

Guías Tecnológicas

Directiva 96/61 relativa a la prevención
y control integrados de la contaminación

Epígrafe 3.1

Fabricación de cal y derivados



Fundación Entorno
Empresa y Medio Ambiente

Ministerio de Industria
y Energía


Miner

★ 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto del documento

La presente Guía resume el estudio de prospección tecnológica del sector de fabricación de cal y derivados con objeto de recoger los aspectos más relevantes del Informe Tecnológico de manera que las partes interesadas puedan disponer de un documento de consulta más manejable.

En caso de estar interesado en consultar el documento completo puede solicitarlo dirigiéndose por escrito a:

Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente
C/Padilla 17, ático. 28006 - Madrid
Telf. 91-575 63 94; Fax. 91-575 77 13
e-mail: administrador@fundacion-entorno.org

1.2 Metodología de trabajo

En colaboración con las diferentes asociaciones empresariales y demás entidades con competencias en cada sector, se diseñó la siguiente metodología de trabajo para la elaboración de estos estudios:

Fase I: Informe Preliminar. Se realizó un primer informe con el objetivo de definir el ámbito de estudio e identificar las actividades incluidas en cada epígrafe. Ello permitió llevar a cabo para cada sector un informe previo sobre la situación tecnológico-ambiental que serviría de base para el trabajo a realizar directamente con las empresas en una fase posterior. Estos documentos quedaron recogidos en un CD-Rom y fueron distribuidos a las partes interesadas.

Fase II: Mesas de trabajo. Con objeto de poder contar con la opinión directa de las empresas, se convocaron distintas reuniones sectoriales de trabajo con el objetivo principal de discutir el contenido del Informe elaborado en la fase anterior. Además, en estas sesiones pudimos proporcionar a las empresas información sobre el desarrollo de los trabajos realizados para la definición de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) del sector.

Fase III: Trabajo de campo. Las jornadas de trabajo y el compromiso adquirido por las organizaciones empresariales, nos ayudaron a contactar con empresas representativas de cada sector para la realización de visitas en las que, con la ayuda de un cuestionario, se recopilaban una serie de datos que pudieron ser comprobados in situ por nuestros asesores. La amplitud y relevancia del estudio requirió que la muestra de empresas a visitar pudiera ser extrapolable a la globalidad del sector, por lo que se diseñaron los siguientes criterios de selección:

Nº CENTROS	CRITERIOS DE SELECCIÓN		
	Cantera en la planta	Óptimo nivel tecnológico	Escaso nivel tecnológico
VISITADOS	2	4	2
AFECTADOS	3	16	8

Fase IV: Informes Tecnológicos. La información recopilada en las fases anteriores, fue analizada y evaluada para la confección del Informe Tecnológico objeto del programa. Para que este documento constituyera una potente herramienta en las negociaciones para la determinación de las MTD's, los informes se diseñaron siguiendo un esquema similar a los documentos de referencia que se elaborarán en el Institute for Prospective Technological Studies (JRC-IPTS). Estos documentos están a disposición del público en formato CD-Rom.

Fase V: Difusión. Uno de los objetivos que dan sentido a este proyecto es contar con la opinión directa de los industriales, ya que son pocas las veces en que la negociación precede a la norma. Por ello, además de la edición y distribución gratuita tanto de los Informes Preliminares como de los Finales, se ha participado en diferentes foros profesionales para difundir los resultados del estudio.

