas para valorizar energéticamente residuos.

COMUNIDAD AUTÓNOMA	INSTALACIÓN	COMUNIDAD AUTÓNOMA	INSTALACIÓN
Andalucía	Carboneras Córdoba Gálor Jerez de la Frontera Torredonjimeno Málaga	Cataluña	Alcanar Montcada i Reixac Sant Feliu de Llobregat Vallcarca
		Comunidad Valenciana	Sagunto Buñol Alicante
Aragón	Morata de Jalón	Galicia	Oural
Asturias	Aboño	Islas Baleares	Lloseta
Cantabria	Mataporquera	País Vasco	Añorga Arrigorriaga Lemona
Castilla y León	La Robla Torl de los Vados Venta de Baños		
Castilla-La Mancha	Castillejo Villaluenga de la Sagra Yeles	Región de Murcia	Lorca



Existen 76 tipos de residuos autorizados a ser valorizados energéticamente, considerando cuatro dígitos de la Lista Europea de Residuos (LER). Los que se dan en un mayor número de Autorizaciones son los siguientes:

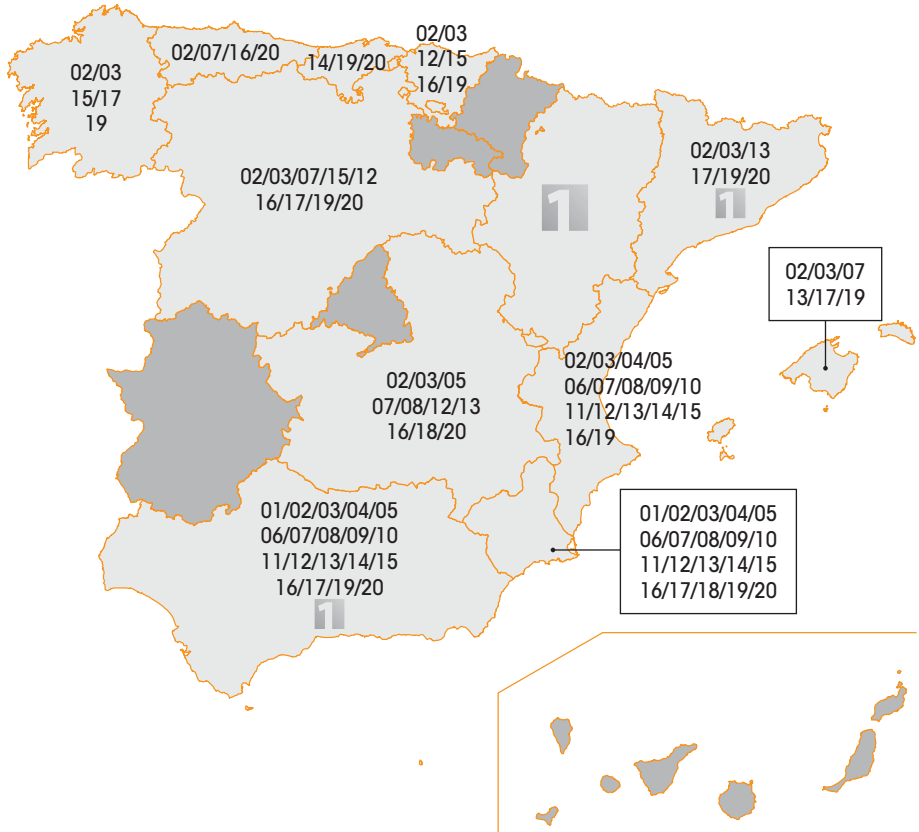
- Categoría de Vehículos al final de su vida útil (LER 1601), concretamente los neumáticos.
- Categoría de residuos de la fabricación y producción de carne, pescado y otros alimentos de origen animal (LER 0202), donde se incluyen combustibles preparados a partir de residuos de origen animal, como harinas cárnicas.

Las Comunidades Autónomas con un mayor número de instalaciones autorizadas a valorizar energéticamente residuos son Andalucía y Cataluña, seguidas de Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana y País Vasco.

Hay que indicar que en Alcanar y Morata de Jalón se ha autorizado a valorizar energéticamente biomasa vegetal, de manera que estas instalaciones no entran en el ámbito de aplicación del Real Decreto 653/2003, sobre incineración de residuos.

En la siguiente figura se indican los residuos autorizados para su valorización energética en las fábricas de cemento de las diferentes Comunidades Autónomas.

Figura 3. Residuos autorizados, por Comunidades Autónomas, para valorización energética en fábricas de cemento.



LER01	Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales
LER02	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos
LER03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón
LER04	Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil
LER05	Residuos del refinado del petróleo, de la purificación del gas natural y del tratamiento pirólítico del carbón
LER06	Residuos de procesos químicos inorgánicos
LER07	Residuos de procesos químicos orgánicos
LER08	Residuos de fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión
LER09	Residuos de la industria fotográfica
LER10	Residuos de procesos térmicos
LER11	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea
LER12	Residuos del modelado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos
LER13	Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19)
LER14	Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (excepto los de los capítulos 07 y 08)
LER15	Residuos de envases, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría
LER16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista
LER17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)
LER18	Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios)
LER19	Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial
LER20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente
	Biomasa vegetal

A continuación se presentan las setenta y seis tipologías de residuos autorizados para su valorización energética en el conjunto de las fábricas de cemento, detallando la categoría LER (cuatro dígitos) y su descripción.

LER	Descripción
0105	Lodos y otros residuos de perforaciones.
0201	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca.
0202	Residuos de la preparación y elaboración de carne, pescado y otros alimentos de origen animal.
0203	Residuos de la preparación y elaboración de frutas, hortalizas, cereales, aceites comestibles, cacao, café, té y tabaco; producción de conservas; producción de levadura y extracto de levadura, preparación y fermentación de melazas.
0204	Residuos de la elaboración de azúcar.
0205	Residuos de la industria de productos lácteos.
0206	Residuos de la industria de panadería y pastelería.
0207	Residuos de la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas (excepto café, té y cacao).
0301	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles.
0302	Residuos de los tratamientos de conservación de la madera.
0303	Residuos de la producción y transformación de pasta de papel, papel y cartón.
0401	Residuos de las industrias del cuero y de la piel.
0402	Residuos de la industria textil.
0501	Residuos del refinado de petróleo.
0506	Residuos del tratamiento pirolítico del carbón.
0602	Residuos de la FFDU de bases.
0613	Residuos de procesos químicos inorgánicos no especificados en otra categoría.
0701	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de productos químicos orgánicos de base.
0702	Residuos de la FFDU de plásticos, caucho sintético y fibras artificiales.
0703	Residuos de la FFDU de tintes y pigmentos orgánicos (excepto los del subcapítulo 06 11).
0704	Residuos de la FFDU de productos fitosanitarios orgánicos (excepto los de los códigos 02 01 08 y 02 01 09), de conservantes de la madera (excepto los del subcapítulo 03 02) y de otros biocidas.
0705	Residuos de la FFDU de productos farmacéuticos.
0706	Residuos de la FFDU de grasas, jabones, detergentes, desinfectantes y cosméticos.

LER	Descripción
0707	Residuos de la FFDU de productos químicos resultantes de la química fina y productos químicos no especificados en otra categoría.
0801	Residuos de la FFDU y del decapado o eliminación de pintura y barniz.
0802	Residuos de la FFDU de otros revestimientos (incluidos materiales cerámicos).
0803	Residuos de la FFDU de tintas de impresión.
0804	Residuos de la FFDU de adhesivos y sellantes (incluyendo productos de impermeabilización).
0901	Residuos de la industria fotográfica.
1001	Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión (excepto el capítulo 19).
1002	Residuos de la industria del hierro y del acero.
1003	Residuos de la termometalurgia del aluminio.
1004	Residuos de la termometalurgia del plomo.
1005	Residuos de la termometalurgia del zinc.
1006	Residuos de la termometalurgia del cobre.
1007	Residuos de la termometalurgia de la plata, oro y platino.
1008	Residuos de la termometalurgia de otros metales no féreos.
1011	Residuos de la fabricación del vidrio y sus derivados.
1101	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales (por ejemplo, procesos de galvanización, procesos de recubrimiento con zinc, procesos de decapado, grabado, fosfatación, desengrasado alcalino y anodización).
1201	Residuos del moldeado y tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos.
1203	Residuos de los procesos de desengrase con agua y vapor (excepto el capítulo 11).
1301	Residuos de aceites hidráulicos.
1302	Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes.
1303	Residuos de aceites de aislamiento y transmisión de calor.
1304	Aceites de sentinas.
1305	Restos de separadores de agua/sustancias aceitosas.
1307	Residuos de combustibles líquidos.
1308	Residuos de aceites no especificados en otra categoría.
1406	Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes de espuma y aerosoles orgánicos.
1501	Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal).

LER	Descripción
1502	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras
1601	Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos (excepto los de los capítulos 13, 14 y los subcapítulos 16 06 y 16 08).
1602	Residuos de equipos eléctricos y electrónicos.
1603	Lotes de productos fuera de especificación y productos no utilizados.
1605	Gases en recipientes a presión y productos químicos desechados.
1607	Residuos de la limpieza de cisternas de transporte y almacenamiento y de la limpieza de cubas (excepto los de los capítulos 05 y 13).
1608	Catalizadores usados.
1610	Residuos líquidos acuosos destinados a plantas de tratamiento externas.
1611	Residuos de revestimientos de hornos y refractarios.
1702	Madera, vidrio y plástico.
1703	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados.
1801	Residuos de maternidades, del diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades humanas.
1802	Residuos de la investigación, diagnóstico, tratamiento o prevención de enfermedades de animales.
1901	Residuos de la incineración o pirolisis de residuos.
1902	Residuos de tratamientos fisicoquímicos de residuos (incluidas la descromatación, descianuración y neutralización).
1903	Residuos estabilizados/solidificados.
1905	Residuos del tratamiento aeróbico de residuos sólidos.
1906	Residuos del tratamiento anaeróbico de residuos.
1908	Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales no especificados en otra categoría.
1909	Residuos de la preparación de agua para consumo humano o agua para uso industrial.
1910	Residuos procedentes del fragmentado de residuos que contienen metales.
1911	Residuos de la regeneración de aceites.
1912	Residuos del tratamiento mecánico de residuos (por ejemplo, dosificación, trituración, compactación, peletización) no especificados en otra categoría.
1913	Residuos de la recuperación de suelos y de aguas subterráneas.
2001	Fracciones recogidas selectivamente (excepto las especificadas en el subcapítulo 15 01).
2003	Otros residuos municipales.

En la Tabla 11 se presenta para cada tipología de residuo aquellas instalaciones donde está autorizada su valorización energética.

Tabla 11. Residuos autorizados para valorización energética por fábricas.

Notas: Las casillas sombreadas corresponden a residuos autorizados.

Los residuos indicados en la categoría "otros" corresponden a los residuos autorizados sin código LER asignado en la AAI.

	Andalucía										Aragón	Asturias	Cantabria	Castilla - La Mancha	Castilla y León			Cataluña	Comunidad Valenciana			Islas Baleares	Galicia	País Vasco	Región de Murcia				
	Jerez de la Frontera	Carboneras	Gádar	Torreónjimeno	Córdoba	Málaga	Morata de Jalón	Aboño	Mataporquera	Villaluenga de la Sagra					Yeles	Castillejo	La Robla		Toral de los Vados	Venta de Baños	Alcanar					Montcada i Reixac	Sant Feliu de Llobregat	Vallcarlos	Sagunto
0105																													
0201																													
0202																													
0203																													
0204																													
0205																													
0206																													
0207																													
0301																													
0302																													
0303																													
0401																													
0402																													
0501																													
0506																													
0602																													
0613																													
0701																													
0702																													

	Jerez de la Frontera	Carboneras	Gádor	Torredonjimeno	Córdoba	Málaga	Morata de Jalón	Aboño	Mataporquera	Villaluenga de la Sagra	Yeles	Castillejo	La Robla	Toral de los Vados	Venta de Baños	Alcanar	Montcada i Reixac	Sant Feliu de Llobregat	Vallcarca	Sagunto	Buñol	Alicante	Llisseta	Oural	Añorga	Arrigorriaga	Lemona	Lorca	
	Andalucía						Aragón	Asturias	Cantabria	Castilla - La Mancha			Castilla y León			Cataluña				Comunidad Valenciana		Islas Baleares		Galicia		País Vasco		Región de Murcia	
0703																													
0704																													
0705																													
0706																													
0707																													
0801																													
0802																													
0803																													
0804																													
0901																													
1001																													
1002																													
1003																													
1004																													
1005																													
1006																													
1007																													
1008																													
1011																													
1101																													
1201																													
1203																													
1301																													
1302																													
1303																													

	Andalucía										Aragón		Asturias	Cantabria	Castilla - La Mancha		Castilla y León		Cataluña				Comunidad Valenciana		Islas Baleares	Galicia	País Vasco		Región de Murcia	
	Jerez de la Frontera	Carboneras	Gádor	Torredonjimeno	Córdoba	Málaga	Morata de Jalón	Aboño	Matagorda	Villaluenga de la Sagra	Yeles	Castillejo	La Robla	Toral de los Vados	Venta de Baños	Alcanar	Montcada i Reixac	Sant Feliu de Llobregat	Vallcarca	Sagunto	Buñol	Alicante	Llaseata	Ourense	Añoaga	Arrigorriaga	Lemoña	Lorca		
1304																														
1305																														
1307																														
1308																														
1406																														
1501																														
1502																														
1601																														
1602																														
1603																														
1605																														
1607																														
1608																														
1610																														
1611																														
1702																														
1703																														
1801																														
1802																														
1901																														
1902																														
1903																														
1905																														
1906																														

	Jerez de la Frontera	Carboneras	Gádor	Torredonjimeno	Córdoba	Málaga	Morata de Jalón	Aboño	Matagorda	Villaluenga de la Sagra	Yeles	Castillejo	La Robla	Toral de los Vados	Venta de Baños	Alcanar	Montcada i Reixac	Sant Feliu de Llobregat	Vallcarca	Sagunto	Buñol	Alicante	Llisseta	Oural	Añorga	Arrigorriaga	Lemona	Lorca
	Andalucía						Aragón	Asturias	Cantabria	Castilla - La Mancha			Castilla y León			Cataluña			Comunidad Valenciana		Islas Baleares		Galicia	País Vasco		Región de Murcia		
1908																												
1909																												
1910																												
1911																												
1912																												
1913																												
2001																												
2003																												
Otros					Biomasa vegetal		Biomasa vegetal																					

En la siguiente tabla se muestran los residuos autorizados en cada fábrica, agrupados en las siguientes categorías:

- RESIDUOS DE BIOMASA
 - Biomasa forestal y restos vegetales procesados por la industria alimentaria.
 - Residuos de industrias cárnicas, que incluye harinas cárnicas y grasas animales.
 - Lodos de depuradora de aguas residuales urbanas.
 - Otros residuos de biomasa, que incluye residuos de envases y residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil.
- RESIDUOS CON CONTENIDO PARCIAL DE BIOMASA
 - Lodos de papelera, proceden del procesado de la pasta de papel y contienen celulosa y plástico.

- Combustible preparado a partir del rechazo de plantas de tratamiento de residuos municipales (CDR).
 - Neumáticos fuera de uso.
 - Residuos de fragmentación de vehículos fuera de uso.
- RESIDUOS DE ORIGEN FÓSIL
 - Residuos de hidrocarburos.
 - Aceites minerales usados.
 - Plásticos.
 - Disolventes, pinturas, barnices y otros residuos líquidos.
 - Otros.

Tabla 12. Categorías de residuos autorizados a valorización energética por fábricas.

Nota: Las casillas sombreadas corresponden a residuos autorizados. El detalle del código LER del residuo autorizado en cada caso está en la Tabla 10.

	Biomasa forestal y restos vegetales	Residuos de industrias cárnicas	Lodos EDAR urbanas	Otros residuos de biomasa	Lodos de papelera	CDR	Neumáticos	Residuos de fragmentación de VFU	Residuos de hidrocarburos	Aceites minerales usados	Plásticos	Disolventes, pinturas, barnices y otros residuos líquidos	Otros
Jerez de la Frontera													
Carboneras													
Gádor													
Torredonjimeno													
Córdoba													
Málaga													
Morata de Jalón													
Aboño													
Mataporquera													
Villalueva de la Sagra													

	Biomasa forestal y restos vegetales	Residuos de industrias cárnicas	Lodos EDAR urbanas	Otros residuos de biomasa	Lodos de papelera	CDR	Neumáticos	Residuos de fragmentación de VFU	Residuos de hidrocarburos	Aceites minerales usados	Plásticos	Disolventes, pinturas, barnices y otros residuos líquidos	Otros
Yeles													
Castillejo													
La Robla													
Toral de los Vados													
Venta de Baños													
Alcanar													
Montcada i Reixac													
Sant Feliu de Llobregat													
Vallcarca													
Sagunto													
Buñol													
Alicante													
Lloseña													
Oural													
Añorga													
Arrigorriaga													
Lemona													
Lorca													

5.1.2 Limitaciones respecto a la procedencia de los residuos

En este contexto, se ha observado el establecimiento de limitaciones respecto a la procedencia de los residuos a valorizar energéticamente en 16 de las 28 instalaciones donde se autoriza esta actividad. En general, se requiere que los residuos sean preparados por gestores autorizados; en ocasiones no aparece explícitamente mencionado en la AAI, pero sí en el proyecto de explotación (de acuerdo con la normativa en materia de residuos).

También es común la mención de que no podrán valorizarse energéticamente residuos con otras opciones de reciclaje y reutilización que sean viables, intentando reflejar la jerarquía de gestión de residuos consagrada tanto en la normativa comunitaria, como en la Ley 10/1998, de Residuos.

5.1.3 Características de los residuos requeridas

En relación a las características que deben cumplir los residuos para ser valorizados energéticamente, se observa diversidad entre los requisitos establecidos en las diferentes autorizaciones analizadas, tanto respecto a los parámetros evaluados como a los límites establecidos. No obstante, cabe considerar que las características varían en buena medida según el tipo de residuo utilizado. Así, por ejemplo, para neumáticos fuera de uso no es necesario limitar el contenido de metales porque se trata de una cantidad estable; o los elementos semivolátiles sólo se limitan en aquellos residuos que los puedan contener en cierta cantidad (principalmente algunos residuos peligrosos de origen industrial).

Asimismo, las características a cumplir también se ven influenciadas por la configuración de la instalación en cuestión y por las cantidades de metales u otros elementos presentes en las materias primas naturales.

- Se limita el **poder calorífico inferior** de los combustibles alternativos en 13 de las 28 instalaciones autorizadas a valorizar residuos energéticamente, con valores mínimos de 1.500 kcal/kg, con el objeto de optimizar los procesos de combustión en las plantas (en los casos en los que el residuo o la instalación lo requieran); también en ocasiones son puramente descriptivas y no responden a una limitación de proceso. Por ello, no se establecen de forma necesaria en todas las autorizaciones.
- La **granulometría** se considera en 5 autorizaciones, con valores muy heterogéneos, pudiéndose adaptar a los requerimientos de alimentación y combustión de cada horno y a cada residuo.
- Con el objetivo de mantener las emisiones sin que se vean afectadas con respecto a las que tienen lugar previamente a la alimentación de residuos, será o no necesario limitar ciertos parámetros en función del tipo de residuos, procedencia y variabilidad:

- El parámetro de los compuestos organohalogenados que típicamente se ha limitado en la fabricación de cemento es el **cloro**, con límites entre 0,1% y 2%, ya que puede generar problemas en los hornos (dependiendo de la configuración del horno y la composición de las materias primas) al favorecer la generación de pegaduras en éstos.
- Los límites máximos de **azufre**, en las 15 instalaciones en que se ha limitado, varían entre un 1% y 6%, dependiendo de la planta y el residuo. En general, en hornos de vía seca, las condiciones de captación de SO₂ en la torre de ciclones hacen que esta limitación no sea necesaria.
- En 14 de las 28 instalaciones autorizadas a valorizar residuos energéticamente se limita el contenido en metales pesados. Dependiendo de la instalación se limita el **mercurio** (10 ppm), **talio** (50 ó 100 ppm), conjunto de **cadmio y talio** (12-100 ppm) y/o conjunto de **cadmio, talio y mercurio** (100 ppm). En los casos en los cuales no hay establecidos valores límite, es debido a que no está autorizado el uso de residuos que puedan contener estos compuestos.
- En 14 instalaciones se fijan valores máximos de policlorobifenilos y policloroterfenilos (**PCBs y PCTs**), entre 10 y 50 ppm. En los casos en los cuales no hay establecidos valores límite, es debido a que no está autorizado el uso de residuos que puedan contener estos compuestos.

5.1.4 Características del proceso

En relación a las cantidades de residuos que se pueden tratar, en 10 de las 28 instalaciones autorizadas a valorizar energéticamente se establecen porcentajes máximos de sustitución. En otras instalaciones se establecen cantidades anuales.

Respecto a las temperaturas de funcionamiento, los límites recogidos en las Autorizaciones son los indicados por el Real Decreto 653/2003 para instalaciones en que se valoricen residuos (850°C o 1.100 °C cuando se valoricen residuos con más de un 1% de sustancias organohalogenadas).

Lo mismo ocurre con el tiempo de residencia de los gases, cuyos límites son los indicados por el Real Decreto 653/2003 para instalaciones en que se valoricen residuos (2 segundos).

5.1.5 Emisiones

El marco legal que establece las limitaciones de emisión es el Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos. En el Anexo II de dicho Real Decreto

se establecen los valores límite de emisión a la atmósfera para las cementeras que realicen valorización energética de residuos en sus hornos, salvo en los casos donde más del 40% del calor generado proceda de la combustión de residuos peligrosos, donde aplican los valores límite de emisión establecidos en el Anexo V (del Real Decreto 653/2003) para incineradoras. Así, los valores máximos establecidos en dicho Anexo II son los siguientes:

Tabla 13. Valores límite de emisión totales para hornos de cemento que coincieren residuos.

Contaminante		Concentración límite de emisión (mg/Nm ³ , salvo indicación)
Partículas totales		30 (50*)
NO _x		800 (500**) (1200*)
SO ₂		50 (***)
COT		10 (***)
HCl		10
HF		1
Dioxinas y furanos		0,1 ng I-TEQ/Nm ³
Metales pesados	Cd+Tl	0,05
	Hg	0,05
	Sb+ As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,5

(*) La Comunidad Autónoma podrá aplicar ese límite hasta el 1 de enero de 2008 a las instalaciones que quemen menos de 3 toneladas/hora de residuos

(**) Límite para hornos de cemento de nueva construcción

(***) La Comunidad Autónoma podrá autorizar exenciones en los casos en que el COT y el SO₂ no procedan de la combustión de residuos

Asimismo, en el caso del **monóxido de carbono (CO)** no se establecen unos valores límite de emisión a nivel estatal, ya que su emisión no es representativa de la calidad de la combustión en las instalaciones cementeras⁷.

Las Autonomías (autoridades competentes en materia medioambiental), en caso de que las condiciones locales del medio ambiente lo requieran, podrán proponer, si hay justificación técnica, el establecimiento de límites de emisión más bajos. Lo general

⁷ La autoridad competente puede fijarlos si así lo considera, pero cabe señalar que esta sustancia no es uno de los contaminantes específicos del sector cementero, que deba tener un límite de emisión, de acuerdo con el documento BREF del Cemento, sino que se suele controlar más bien como parámetro de control de proceso.

en las autorizaciones analizadas es que se mantengan los límites establecidos por la Comunidad Europea.

A continuación se presentan las limitaciones recogidas en las Autorizaciones Ambientales Integradas, para la concentración de contaminantes para los gases procedentes de los hornos de clínker.