Fase VI: Guías Tecnológicas. Para que las personas interesadas puedan disponer de una información más manejable y de documentos de discusión para los distintos foros, se han confeccionado las Guías Tecnológicas que resumen los aspectos más significativos del estudio

1.3 Estructura de la Guía

1. **Introducción.** Presentación, objetivos, metodología, estructura del documento.
2. **La Industria del sector en España.** Visión general del estado de la industria en España, actividades e instalaciones afectadas por la Directiva.
3. **Descripción general del proceso productivo.** Diagrama de flujo y descripción de los problemas medioambientales.
4. **Características especiales del proceso productivo.** Descripción detallada de las etapas críticas desde el punto de vista medioambiental.
5. **Criterios de selección de las MTD's.** Aspectos a tener en cuenta para la selección de las MTD's, tomando como referencia la capacidad productiva marcada y los anexos III y IV de la Directiva.
6. **Técnicas disponibles.** Resumen de las técnicas productivas con relevancia a la hora de definir las MTD's y evaluación general de las mismas.
7. **Técnicas disponibles para el control de emisiones.** Resumen de las técnicas correctivas y evaluación general de las mismas.
8. **Mejores Técnicas Disponibles.** Resumen de la información agrupando las diferentes técnicas estudiadas.
9. **Técnicas emergentes.** Resumen de las técnicas en desarrollo para un nivel de control de la contaminación igual o superior al actualmente en uso.
10. **Conclusiones y recomendaciones.** Consecuencias de la aplicación de las MTD's en cada una de las actividades, valoración económica y recomendaciones para facilitar el cambio tecnológico.

1.4 Entidades participantes

Las entidades que han colaborado en la realización de este estudio han sido la Asociación Nacional de Fabricantes de Cal y Derivados de España (ANCADE) y empresas del sector.

★ 2. LA INDUSTRIA DE LA FABRICACIÓN DE CAL Y DERIVADOS

2.1 Panorama general del sector

El sector de fabricación de cal engloba las empresas fabricantes de cal viva (óxido), cal apagada (hidróxido) y cal dolomítica (dolomía calcinada). La estructura fabril del sector, considerando solo las instalaciones que poseen hornos industriales, está formada por 28 fábricas, de las cuales cuatro no alcanzan las 4.500 T/año y por tanto no están afectadas por la IPPC.

Se incluyen a continuación los datos proporcionados por ANCADE en relación a las ventas efectuadas en los años 95, 96 y 97 para cada uno de los productos indicados:

CONCEPTO	AÑO			INCREMENTO		
	1995	1996	1997	1996/95	1997/96	
CONSUMOS TOTALES (T)	1.551.629	1.454.753	1.472.789	-6,2	1,2	
CAL VIVA	GRANO	1.123.209	841.806	866.187	-8,8	2,8
	MOLIDA + MICRONIZADA	N.D.	182.184	163.542	N.D.	-10,2
CAL HIDRATADA	263.095	293.484	299.018	11,5	1,8	
DOLOMÍA CALCINADA	165.325	137.279	144.042	-16,96	4,9	

A tenor del descenso de producción en 1996, se estima que la utilización de la capacidad de producción del sector ha sido de un 64%. Sin embargo, el valor añadido ha aumentado en una décima, pasando del 42,9 al 43%.

El comercio exterior sigue siendo poco relevante, no obstante se ha registrado una exportación de más de 38.000 T frente a las 4.700 T importadas.

En la siguiente figura se incluyen los datos proporcionados por el Ministerio de Industria y Energía en relación con el comercio exterior:

PRODUCTOS	IMPORTACIÓN		EXPORTACIÓN	
	Toneladas	Miles Ptas.	Toneladas	Miles Ptas.
CAL HIDRÁULICA	419	4.005	199	3.195
CAL VIVA	2.637	25.582	32.223	314.421
CAL APAGADA	550	21.930	4.070	53.967
DOLOMÍA CALCINADA	1.082	31.401	2.299	28.182
TOTAL	4.688	82.918	38.791	399.765

2.2 Actividades e instalaciones afectadas por la Directiva 96/61

Dentro del epígrafe 3.1, además del sector de la cal propiamente dicho, hay que considerar la industria del azúcar ya que, debido al elevado consumo de cal que tiene su proceso productivo, muchas instalaciones tienen fabricación propia. Por lo tanto, dentro de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93), este epígrafe incluye los siguiente códigos:

- 26.51. "Fabricación de cal"
- 15.83. "Industria del azúcar"

Según los datos proporcionados por la asociación sectorial, existen 24 instalaciones en España afectadas por el epígrafe 3.1. En la siguiente tabla aparecen los centros localizados como potencialmente afectados:

LOCALIZACIÓN	Nº DE CENTROS AFECTADOS
ANDALUCÍA	4
CANTABRIA	2
CATALUÑA	4
C. VALENCIANA	2
GALICIA	1
MADRID	4
MURCIA	1
NAVARRA	2
PAÍS VASCO	2
PRINCIPADO DE ASTURIAS	2
TOTAL	24

★ 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

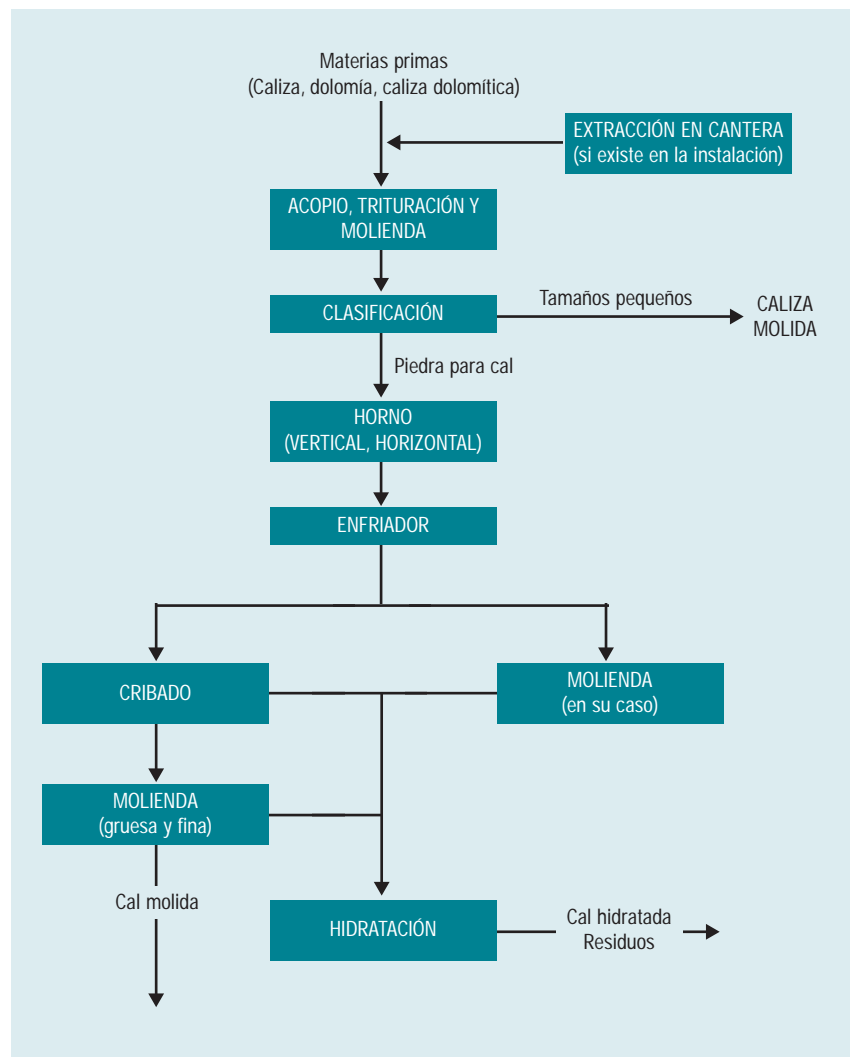
3.1 Diagrama de proceso

La caliza constituye en su estado natural, el punto de partida obligado para la producción de la cal. Una vez extraída, se lleva a una instalación de machaqueo primario donde se reduce hasta un tamaño máximo de entre 80 y 200 mm. La obtención de unas u otras granulometrías está en función del tipo y diseño del horno empleado (verticales y horizontales o rotativos).