- **Partículas sólidas totales (PST):** las plantas que realizan valorización de residuos tienen un límite de 30 mg/Nm³. Para plantas que no valorizan residuos el límite oscila entre 30 y 75 mg/Nm³, siendo 50 mg/Nm³ el límite más habitual en el 55% de éstas.
- **Óxidos de nitrógeno (NO_x):** el límite actual para plantas que valorizan residuos es 800 mg/Nm³. Para plantas que no valorizan el límite habitual es 1.200 mg/Nm³ (en el 65,5% de éstas), oscilando entre 500 mg/Nm³ (para instalaciones nuevas) y valores superiores a 1.200 mg/Nm³ en casos especiales.
- **Dióxido de azufre (SO₂):** en general el límite para las instalaciones que valorizan residuos oscila entre 20-950 mg/Nm³, puesto que aunque el Real Decreto 653/2003 establece un límite de 50 mg/Nm³, existe una exención en los casos en que el SO₂ no proceda de la combustión de residuos. Para instalaciones que no valorizan residuos los límites de emisión varían entre 200 y 2.400 mg/Nm³ (para un horno de vía semihúmeda), siendo 600 mg/Nm³ el más habitual (casi en el 52% de las fábricas que no valorizan residuos).
- **Carbono orgánico total (COT):** El Real Decreto 653/2003 establece un límite para instalaciones que valorizan residuos de 10 mg/Nm³, salvo para los casos en que el COT no proceda de la combustión de residuos. En estos casos autorizados, son habituales los límites comprendidos entre 30 y 100 mg/Nm³.
- **Ácido clorhídrico (HCl), ácido fluorhídrico (HF), metales pesados y dioxinas y furanos (PCDD/F):** sólo se establecen límites en aquellas instalaciones sometidas al Real Decreto 653/2003, de incineración de residuos, o para las nuevas instalaciones. En general, los límites establecidos respetan los indicados por el Real Decreto 653/2003.

Por otra parte cabe destacar que para las instalaciones que no valoricen residuos, los valores límite de emisión dependerán de la aplicación para esa instalación concreta y en su entorno local, de la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

5.2 AUTORIZACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE RESIDUOS Y SUBPRODUCTOS COMO MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Se ha considerado como materias primas alternativas, tanto aquellos residuos empleados como sustitutos del crudo (materia prima que entra en el horno), como aquéllos utilizados para moler junto con el clínker (como componentes del cemento), estando estos últimos normalizados según Norma UNE-EN 197-1 :2000 (cenizas volantes, escorias de alto horno, etc.)

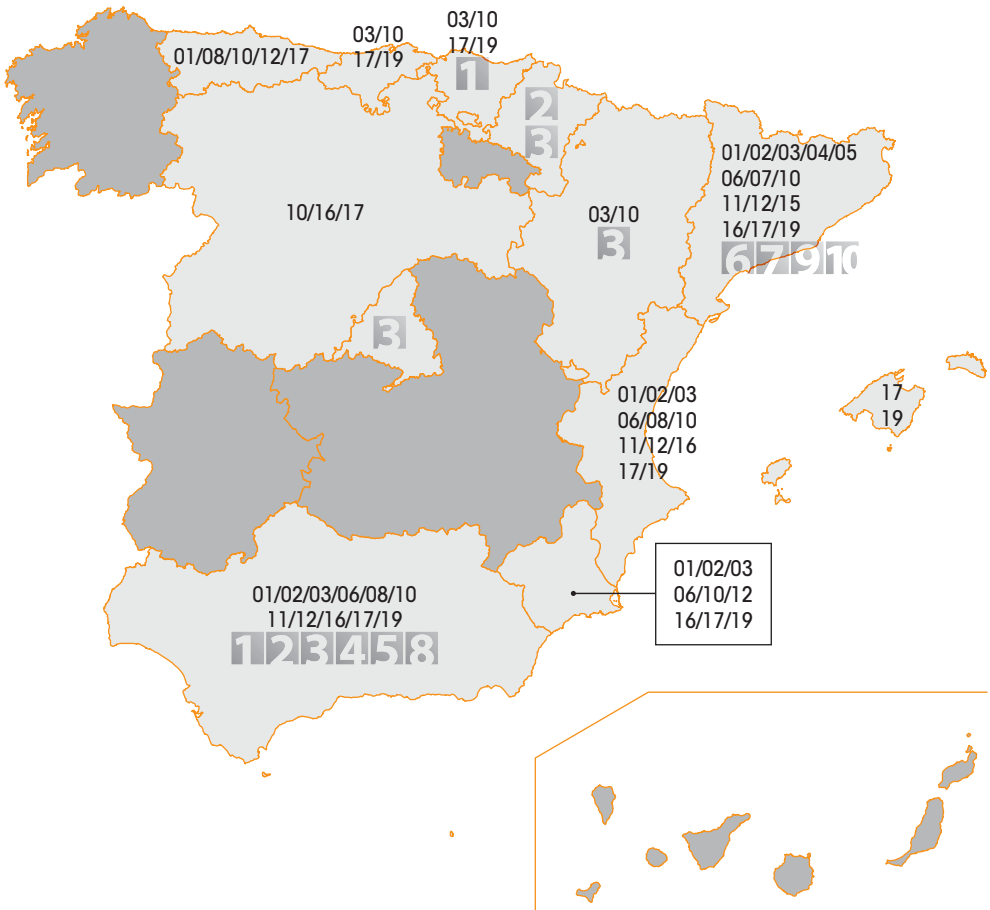
El trato que se realiza en relación a los residuos empleados como materias primas alternativas, el trato que se realiza en relación a los residuos empleados como materias primas alternativas en las diferentes autorizaciones es menos detallado que en el caso de la utilización de flujos residuales como combustibles. Así, existen autorizaciones donde no se indica el código LER por considerarse ese tipo de materiales como subproductos y no como residuos.

Tabla 14. Instalaciones con autorización explícita para utilizar residuos y subproductos como materias primas alternativas.

Comunidad Autónoma	Instalación
Andalucía	Carboneras Gádar Jerez de la Frontera Málaga
Aragón	Andorra Morata de Jalón
Asturias	Aboño
Cantabria	Mataporquera
Castilla y León	La Robla Torl de los Vados
Cataluña	Alcanar. Montcada i Rexac Sta. Margarida i els Monjos Vallcarca
Comunidad Valenciana	Sagunto Buñol Alicante
Islas Baleares	Lloseta
Comunidad de Madrid	Morata de Tajuña
Navarra	Olazagutía
País Vasco	Arrigorriaga Añorga Lemona
Región de Murcia	Lorca

En este contexto, en las 24 instalaciones donde se menciona de forma explícita el reciclaje de residuos y subproductos en el proceso (aunque alguna no incluye el código LER), se han identificado un total de 56 tipologías distintas (considerando cuatro dígitos LER). Los residuos que se encuentran autorizados en un mayor número de instalaciones son los residuos agrupados en la categoría de Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión (LER 1001), concretamente las cenizas volantes, y la de Residuos de la industria del hierro y el acero (LER 1002), en concreto las escorias de alto horno.

Figura 4. Residuos y subproductos autorizados, por Comunidades Autónomas, para valorización material en fábricas de cemento.



LER01	Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales
LER02	Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca; residuos de la preparación y elaboración de alimentos
LER03	Residuos de la transformación de la madera y de la producción de tableros y muebles, pasta de papel, papel y cartón
LER04	Residuos de las industrias del cuero, de la piel y textil
LER05	Residuos del refinado del petróleo, de la purificación del gas natural y del tratamiento pirrolítico del carbón
LER06	Residuos de procesos químicos inorgánicos
LER07	Residuos de procesos químicos orgánicos
LER08	Residuos de fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión
LER09	Residuos de la industria fotográfica
LER10	Residuos de procesos térmicos
LER11	Residuos del tratamiento químico de superficie y del recubrimiento de metales y otros materiales; residuos de la hidrometalurgia no férrea
LER12	Residuos del modelado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos
LER13	Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19)
LER14	Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (excepto los de los capítulos 07 y 08)
LER15	Residuos de envases, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría
LER16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista
LER17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)
LER18	Residuos de servicios médicos o veterinarios o de investigación asociada (salvo los residuos de cocina y de restaurante no procedentes directamente de la prestación de cuidados sanitarios)
LER19	Residuos de las instalaciones para el tratamiento de residuos de las plantas externas de tratamiento de aguas residuales y de la preparación de agua para consumo humano y de agua para uso industrial
LER20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente
1	Yeso artificial
2	Escorias de alto horno
3	Cenizas volantes
4	Esquistos encalcinados
5	Humo de sílice
6	Residuos de construcción y demolición
7	Lodos de clarificación de agua
8	Polvo de filtro híbrido
9	Carbonato cálcico
10	Escorias de horno eléctrico

Las principales categorías de materias primas alternativas autorizadas se muestran a continuación (en el apartado 6.1 se puede consultar una descripción de los mismos):

- Materias primas alternativas que se añaden al clínker **como componentes del cemento**:
 - Cenizas volantes.
 - Escorias de alto horno.
 - Sulfato ferroso.
 - Yeso artificial.
- Materias primas alternativas que entran a formar parte del crudo (materia prima del horno) **como sustitución de minerales**:
 - Estériles de mina.
 - Lodos de carbonatos.
 - Escorias negras siderúrgicas.
 - Otras escorias.
 - Cascarilla de hierro.
 - Polvo de mármol.
 - Material residual de otras industrias minerales.
 - Cenizas.
 - Espuma azucarera.
 - Cenizas de pirita.
 - Lodos férricos de alto horno.
 - Arena de fundición.
 - RCD (residuos de construcción y demolición).

Se establecen máximos de sustitución en el uso de materias primas alternativas en 13 de las 24 plantas que indican el uso de las mismas, con límites muy variables entre cada planta, desde 30.000 a 1.655.000 t/año, en función del tamaño de planta y tipo de residuo.

Para los residuos o subproductos que tradicionalmente se han empleado como materia prima alternativa no se considera necesario establecer limitaciones en su composición. Es el caso de adiciones como cenizas volantes, escorias y otros materiales normalizados.

Para otros residuos o subproductos, que por su procedencia puedan contener algún componente con potenciales efectos negativos sí se han establecido limitaciones en determinadas sustancias (halógenos, cloro, flúor, azufre, mercurio, cadmio, talio, etc.), en concreto en 10 autorizaciones, en función de factores diversos como el tipo y procedencia del residuo, las cantidades empleadas y las características de la instalación.

Capítulo 6 ▶ Inventario por comunidades autónomas del reciclado y la valorización energética de residuos en fábricas de cemento

Las instalaciones de producción de cemento en España presentaron en el periodo 2004-2006 los consumos de materias primas y combustibles alternativos que se detallan a continuación. Los datos han sido obtenidos a partir del análisis de los consumos realizados por 41 plantas cementeras, correspondientes a las 37 fábricas integrales en funcionamiento (Andorra dispone de AAI pero no está en funcionamiento) y 4 molindas.

El detalle de los consumos de materias primas y combustibles alternativos realizados en cada Comunidad Autónoma se presenta en el Anexo I.

6.1 CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS

Las fábricas de cemento presentan grandes posibilidades para aprovechar parte de los residuos minerales generados por otros procesos industriales:

- Por tener composición similar a la de sus materias primas. En este caso los residuos se emplean en la preparación inicial de las materias primas o "crudo".
- Por mejorar las prestaciones de los cementos. Estos residuos se pueden añadir como adiciones en la molienda del clínker junto con otros minerales, para dar lugar al cemento.

En el presente estudio se ha considerado como materias primas alternativas, tanto aquellos residuos empleados como sustitutos del crudo como aquellos utilizados como adiciones al clínker (como componentes del cemento), estando estas últimas reguladas según la norma europea EN 197-1:2000 (cenizas volantes, escorias de alto horno, etc).

Las instalaciones cementeras que durante los años 2004, 2005 y 2006 emplearon materias primas alternativas en sus procesos productivos fueron 39 del total de las 41 plantas analizadas.

En este periodo llegaron a emplearse un total de dieciocho tipologías distintas de materias primas alternativas:

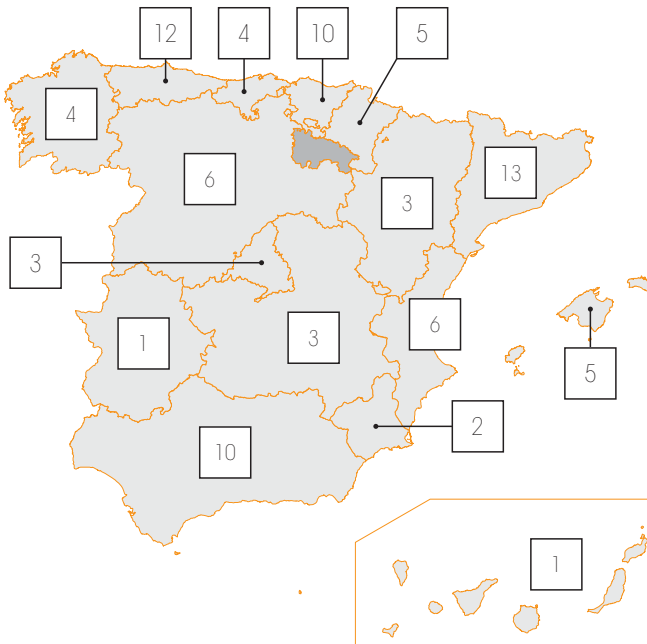
- Materias primas alternativas que se añaden al clínker **como componentes del cemento**:
 - **Cenizas volantes**: procedentes de la combustión del carbón en instalaciones de generación de energía eléctrica.
 - **Escorias de alto horno**: material no metálico formado por silicatos y otras bases producto de la fusión del hierro en un alto horno.
 - **Sulfato ferroso**: esta sustancia se añade comúnmente a los cementos desde la entrada en vigor de la Directiva 2003/53/CEE del Consejo, respecto a la limitación de la comercialización y el uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos (nonilfenol, etoxilatos de nonilfenol y cemento). En ocasiones se trata de una sustancia química comercial, aunque en la mayoría de los casos procede del proceso de fabricación de dióxido de titanio, en el que se genera como subproducto. Por ello en el presente estudio se ha considerado como residuo a efectos de presentar estadísticas.
 - **Yeso artificial**: procede de la desulfuración de gases en grandes instalaciones de combustión.

- Materias primas alternativas que entran a formar parte del crudo (materia prima del horno) **como sustitución de minerales**:
 - **Estériles de mina**: material procedente de explotaciones mineras.
 - **Lodos de carbonatos**: lodos de distintos procesos industriales que contienen carbonato cálcico, principal componente necesario para fabricar clínker. Suelen proceder del proceso de fabricación de pasta de celulosa.
 - **Escorias negras siderúrgicas**: residuos procedentes de la fabricación de acero en hornos eléctricos.
 - **Otras escorias**
 - **Cascarilla de hierro**: compuesto principalmente por óxidos de hierro, procedentes de procesos de fundición.
 - **Polvo de mármol**: residuo generado por la industria de la piedra natural.
 - **Material residual de otras industrias minerales**: minerales residuales del aprovechamiento de rocas minerales, asimilables a calizas o margas.
 - **Cenizas (de procesos térmicos)**: suelen contener óxidos de sílice y calcio, y aluminio que, por ejemplo, proceden de procesos de combustión de lodos de papeleras.
 - **Espuma azucarera**: material residual del proceso de fabricación de azúcar de remolacha, que contiene carbonato cálcico.
 - **Cenizas de pirita**: residuo que queda al tostar la pirita para la obtención de ácido sulfúrico.

- **Lodos férricos de alto horno:** residuo de la industria siderúrgica.
- **Arena de fundición:** principal residuo de la industria de fundición de metales.
- **RCD** (residuos de construcción y demolición).

Cataluña fue la Comunidad Autónoma con una mayor variedad de materias primas alternativas empleadas en sus instalaciones, con un total de 13 tipologías distintas en el periodo 2004-2006. La siguieron Asturias, donde se emplearon 12 tipologías distintas, y el País Vasco y Andalucía con 10.

Figura 5. Número de tipologías de materias primas alternativas consumidas por Comunidades Autónomas (periodo 2004-2006).



El consumo total de materias primas alternativas empleadas en España ascendió a 5.546.102, 6.117.321 y 5.965.042 toneladas durante los años 2004, 2005 y 2006 respectivamente. En el año 2005 se produjo un incremento del consumo y posteriormente en 2006 un leve descenso del mismo, manteniéndose, no obstante la tendencia creciente en este periodo concreto.

Gráfico 3. Evolución del consumo total en España de materias primas alternativas durante 2004, 2005 y 2006, por acumulación de consumos autonómicos (toneladas).

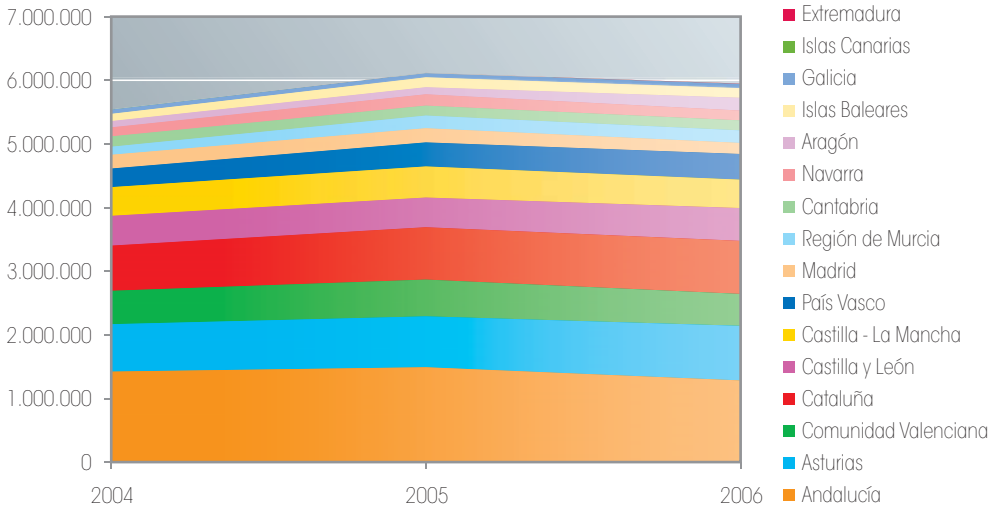
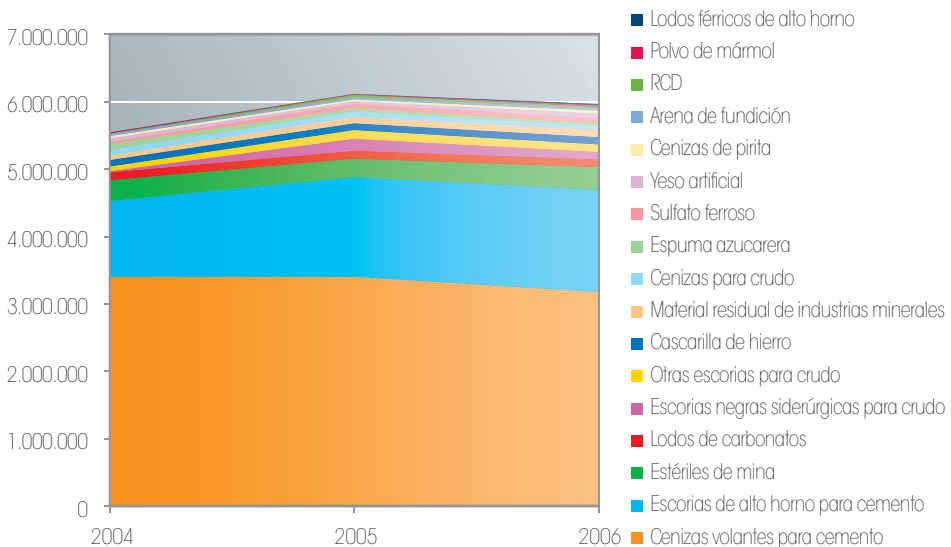


Gráfico 4. Evolución del consumo total en España de materias primas alternativas durante 2004, 2005 y 2006, según tipologías de materias primas (toneladas).



Andalucía fue la Comunidad Autónoma que consumió mayor cantidad de materias primas alternativas durante el periodo 2004-2006, seguida de Asturias y Cataluña, como se observa en el Gráfico 5.

Gráfico 5. Consumos totales anuales de materias primas alternativas por Comunidades Autónomas durante 2004, 2005 y 2006 (toneladas).

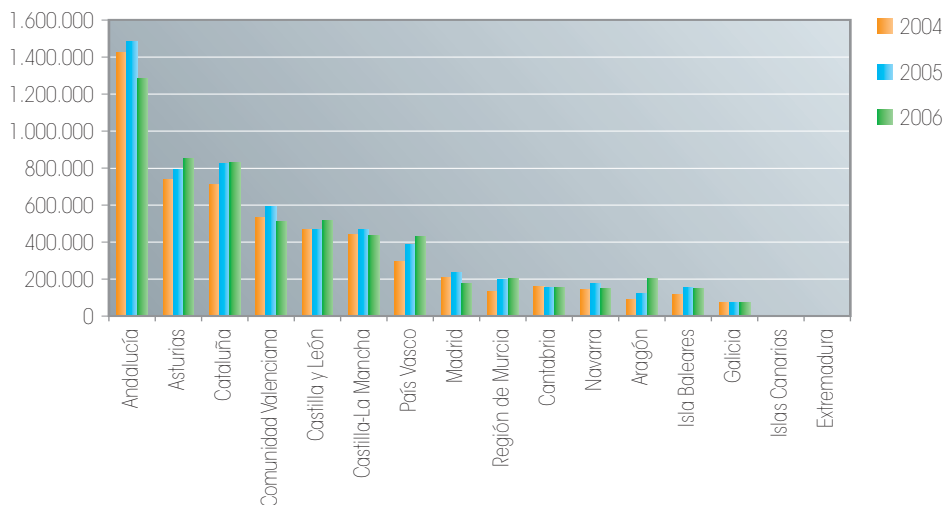
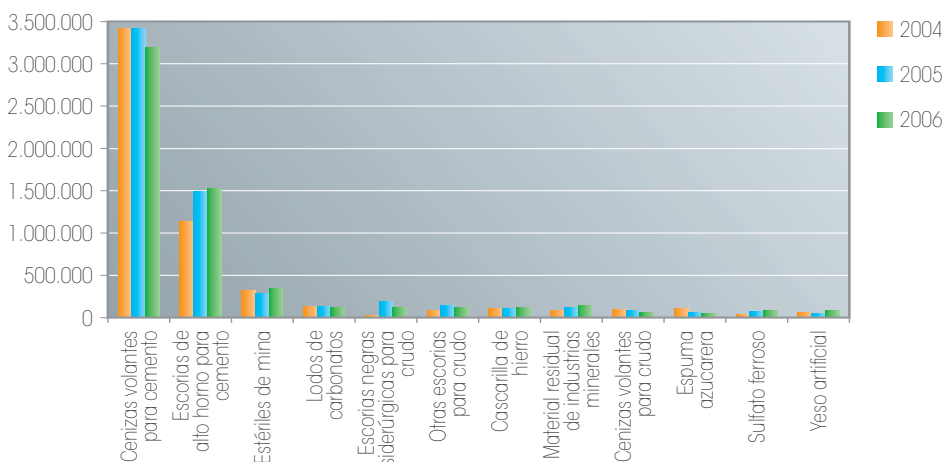
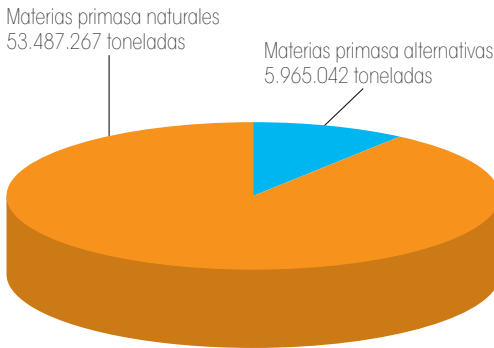


Gráfico 6. Evolución del consumo total en España de los diferentes tipos de materias primas alternativas (con consumos >100.000 toneladas) durante 2004, 2005 y 2006 (toneladas).



De todas las materias primas alternativas utilizadas como adición al cemento, las más empleadas fueron las cenizas volantes (más de 3 Mt/año), y las escorias de alto horno (más de 1 Mt/año). Seguidas de los estériles de mina, de los que se consumieron alrededor de 300.000 toneladas anuales, mientras que los consumos del resto de materias primas alternativas fueron bastante inferiores.