Mediante transportes adecuados, la cal viva obtenida se lleva a silos de almacenamiento, desde donde puede ser distribuida en sacos o a granel.

Otra etapa del proceso es la producción de cal hidratada o apagada. En las instalaciones donde se fabrica la cal viva se lleva al hidratador, donde se mezcla con la cantidad adecuada de agua.

El esquema general de fabricación de cal se resume en el siguiente diagrama de proceso:



3.2 Problemática medioambiental

La producción de cal es una fuente potencial de contaminación del aire. En este apartado se expone de forma esquemática para cada una de las etapas del proceso, la problemática medioambiental y las correspondientes afecciones, destacando en verde aquellas que hacen necesaria la implantación de MTD's.

ETAPA	PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL	AFECCIÓN
ACOPIO Y PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS	C. ATMOSFÉRICA	Polvo arcilloso y calizo.Gases
	C.RESIDUOS	Polvo,todos arcillosos y calizos,aceites usados
	C. RUIDO	Molesta
CALCINACIÓN	C. ATMOSFÉRICA	Polvo,CO,CO ₂ , NO _x , SO ₂ e inquemados
	C.RESIDUOS	Polvo,partículas de materiales y fungibles no aptos
	C. RUIDO	Molesta
CLASIFICACIÓN Y MOLIENDA	C. ATMOSFÉRICA	Polvo y partículas
	C.RESIDUOS	Aceites usados
	C. RUIDO	Molesta
HIDRATACIÓN	C. ATMOSFÉRICA	Vapor de agua y polvos en suspensión
	C.RESIDUOS	Hidróxidos de cal (recuperables)
	C. RUIDO	Molesta
MANTENIMIENTO,ENVASADO Y ALMACENAMIENTO	C. ATMOSFÉRICA	Polvo
	C.RESIDUOS	Inertes y aceites usados
	C. RUIDO	Molesta

4. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

En este apartado se recogen las características más relevantes de las etapas de proceso que han sido analizadas en el estudio con especial dedicación, dado su impacto ambiental y para cuya reducción se recomienda la aplicación de las MTD's.

Estas técnicas se recomiendan fundamentalmente para la etapa de calcinación, considerando los tipos de hornos que se utilizan actualmente en dicha etapa.

4.1 Etapa: Calcinación

Hornos verticales

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Caliza, dolomía y caliza dolomítica	1,8-2,2 T/T de cal	El consumo depende del tipo de producto, la pureza de la caliza y el grado de calcinación
Materias secundarias	Refractarios y aceites hidráulicos	Medio	-
Energía	E. Eléctrica	5-15 KWh/T caliza	Los diseños más avanzados tienen un consumo eléctrico de 20-40 KWh/T
	Gas Natural	Alta	-
	Fuel nº 1 y 2	Alta	
	Coque de petróleo	Media	

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
Residuos	Partículas	Inerte	0-0,5%	Vendidos como áridos	Tipo pulverulento
C. Atmosférica	NOx	-	<500 mg/Nm ³ <1,7 Kg/T cal	Filtro de mangas	En los procesos de dolomía calcinada, los niveles se incrementan
	SO ₂		<1.000 mg/Nm ³ <1 Kg/T cal	Cambio de combustible, filtro de mangas	
	CO		<1,4 g/Nm ³ <5 Kg/T cal	Filtro de mangas	Los ciclones son poco eficaces para partículas de pequeño tamaño
	Partículas		20-250 mg/Nm ³	Ciclones, filtro de mangas	
C. Sonora	Alimentación del horno, ventiladores y soplantes	Molesta	Baja	Aislamiento acústico	-
C. Térmica	Gases calientes	T ^º <1.400°C	-	-	Efecto irrelevante