Gráfico 7. Consumo de materias primas naturales y alternativas (2006).



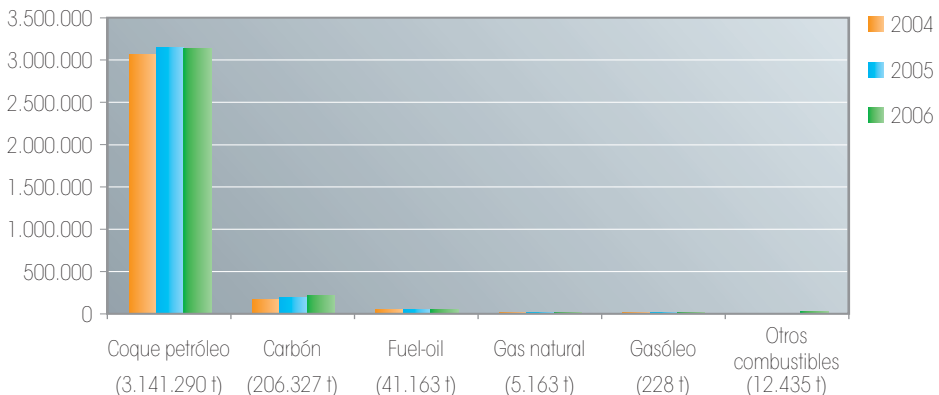
En el año 2006 se emplearon casi 6 millones de toneladas de materias primas alternativas, que supusieron el 11% del consumo de materias primas totales.

6.2 CONSUMOS DE COMBUSTIBLES

Las instalaciones cementeras durante los años 2004, 2005 y 2006 emplearon diferentes tipologías de combustibles para el desarrollo de su actividad: combustibles tradicionales o fósiles, y combustibles alternativos, estos últimos únicamente en 24 de las 37 fábricas con horno de clínker analizadas.

Gráfico 8. Evolución del consumo total en España de combustibles tradicionales durante 2004, 2005 y 2006 (toneladas).

Nota: el dato indicado entre paréntesis corresponde al año 2006.



El consumo total de combustibles tradicionales en España (considerando las 37 plantas con horno de clínker) ascendió a 3.266.291, 3.384.063 y 3.406.606 toneladas durante los años 2004, 2005 y 2006 respectivamente.

Para los combustibles alternativos, el consumo total realizado fue de 181.904, 261.468 y 298.114 toneladas durante los años 2004, 2005 y 2006. Así pues, el uso de combustibles alternativos supuso un 2,8%, 3,8% y 4,2% en energía respecto al consumo total de combustibles en cementeras durante los años del periodo 2004-2006, un porcentaje reducido pero con tendencia al aumento anual.

Se utilizaron trece tipologías diferentes de combustibles alternativos, siendo Andalucía, Murcia y País Vasco las Comunidades donde se empleó una mayor diversidad de tipologías:

RESIDUOS DE BIOMASA

- Biomasa forestal
- Serrín impregnado
- Otra biomasa (celulosa o residuos vegetales procesados por la industria alimentaria)
 - Harinas cárnicas
- Grasas animales o aceites vegetales
- Lodos de depuradora

RESIDUOS CON CONTENIDO PARCIAL DE BIOMASA

- Neumáticos fuera de uso

RESIDUOS DE ORIGEN FÓSIL

- Residuos de hidrocarburos
 - Aceites minerales
 - Plásticos
 - Disolventes
 - Otros

La flexibilidad de los hornos cementeros para cambiar de combustible hace que las cantidades empladas puedan variar, por ejemplo si se desarrollan otras vías de recuperación o reciclaje para un residuo

Figura 6. Número de tipologías de combustibles alternativos consumidos por Comunidades Autónomas (periodo 2004-2006).

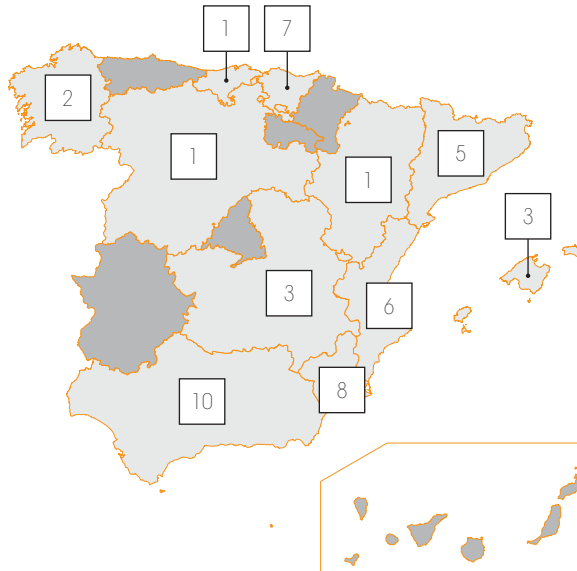
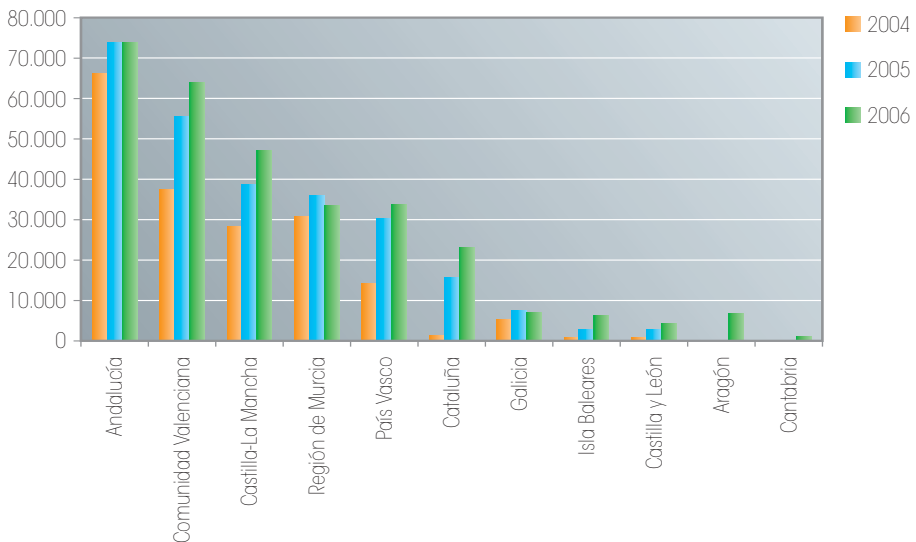


Gráfico 9. Consumo de combustibles alternativos por Comunidades Autónomas durante 2004, 2005 y 2006 (toneladas).



El consumo de combustibles alternativos fue variable en cada Comunidad Autónoma. La Comunidad Autónoma con el mayor consumo de combustibles alternativos fue Andalucía, con consumos de 66.001, 73.607 y 73.545 toneladas en 2004, 2005 y 2006, respectivamente. Por debajo se posicionó la Comunidad Valenciana con 37.112, 55.328 y 63.762 toneladas anuales en 2004, 2005 y 2006, seguida de Castilla-La Mancha la cual consumió 27.962, 38.516 y 46.897 toneladas de combustibles alternativos en los mismos años de referencia.

El porcentaje de empleo de residuos como combustibles alternativos en relación al total de combustibles consumidos por Comunidad Autónoma muestra cómo los combustibles alternativos se emplearon en menor proporción que los tradicionales, no alcanzando en ninguna de las Comunidades Autónomas el 30% anual (de sustitución energética).

Figura 7. Porcentaje de sustitución energética de combustibles alternativos por Comunidad Autónoma.

Nota: el porcentaje indicado corresponde al año 2006.

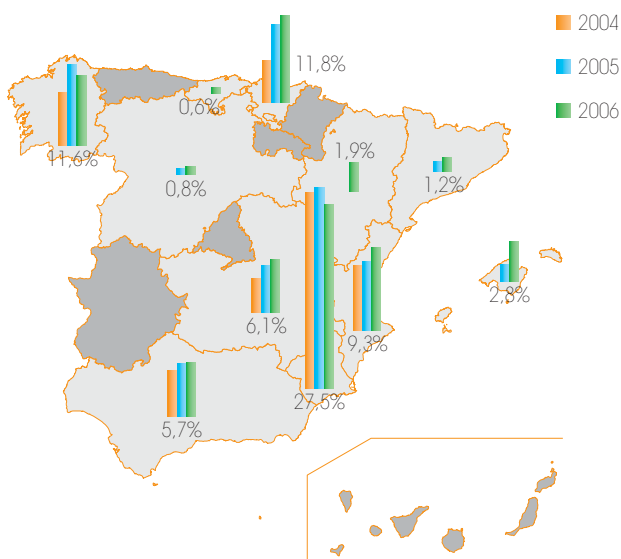


Tabla 15. Porcentajes de sustitución (en energía) de los combustibles alternativos por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	2004	2005	2006
Andalucía	5,3%	5,7%	5,7%
Aragón	0%	0%	1,9%
Cantabria	0%	0%	0,6%
Castilla y León	0%	0,5%	0,8%
Castilla-La Mancha	3,6%	5,2%	6,1%
Cataluña	0,1%	0,8%	1,2%
Comunidad Valenciana	7,7%	7,5%	9,3%
Galicia	8,7%	13,3%	11,6%
Islas Baleares	0%	1,1%	2,8%
País Vasco	6,1%	10,7%	11,8%
Región de Murcia	25,2%	29,5%	27,5%
Media	2,8%	3,8%	4,2%

Gráfico 10. Evolución del consumo en España de combustibles alternativos durante 2004, 2005 y 2006 (toneladas).

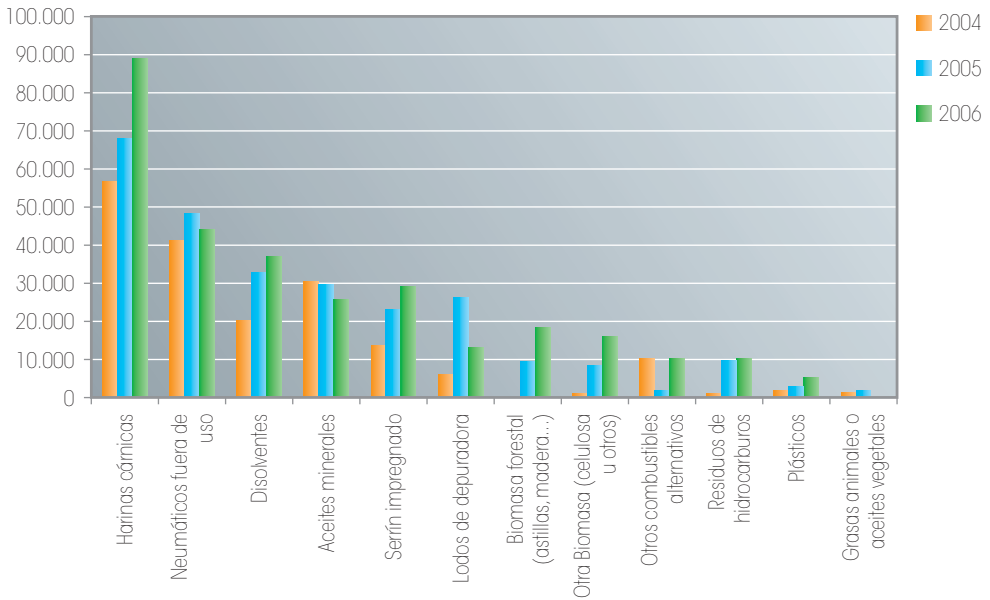
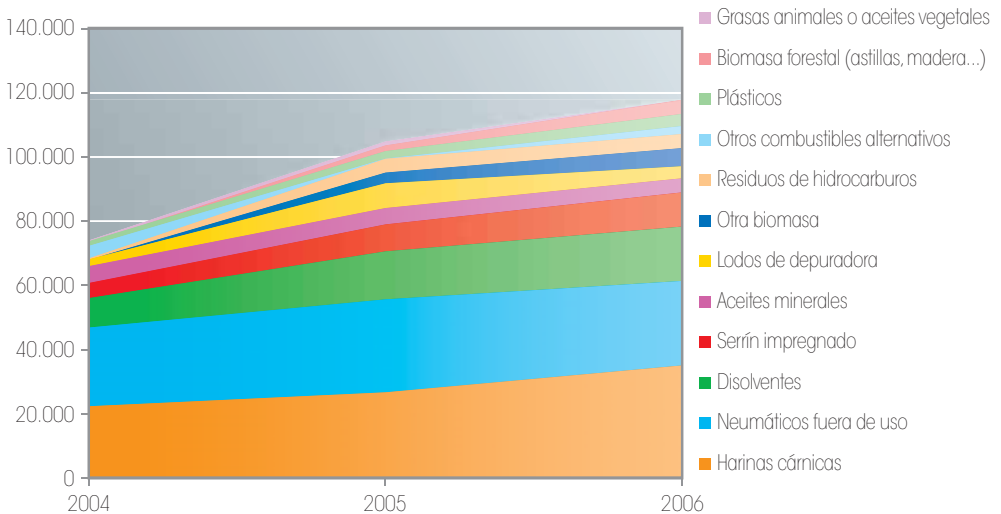


Gráfico 11. Evolución de la generación energética acumulada en España a partir de los diferentes tipos de combustibles alternativos durante 2004, 2005 y 2006 (tep).