Hornos horizontales o rotativos

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Caliza, dolomía y caliza dolomítica	1,8-2,2 T/T de cal	El consumo depende del tipo de producto, la pureza de la caliza y el grado de calcinación
Materias secundarias	Refractarios y aceites hidráulicos	N.D.	-
Energía	E. Eléctrica	20-40 KWh/T caliza	-
	Gas Natural	Alta	
	Fuel nº 1 y 2	Alta	
	Coque de petróleo	Media	

EFEECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
Residuos	Partículas	Inerte	0-0,5%	Vendidos como áridos	Tipo pulverulento
C. Atmosférica	NO _x	-	<900 mg/Nm ³ <3,6 Kg/T cal	Filtro de mangas	En los procesos de dolomía calcinada, los niveles se incrementan
	SO ₂		<2.450 mg/Nm ³ <3 Kg/T cal	Cambio de combustible, filtro de mangas	
	CO		<1,4 g/Nm ³ <5-50 Kg/T cal	Filtro de mangas	Los ciclones son poco eficaces para partículas de pequeño tamaño
	Partículas		<500 mg/Nm ³	Ciclones, filtro de mangas	
C. Sonora	Alimentación del horno, ventiladores y soplantes	Molesta	Baja	Aislamiento acústico	-
C. Térmica	Gases calientes	T ^a > 1.400°C	-	-	Efecto irrelevante

4.2 Etapa: Clasificación y molienda

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Cal viva	1.098.000 T/año	-
Materias secundarias	Lubricantes	Medio	-
Energía	E.Eléctrica	4-10 KWh/T cal viva (gruesos) 10-40 KWh/T cal viva (finos)	Los consumos dependen de los equipos utilizados y de las granulometrías a obtener.

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
Residuos	Aceites usados	RP	N.D.	Gestor autorizado	-
C.Atmosférica	Polvo y partículas	De naturaleza similar a la cal	Media	Extracción y captación. Filtro de mangas	No suele ser un problema importante, pues todo el proceso se realiza en recintos y conducciones cerrados.
C.Sonora	Trituradoras y molinos	Molesta	N.D.	Aislamiento acústico	-

4.3 Etapa: Hidratación

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD
Materias primas	Cal viva	30% del total de cal viva producida
Materias secundarias	Agua y lubricantes	Medio
Energía	E.Eléctrica	5-30 KWh/T cal viva

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
Residuos	Hidróxidos de cal	Recuperable	N.D.	-	-
C.Atmosférica	Vapor de agua	-	800 m ³ /T cal hidratada	Filtro de mangas, sistemas por vía húmeda	Existen sistemas para el filtrado de vapores
	Partículas en suspensión		2-5 g/m ³ sin tratamientos		
C.Sonora	Maquinaria	Leve	N.D.	Aislamiento acústico	-



5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MTD'S

El primer criterio ha sido la limitación de la aplicación de la Directiva al sector representado por el epígrafe 3.1, en cuanto al tamaño de las instalaciones afectadas, cuya capacidad en hornos debe ser superior a 50 T/día.

Como segundo criterio, el cual está reflejado en el Anexo III de la Directiva, hemos aplicado la lista indicativa de las principales sustancias contaminantes en el sector de la cal que se tomarán en cuenta obligatoriamente y, si es pertinente, se fijarán valores límites de emisión en:

- Óxidos de azufre y otros compuestos de azufre.
- Óxidos de nitrógeno y otros compuestos de nitrógeno.
- Monóxido de carbono.
- Polvos y partículas.

Asimismo se han considerado algunos criterios recogidos en el Anexo IV de la Directiva, como:

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Desarrollo de técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso.
- Procesos, instalaciones o métodos de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
- Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
- Fechas de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
- Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.
- Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizadas en procedimientos de eficacia energética.
- Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
- Información publicada por la Comisión en virtud del apartado 2 del artículo 16 o por organizaciones internacionales.