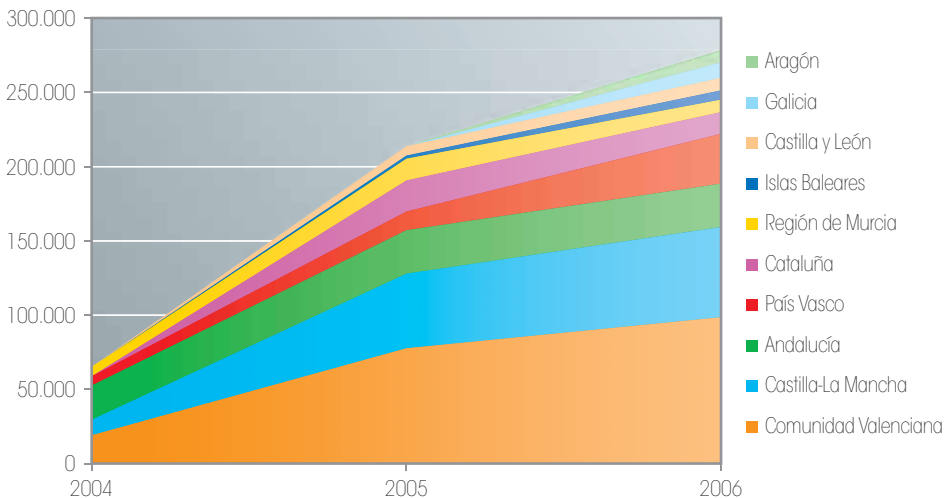
En términos energéticos, se alcanzó un consumo energético mediante combustibles alternativos de $7,42 \cdot 10^4$, $1,05 \cdot 10^5$ y $1,18 \cdot 10^5$ tep⁷ en 2004, 2005 y 2006. Los combustibles alternativos con mayor aportación térmica fueron las harinas cárnicas, los neumáticos fuera de uso y los disolventes, como se observa en el Gráfico 10.

6.3 EMISIONES AHORRADAS POR LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

El sector cementero es una actividad comprometida con la reducción de gases de efecto invernadero. Tanto el uso de combustibles como otros procesos de producción son fuentes de emisión de estos gases. La valorización energética de residuos, así como la valorización material son medidas para permitir un menor impacto en cuanto a niveles de emisión de gases de efecto invernadero por estas actividades.

El ahorro asociado de estos gases debido a la valorización energética de residuos en instalaciones cementeras es una ventaja importante. El concepto de ahorro de gases de efecto invernadero se expresa a través de toneladas de CO₂ equivalentes, y en el caso de la valorización de residuos se entiende como las toneladas de CO₂ emitidas por los combustibles alternativos procedentes de biomasa que no son computables

Gráfico 12. Evolución de las emisiones de CO₂ evitadas en España por valorización energética en plantas cementeras durante 2004, 2005 y 2006 (toneladas).



7 Toneladas equivalentes de petróleo.

debido a que el CO_2 emitido por la combustión de estos está en equilibrio con la cantidad de CO_2 que toman las plantas del aire en el proceso de fotosíntesis, por lo que no se incrementa la cantidad total de CO_2 atmosférico. Aparte del ahorro de emisiones a través de la valorización de biomasa también existen otros ahorros de emisiones asociados al empleo de combustibles alternativos (emisiones evitadas en caso de haber destinado los residuos a otras finalidades, transporte de los combustibles fósiles...), que no han sido calculados en el presente estudio, por lo que los beneficios de estos combustibles serían en realidad todavía mayores a los indicados.

En las plantas cementeras analizadas se han obtenido unos niveles de ahorro de CO_2 en 2004, 2005 y 2006, de 64.456, 213.586 y 278.217 toneladas respectivamente. Tal y como se muestra en la gráfica siguiente, los niveles de ahorro acumulados por cada Comunidad Autónoma han ido aumentando cada año, cuadruplicándose las toneladas de CO_2 evitadas.

Capítulo 7 ▶ Principales conclusiones

Este estudio sobre reciclado y valorización de residuos, se configura como el más completo y exhaustivo sobre la materia, realizado hasta la fecha en el sector cementero español.

En el mismo, se comienza por presentar los datos de generación y gestión de residuos generados en nuestro país susceptibles de ser valorizados en plantas cementeras y con datos disponibles. Después se analiza el marco normativo aplicable a la valorización de residuos, pasando a continuación a realizar una descripción de las tecnologías disponibles para la preparación de combustibles alternativos en instalaciones de producción de cemento. El estudio incluye asimismo, un profundo análisis de las autorizaciones ambientales integradas concedidas a todas las plantas cementeras, centrándose en lo relativo tanto a la utilización de residuos como combustibles alternativos, como al empleo de los mismos como materias primas alternativas. Finalmente se efectúa un inventario por Comunidades Autónomas, de los consumos de materias primas y de combustibles alternativos realizados por las 37 fábricas integrales en funcionamiento y por 4 molindas (inventario efectuado en base a cuestionarios remitidos directamente a las plantas).

Las principales conclusiones y resultados de este estudio son las que se recogen a continuación.

En consonancia con lo indicado en el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015, es necesario establecer protocolos para mejorar la información sobre la generación y gestión de los residuos en España, ya que **no existe información actualizada, ni una adecuada homogeneidad entre los datos disponibles en las diferentes Comunidades Autónomas**, lo que dificulta su comparación.

Pese a lo indicado, una de las primeras conclusiones claras del presente trabajo, ya contemplada en otro estudio realizado por la FUNDACIÓN CEMA⁸, es el **elevado peso del vertido como opción prioritaria de gestión de los residuos en España**.

En cuanto al marco normativo aplicable a la valorización, existen dos tipologías de legislación aplicable.

8 Valorización de Residuos en la Industria Cementera Europea: Estudio Comparado. Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente (realizado por Alonso & Asociados)

Una sería la relativa a la regulación de actividades, reflejada en la normativa que tanto a nivel comunitario como estatal regula la concesión de las Autorizaciones Ambientales Integradas (Directiva 96/61/CE y Ley 16/2002) en las que se concede o no el permiso para valorizar y se especifican los mecanismos de control.

La otra sería la legislación específica en materia de residuos. En la misma estarían las normas con rango de Ley que tanto a nivel estatal, caso de la Ley 10/1998, de residuos, como a nivel autonómico, recogen la jerarquía de gestión de residuos.

Junto con esta normativa general, coexisten disposiciones que señalan objetivos de valorización concretos para determinadas tipologías de residuos (envases y residuos de envases, vehículos al final de su vida útil, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos), o por ejemplo el Real Decreto 653/2003, sobre incineración de residuos, donde se establecen los límites de emisión a la atmósfera para aquellas instalaciones que coincidieran residuos, caso de las plantas cementeras.

La utilización de residuos como combustible alternativo en los hornos de clínker durante el proceso de producción de cemento, constituye una **práctica que se ajusta plenamente a la jerarquía de residuos** comentada anteriormente, y en la que, ante la imposibilidad técnica y material de reutilizar y reciclar el cien por cien de los residuos, se debería priorizar su utilización antes de enviar los residuos a vertedero.

En relación a las tecnologías disponibles para la preparación de combustibles alternativos existe una amplia variedad de opciones que permiten la obtención de combustibles con las características necesarias para garantizar un buen comportamiento, tanto industrial como ambiental, de los combustibles obtenidos. Todas ellas incluyen una selección inicial, y una trituración (en el caso de combustibles sólidos) u homogeneización (en combustibles líquidos); adicionalmente se realiza un filtrado para eliminar los impropios y se los somete a un proceso de secado para reducir la humedad de los mismos. Si la instalación dispone de los sistemas de alimentación especialmente diseñados, hay residuos que pueden alimentarse sin trituración, como los neumáticos enteros. Las harinas cárnicas son sometidas a un proceso de esterilización en las condiciones ambientales establecidas en el Reglamento (CE) 1774/2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano. Los lodos de depuradora se someten a un secado previo.

En relación a las Autorizaciones Ambientales Integradas, se han analizado las 38 autorizaciones otorgadas a las cementeras integrales (fábricas que disponen de horno de clínker y molienda). **Todas se encuentran en consonancia con la legislación vigente**, tanto a nivel comunitario, como estatal, así como con la normativa desarrollada por parte de las diferentes Comunidades Autónomas. Resaltar que los parámetros a controlar y los límites de emisión son más exigentes en el caso de realizar valorización energética.

De éstas, son **28 las instalaciones autorizadas a realizar valorización energética**, aunque no todas están valorizando residuos. En este sentido, las Comunidades Autónomas con un mayor número de instalaciones autorizadas a valorizar energéticamente residuos son Andalucía y Cataluña, seguidas de Castilla-La Mancha, la Comunidad Valenciana y el País Vasco.

Existen **76 tipos de residuos autorizados a ser valorizados energéticamente**, considerando cuatro dígitos de la Lista Europea de Residuos (LER). Los que se dan en un mayor número de Autorizaciones son los siguientes:

- Categoría de Vehículos al final de su vida útil (LER 1601), concretamente los neumáticos.
- Categoría de residuos de la fabricación y producción de carne, pescado y otros alimentos de origen animal (LER 0202), donde se incluyen combustibles preparados a partir de residuos de origen animal, como harinas cárnicas.

En relación a las características que deben cumplir los residuos para ser valorizados energéticamente, existe diversidad en los requisitos establecidos en las distintas autorizaciones, tanto en los parámetros evaluados como en los límites establecidos, en función del tipo de residuo a utilizar, la configuración de la instalación y las cantidades de metales u otros elementos presentes en las materias primas naturales. Así, por ejemplo, para neumáticos fuera de uso no es necesario limitar el contenido de metales porque se trata de una cantidad estable; o los elementos semivolátiles sólo se limitan en aquellos residuos que por su origen los puedan contener en cierta cantidad.

En cuanto a las características del proceso de valorización energética de residuos, respecto a la temperatura de funcionamiento y el tiempo de residencia de los gases, **los límites recogidos en las autorizaciones son los indicados por el Real Decreto**

653/2003 (850°C o 1.100°C cuando se valoricen residuos con más de un 1% de sustancias organohalogenadas, y 2 segundos de tiempo de retención de los gases a esas temperaturas).

En relación a la valorización material, en **24 instalaciones se contempla** de forma explícita **el reciclado de residuos para su empleo como materias primas alternativas** en el proceso de producción de cemento, identificando 56 tipologías de residuos autorizadas, siendo los residuos agrupados en las categorías de Residuos de centrales eléctricas y otras plantas de combustión (LER 1001), donde se encuentran las cenizas volantes, y de residuos de la industria del hierro y el acero (LER 1002), en concreto las escorias de alto horno, los que están autorizados en un mayor número de instalaciones.

Para los residuos o subproductos que tradicionalmente se han empleado como materia prima alternativa no se considera necesario establecer limitaciones en su composición. Es el caso de adiciones como cenizas volantes, escorias y otros materiales normalizados.

Para otros residuos o subproductos, que por su procedencia puedan contener algún componente con potenciales efectos negativos sí se han establecido limitaciones en determinadas sustancias (halógenos, cloro, flúor, azufre, mercurio, cadmio, talio, etc.), en concreto en 10 autorizaciones, en función de factores diversos como el tipo y procedencia del residuo, las cantidades empleadas y las características de la instalación.

En relación a la situación actual del reciclado de residuos en la industria cementera, el **consumo total de materias primas alternativas en España ascendió a 5.546.102, 6.117.321 y 5.965.042 toneladas en 2004, 2005 y 2006**, respectivamente. Se observa una tendencia creciente y se trata de una actividad a seguir desarrollando, dado el potencial de la misma, tal y como apunta el hecho de que existan 56 tipologías de residuos (con cuatro dígitos LER) autorizadas en las Autorizaciones Ambientales Integradas otorgadas. Las cenizas volantes (más de 3 Mt/año) y las escorias de alto horno (más de 1Mt/año) fueron las materias primas alternativas más utilizadas como adición al cemento.

En relación a la valorización energética, en los años 2004, 2005 y 2006 se valorizaron 181.904, 261.468 y 298.148 toneladas de residuos, respectivamente, que equivalen a un **2,8%, 3,8% y 4,2% de sustitución en energía** respecto al consumo total de combusti-

bles en cementeras, un porcentaje reducido pero con tendencia al aumento anual. Además, la valorización de biomasa en instalaciones de producción de cemento **evitó la emisión a la atmósfera de 64.456, 213.586 y 278.217 toneladas de CO₂** respectivamente en cada uno de los años de este periodo.

Pese a la tendencia al crecimiento, los datos reflejan un amplio potencial de incremento de la valorización energética hasta llegar a los porcentajes de otros países europeos, ya que existen 76 tipologías de residuos (considerando cuatro dígitos LER) cuya valorización se encuentra autorizada actualmente en el conjunto de las cementeras de España.

En este sentido, pese al amplio potencial de incremento en las diferentes instalaciones, cabe considerar la existencia de Comunidades Autónomas con mayores posibilidades que otras para incrementar su utilización. Es el caso por ejemplo de Cataluña, Comunidad con la mayor capacidad de producción de cemento instalada pero con una aportación menor a su peso respecto a cantidades totales valorizadas energéticamente y a las emisiones de CO₂ evitadas asociadas; o la Comunidad de Madrid, que tiene una gran generación de residuos y dispone de la fábrica de mayor tamaño de España.

Por estos motivos se considera necesario el impulso del reciclaje y la valorización energética de residuos en las instalaciones de producción de cemento, así como la consideración de las mismas en la planificación relativa a los residuos y a la mitigación del cambio climático.

Anexo I ► Consumos de materias primas y combustibles detallados por comunidades autónomas

CONSUMOS DE MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS (en toneladas)

Consumos totales de materias primas alternativas por Comunidad Autónoma			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	1.422.978	1.489.839	1.283.406
Asturias	737.017	793.169	851.773
Cataluña	709.520	822.980	832.970
Comunidad Valenciana	533.276	586.391	509.870
Castilla y León	470.871	469.266	517.960
Castilla-La Mancha	442.527	470.860	435.352
País Vasco	297.933	388.331	423.670
Comunidad de Madrid	210.790	229.536	174.453
Región de Murcia	132.605	196.755	198.931
Cantabria	161.767	152.719	155.486
Navarra	144.773	170.391	151.111
Aragón	92.071	122.002	205.211
Isla Baleares	115.316	149.392	147.508
Galicia	72.350	73.714	72.708
Islas Canarias	2.308	1.295	1.659
Extremadura	0	680	2.973
Totales anuales	5.546.102	6.117.321	5.965.042

Consumo de cenizas volantes para cemento por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	863.401	776.450	684.968
Castilla y León	464.238	453.316	486.673
Castilla-La Mancha	438.993	467.121	431.400
Comunidad Valenciana	360.308	317.095	250.537
Cataluña	173.765	272.567	225.162
Asturias	241.754	209.087	187.456
Comunidad de Madrid	205.147	220.363	165.066
País Vasco	156.211	167.297	162.700

CCAA	2004	2005	2006
Aragón	89.042	118.493	195.774
Cantabria	126.909	113.898	103.704
Navarra	95.630	93.903	96.997
Islas Baleares	86.401	87.131	81.562
Galicia	59.450	65.070	62.270
Región de Murcia	42.016	42.185	42.388
Totales anuales	3.403.265	3.403.976	3.176.657

Consumo de escorias de alto horno para cemento por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Asturias	354.579	453.530	487.502
Andalucía	323.949	407.482	385.540
Comunidad Valenciana	124.678	176.913	155.737
Cataluña	125.266	144.019	146.112
Región de Murcia	90.589	154.570	156.543
País Vasco	40.694	62.440	93.591
Cantabria	34.516	36.405	45.948
Navarra	29.379	42.347	32.118
Castilla y León	0	0	13.073
Totales anuales	1.123.650	1.477.706	1.516.164

Consumo de sulfato ferroso por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	3.978	16.209	15.631
Andalucía	3.916	11.162	10.571
Comunidad Valenciana	2.857	6.382	12.432
Comunidad de Madrid	1.956	9.173	9.387
Aragón	3.029	3.279	4.571
Castilla-La Mancha	3.535	3.739	3.391
Navarra	670	4.178	5.098
Castilla y León	73	3.588	4.228
País Vasco	75	3.177	3.113
Isla Baleares	2.245	1.849	1.650
Islas Canarias	2.308	1.295	1.659
Galicia	0	1.197	1.089

CCAA	2004	2005	2006
Cantabria	142	945	969
Asturias	0	1.445	130
Totales anuales	24.784	67.619	73.919

Consumo de yeso artificial por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	25.460	27.676	20.453
Asturias	23.210	6.229	40.739
País Vasco	4.811	6.293	8.264
Galicia	0	0	2.225
Totales anuales	53.481	40.198	71.681

Consumo de estériles de mina por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	226.552	196.823	255.928
Asturias	55.107	61.311	60.106
Andalucía	25.947	16.390	21.596
Totales anuales	307.606	274.524	337.630

Consumo de lodos de carbonatos por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
País Vasco	62.337	69.817	75.081
Cataluña	55.732	46.969	37.082
Totales anuales	118.069	116.786	112.163

Consumo de escorias negras siderúrgicas para crudo por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	0	133.518	61.280
Comunidad Valenciana	5.608	36.388	42.480
Cataluña	9.735	9.512	8.429
Asturias	2.400	0	0
Totales anuales	17.743	179.418	112.189

Consumo de otras escorias para crudo por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
País Vasco	4.374	53.247	44.301
Isla Baleares	14.587	25.656	24.501
Andalucía	21.069	13.908	16.652
Navarra	18.449	12.555	16.191
Comunidad Valenciana	19	18.693	9.882
Asturias	9.739	3.822	0
Totales anuales	68.237	127.881	111.527

Consumo de cascarilla de hierro por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	49.067	52.210	61.057
Asturias	27.738	29.302	30.952
País Vasco	13.638	5.906	4.512
Castilla y León	6.560	12.362	1.451
Cantabria	200	1.471	4.865
Aragón	0	230	4.867
Castilla-La Mancha	0	0	560
Totales anuales	97.203	101.481	108.264

Consumo de polvo de mármol por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	11.076	10.408	21.392
Andalucía	921	0	0
Totales anuales	11.997	10.408	21.392

Consumo de material residual de otras industrias minerales por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Comunidad Valenciana	25.377	27.186	38.802
Islas Baleares	8.207	32.913	36.991
Asturias	16.791	14.154	26.080
Cataluña	14.497	20.460	6.787
Totales anuales	64.872	94.713	108.660

Consumo de cenizas para crudo por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	62.730	54.853	42.027
Galicia	12.900	7.447	7.124
País Vasco	6.778	6.989	7.668
Cataluña	0	7.559	0
Totales anuales	82.408	76.848	56.819

Consumo de espuma azucarera por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	95.585	48.400	40.320
Totales anuales	95.585	48.400	40.320

Consumo de cenizas de pirita por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	15.509	18.624	36.770
Comunidad Valenciana	14.429	3.734	0
Isla Baleares	3.116	817	1.350
Extremadura	0	680	2.973
Asturias	360	110	1.226
Totales anuales	33.414	23.965	42.319

Consumo de lodos férricos de horno alto por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Asturias	5.339	4.798	9.382
Castilla y León	0	0	7.730
Totales anuales	5.339	4.798	17.112

Consumo de arena de fundición por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	24.026	20.403	12.566
País Vasco	9.015	13.165	24.440
Totales anuales	33.041	33.568	37.006

Consumo de RCD por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Navarra	645	17.408	707
Asturias	0	9.381	8.200
Cataluña	317	7.217	6.054
Castilla y León	0	0	4.805
Comunidad de Madrid	3.687	0	0
Isla Baleares	760	1.026	1.454
Totales anuales	5.409	35.032	21.220

CONSUMOS DE COMBUSTIBLES TRADICIONALES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS (en toneladas)

Consumos totales combustibles tradicionales por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	606.164	587.217	573.254
Aragón	108.659	111.249	103.998
Asturias	154.613	152.489	151.928
Cantabria	73.969	71.965	69.172
Castilla y León	243.393	238.052	245.383
Castilla-La Mancha	378.096	358.140	372.509
Cataluña	825.029	815.005	802.989
Comunidad Valenciana	234.371	325.999	301.178
Extremadura	0	52.739	112.331
Región de Murcia	42.925	48.478	52.518
Galicia	39.930	35.063	38.589
Isla Baleares	63.810	67.452	66.730
Madrid	257.229	278.201	265.951
Navarra	98.183	89.438	102.150
País Vasco	139.919	152.577	147.926
TOTAL	3.266.291	3.384.063	3.406.606

Consumo de carbón por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	123.967	70.672	56.705
Extremadura	0	48.760	110.843
Comunidad Valenciana	13.066	15.060	18.590
Cataluña	12.674	9.081	12.858
Castilla y León	8.970	16.398	7.248
País Vasco	0	14.965	0
Cantabria	0	4.518	0
Castilla-La Mancha	2.815	0	0
Asturias	1.431	964	83
Galicia	0	1.226	0
Totales anuales	162.923	181.644	206.327

Consumo de coque petróleo por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	809.849	803.452	787.457
Andalucía	475.970	510.663	494.967
Castilla-La Mancha	370.701	353.184	369.110
Comunidad Valenciana	226.844	317.927	292.931
Comunidad de Madrid	252.786	273.916	260.256
Castilla y León	232.151	215.075	234.861
Asturias	143.224	141.438	144.534
País Vasco	138.676	136.296	146.380
Aragón	107.614	110.128	102.808
Navarra	97.369	88.330	101.401
Cantabria	73.669	67.192	68.783
Isla Baleares	62.223	65.993	65.730
Galicia	39.894	33.790	38.524
Región de Murcia	29.512	33.142	33.547
Extremadura	0	1.140	0
Totales anuales	3.060.483	3.151.666	3.141.290

Consumo de fuel-oil por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Asturias	8.254	8.081	5.928
Andalucía	5.561	5.517	8.614
Comunidad de Madrid	4.443	4.285	5.695
Comunidad Valenciana	4.020	4.148	5.316
Castilla-La Mancha	4.580	4.956	3.398
Castilla y León	2.272	6.579	3.271
Cataluña	2.042	2.121	2.335
Extremadura	0	2.839	1.488
Isla Baleares	1.587	1.459	1.000
País Vasco	1.240	1.172	1.344
Aragón	1.045	1.121	1.190
Navarra	814	1.108	749
Región de Murcia	347	276	381
Cantabria	300	255	389
Galicia	36	47	65
Totales anuales	36.541	43.964	41.163

Consumo de gas natural por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Comunidad Valenciana	3.507	3.924	2.931
Asturias	1.704	2.006	1.383
Andalucía	666	365	533
Cataluña	244	101	112
País Vasco	0	143	201
Castilla y León	0	0	3
Totales anuales	6.122	6.539	5.163

Consumo de gasóleo por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	220	250	227
País Vasco	3	1	2
Totales anuales	223	251	228

Consumo de otros combustibles por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	0	0	12.435
Totales anuales	0	0	12.435

CONSUMOS DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS (en toneladas)

Consumos totales combustibles alternativos por Comunidad Autónoma			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	66.001	73.607	73.545
Comunidad Valenciana	37.112	55.328	63.762
Castilla-La Mancha	27.962	38.516	46.897
Región de Murcia	30.430	35.850	33.198
País Vasco	13.992	30.235	33.612
Cataluña	1.151	15.560	22.882
Galicia	5.075	7.267	6.763
Isla Baleares	11	2.554	6.144
Castilla y León	170	2.550	4.039
Aragón	0	0	6.568
Cantabria	0	0	739
Totales anuales	181.904	261.468	298.148

Consumo de biomasa forestal (astillas, madera...) por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
País Vasco	0	5.903	7.758
Aragón	0	0	6.568
Isla Baleares	0	2.223	3.693
Cataluña	0	0	71
Totales anuales	0	8.126	18.090

Consumo de serrín impregnado por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	10.280	21.899	26.140
Región de Murcia	3.122	1.329	3.080
Totales anuales	13.402	23.228	29.220

Consumo de otra biomasa (celulosa o residuos vegetales procesados por la industria alimentaria) por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	0	6.614	12.443
Islas Baleares	9	316	2.446
Andalucía	732	743	745
Galicia	73	727	163
Comunidad Valenciana	0	0	199
País Vasco	0	0	23
Totales anuales	814	8.400	16.019

Consumo de harinas cárnicas por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Comunidad Valenciana	23.759	28.577	38.820
Castilla-la Mancha	26.448	27.920	35.474
País Vasco	5.236	8.153	8.409
Castilla y León	170	2.550	4.039
Andalucía	70	806	2.496
Región de Murcia	1.183	0	0
Totales anuales	56.866	68.006	89.238

Consumo de grasas animales o aceites vegetales por Comunidades Autónomas

CCAA	2004	2005	2006
Cataluña	1.151	0	0
Región de Murcia	0	1.990	0
Totales anuales	1.151	1.990	0

Consumo de lodos de depuradora por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Comunidad Valenciana	4.976	15.954	12.212
Cataluña	0	7.190	148
Región de Murcia	0	2.147	0
País Vasco	387	595	763
Andalucía	507	260	0
Totales anuales	5.870	26.146	13.123

Consumo de neumáticos fuera de uso por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	18.389	16.802	12.839
País Vasco	7.344	13.931	13.102
Comunidad Valenciana	7.764	7.459	5.298
Galicia	5.002	6.540	6.600
Región de Murcia	2.756	3.710	4.660
Castilla-La Mancha	0	0	1.585
Totales anuales	41.255	48.442	44.084

Consumo de residuos de hidrocarburos por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Región de Murcia	0	9.677	9.996
País Vasco	370	285	297
Andalucía	0	8	0
Totales anuales	370	9.970	10.293

Consumo de aceites minerales por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Andalucía	19.112	22.526	21.804
Región de Murcia	10.747	3.920	1.139
Comunidad Valenciana	613	3.338	2.892
Isla Baleares	2	15	5
Totales anuales	30.474	29.799	25.840

Consumo de plásticos por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
País Vasco	655	1.368	3.260
Andalucía	905	1.506	1.745
Totales anuales	1.560	2.874	5.005

Consumo de disolventes por Comunidades Autónomas			
CCAA	2004	2005	2006
Región de Murcia	12.622	13.077	14.323
Andalucía	5.818	9.057	7.776
Castilla-La Mancha	1.514	10.596	9.838
Comunidad Valenciana	0	0	4.341
Cantabria	0	0	739
Totales anuales	19.954	32.730	37.017

Consumo de otros combustibles alternativos por Comunidades Autónomas				
CCAA	Residuo	2004	2005	2006
Cataluña	Hulla residual de ferrocarriles	0	1.756	10.220
Andalucía	Residuos pastosos	10.188	0	0

Anexo II ▶ Marco normativo autonómico

A continuación se presentan aquellas Comunidades Autónomas donde existe normativa en materia de reciclaje y valorización energética de residuos en instalaciones industriales.

ANDALUCÍA

La valorización de residuos en cementeras se encuentra contemplada como una opción tanto en el Plan de Prevención y Gestión de los Residuos Peligrosos de Andalucía como en el Plan Director Territorial de Residuos Urbanos de la Comunidad.

Asimismo, la comunidad dispone de normativa propia en materia de autorización de instalaciones, la Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

ARAGÓN

La Comunidad Autónoma de Aragón (Plan Integral de Residuos-GIRA) no hace referencia explícita a la valorización energética de residuos en instalaciones de producción de cemento como una opción para el tratamiento de los residuos. No obstante, para el caso concreto de la madera y la biomasa no se descarta su aprovechamiento energético como forma de contribuir a la reducción de la generación de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, al igual que ocurre en otras Comunidades Autónomas, Aragón dispone de una ley propia en materia de autorización de instalaciones, la Ley 7/2006, de Protección Ambiental.

CASTILLA-LA MANCHA

El Plan Regional de Residuos Peligrosos de Castilla-La Mancha no hace referencia explícita a la valorización de residuos en cementeras. No obstante el articulado del Plan sí recoge la valorización energética como opción de tratamiento, en el marco de la jerarquía de gestión existente a nivel comunitario y estatal.

Pese a no realizar una referencia explícita a las instalaciones de producción de cemento, el Plan sí prioriza la valorización energética de los residuos de la propia comunidad. Asimismo el Plan recoge como objetivo la valorización del 100% de los hidrocarburos y aceites valorizables, bien como combustible, bien para obtener aceite base.

CASTILLA Y LEÓN

El Plan Regional de Ámbito Sectorial de Residuos Industriales de Castilla y León contempla la valorización energética de residuos industriales, siempre empleando las Mejores Técnicas Disponibles, y para aquellos residuos industriales adecuados y que no tengan posibilidad de otro tipo de valorización.

En este sentido, el Plan hace mención explícita a la valorización de residuos en cementeras, ya que se observa la necesidad de aumentar el aprovechamiento de residuos mediante valorización energética. Así, se prevén medidas para la promoción de convenios de colaboración con sectores con potencialidad para la valorización energética (como el cementero), tanto para el tratamiento de residuos peligrosos como no peligrosos.

Por otro lado, el Plan también plantea la necesidad de fomentar la reconversión de empresas para que usen residuos como materia prima en sus procesos productivos.

Castilla y León también dispone de normativa propia en materia de autorización de instalaciones, se trata de la Ley 11/2003, de Prevención Ambiental y sus posteriores modificaciones.

CATALUÑA

La Ley 6/1993, de Residuos de Cataluña contempla la posibilidad de adoptar diferentes medidas para la utilización de residuos como fuente de energía. Entre estas medidas se encuentran la preparación de residuos con el fin de facilitar su uso y comercialización como combustible y la promoción de técnicas y sistemas de aprovechamiento energético de los residuos.

En este sentido, el Programa de Gestión de Residuos Industriales de Cataluña contempla la posibilidad de valorizar energéticamente residuos. No obstante, el propio Plan indica que existe un límite de PCI de 30 MJ/kg para considerar a un residuo como valorizable, e indica que esta limitación debería modificarse para conseguir que mayores cantidades de residuos fueran gestionadas por esta vía.

La Ley 3/1998 de Intervención Integral y sus posteriores modificaciones, son la normativa específica en materia de autorización de instalaciones en la comunidad.

COMUNIDAD VALENCIANA

El Plan Integral de Residuos de la Comunidad Valenciana prevé el uso en instalaciones cementeras de aceites usados, líquidos orgánicos, disolventes no recuperables y residuos citostáticos.

Asimismo, el Plan estima las necesidades de tratamiento térmico de la Comunidad en 16.013 toneladas anuales, cantidades que deberían, o bien exportarse a otras zonas, o bien emplearse en incineradoras móviles o plantas de producción de cemento.

La comunidad también dispone de normativa específica en materia de autorización de instalaciones, la Ley 2/2006, de Prevención de Contaminación y Calidad Ambiental.

GALICIA

El Plan de Gestión de Residuos Industriales y Suelos Contaminados de Galicia contempla el empleo de dos tipologías de residuos en instalaciones de producción de cemento: neumáticos fuera de uso y lodos de depuradora.

ISLAS BALEARES

Las competencias en materia de planificación de residuos en las Islas Baleares se encuentran repartidas entre el Gobierno Balear y los Consejos Insulares de cada isla, encargándose los primeros de la planificación en materia de residuos peligrosos y los segundos de la relativa a residuos no peligrosos.

En este contexto, la única referencia existente a instalaciones de producción de cemento en la planificación balear se encuentra en la Revisión del Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos Urbanos en la Isla de Mallorca, donde se considera la utilización de escorias procedentes de la incineración como materia prima para la producción de cemento.

Por otro lado, la comunidad dispone de la Ley 16/2006, de Régimen jurídico de las Licencias Integradas de Actividad de las Islas Baleares como principal normativa en materia de autorización de actividades en el conjunto del archipiélago.

ISLAS CANARIAS

El Plan Integral de Residuos de Canarias considera que el principal destino de los residuos leñosos debe ser su procesado como combustible en industrias, mediante el astillado, empacado o compactado. No existiendo referencias de carácter directo al empleo de residuos en instalaciones de producción de cemento.

COMUNIDAD DE MADRID

El Plan de Residuos de la Comunidad de Madrid contempla la valorización de neumáticos fuera de uso en instalaciones industriales, pero como una opción menos pre-

ferible que la valorización material, por lo que se prevé como una opción de gestión minoritaria.

NAVARRA

El Plan Integrado de Gestión de Residuos de Navarra no hace referencia explícita a la valorización de residuos en instalaciones cementeras. No obstante, sí indica la necesidad de aprovechamiento de los residuos de la industria papelera, para la fabricación, únicamente con ellos o con otros residuos industriales o urbanos de un combustible con un poder calorífico suficiente que permita su utilización en sustitución de combustibles sólidos.

Asimismo, la comunidad dispone de normativa propia en materia de autorización de instalaciones industriales, la Ley Foral 4/2005, de Intervención para la Protección Ambiental.

PAÍS VASCO

El Acuerdo voluntario, firmado en 2003, entre el Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, y las empresas Lemona Industrial S.A.U. y Sociedad Financiera y Minera S.A., para la mejora medioambiental en el sector del cemento incluye como objetivo potenciar la valorización, tanto material como energética, de distintos tipos de residuos peligrosos y no peligrosos.

Por otro lado, en el Plan Integral de Gestión de los Residuos Urbanos de Guipúzcoa se considera la posibilidad futura de valorizar energéticamente en instalaciones cementeras, o en cualquier otro sistema de valorización energética específica, una parte de los lodos de depuradora de dicha provincia.

Estudio realizado por el Instituto Cerdá.
Diseño y maquetación: Alcubo.



Fundación Laboral del Cemento
y el Medio Ambiente

C/ José Abascal 57, 4º
28003, MADRID
Tel.: (+34) 91 451 81 18 - Fax: (+34) 91 401 05 86
www.fundacioncema.org



FE DE ERRATAS

del Cuaderno Técnico:

RECICLADO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN LA INDUSTRIA CEMENTERA EN ESPAÑA

- Página 3: en la figura 1 se señala la existencia de una planta cementera en La Rioja, cuando lo correcto es en Navarra.
- Página 6: (último párrafo) el dato de consumo de combustibles alternativos del 4,2% corresponde al año 2006, y no al 2007 como se indica.
- Página 26: en la tabla 10 se incluye erróneamente Niebla como instalación autorizada para valorizar energéticamente residuos.
- Página 45: en la figura 4 la categoría de "escorias de horno" corresponde a escorias de alto horno (Navarra y Andalucía) y escorias de horno eléctrico (Cataluña).
- Página 54: se incluyen los lodos de depuradora en el cuadro de "residuos con contenido parcial de biomasa", cuando la categoría correcta es "residuos de biomasa".