Por último, se tendrá en cuenta el impacto que supone la implantación de una MTD sobre la economía sectorial y general en cada ámbito geográfico específico.

★ 6. TÉCNICAS DISPONIBLES

En este apartado se presentan tablas que resumen de forma comparativa (en caso de existir más de una) las diferentes técnicas productivas utilizadas en las etapas relevantes a la hora de definir las MTD's.

6.1 Calcinación

ASUNTO A EVALUAR		TIPO DE HORNO	
		H.VERTICAL	H.HORIZONTAL O ROTATIVO
Consumo de materiales	Materias primas	1,8-2,2 T/T cal	Mayor
	Aire	Alto	Medio
	Refractarios	Medio	
Consumo de energía	Combustibles sólidos y fuel	En desuso	
	Gas natural	>55%	
	E.Eléctrica	18-40 KWh/T caliza	25-50 KWh/T caliza
Emisiones	A la atmósfera	Medias	Altas
	Al agua	Baja	
	Ruido	Moderado	
Generación de residuos	Sólidos	0-0,5%	
Influencia en la calidad del producto final	Cal viva	Buena	
	Cal dolomítica	Buena	
Costes	Inversiones	Alta	
	De operación	Media	Alta
	Total	Media-Alta	Alta
Experiencias anteriores	Años de mercado	>10	
	Nº de aplicaciones conocidas	41	3

6.2 Hidratación

ASUNTO A EVALUAR		SISTEMA DE HIDRATACIÓN EN DOS/TRES ETAPAS
Consumo de materiales	Agua	Elevado
	Materias primas	30% del total de cal viva
Consumo de energía	Térmica	Hasta 1.140 KJ/Kg de cal
	E.Eléctrica	5-30 KWh/T cal viva
Emisiones	A la atmósfera	800 m ³ /T cal hidratada
	Ruido	Moderado
Generación de residuos	Sólidos	Baja, sin importancia
Influencia en la calidad del producto final	Cal hidratada o apagada	Buena
Costes	Inversiones	Altos
	De operación	Bajos
	Total	Medios
Experiencias anteriores	Años de mercado	>10
	Nº de aplicaciones conocidas	Todas las instalaciones

6.3 Automatización de proceso

En todo el proceso, la instalación de Sistemas de Control permite la automatización de las distintas operaciones integrantes. Supone un consumo de energía eléctrica no muy elevado y además, su instalación da lugar a una optimización del consumo de materias primas y combustible, así como una disminución de las emisiones en todas las etapas.

El coste de inversión para la automatización de los procesos pueden ser relativamente altos pero asumibles por todas las instalaciones.

★ 7. TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL CONTROL DE EMISIONES

En este capítulo se presenta la evaluación técnico-económica de las técnicas disponibles, tanto primarias como secundarias, para controlar y minimizar las emisiones a la atmósfera de las empresas del sector.

7.1 Técnicas primarias

Las medidas primarias son siempre prioritarias a la hora de intentar minimizar las emisiones en la fuente, aunque con su aplicación, no siempre se alcanzan los valores límites exigidos por la legislación actual.

- **Consumo de materias primas:** se hace necesario una optimización general del proceso de fabricación mediante la instalación o renovación de hornos que permitan operar con diferentes granulometrías de calizas, o bien la instalación de dos o más tipos de hornos.
- **Mejora del rendimiento energético:** los consumos de energía eléctrica pueden minimizarse mediante el uso de equipos de alta eficiencia como por ejemplo los molinos de rodillos de alta presión y convertidores de frecuencias, en especial para ventiladores y soplantes.
- **Selección de combustibles menos contaminantes:** se debe evitar la utilización de residuos como aceites, caucho, etc.

7.2 Técnicas secundarias

Tipo de contaminación: Partículas y polvo

TÉCNICA	ETAPA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	COSTE		OBSERV.
			INV. (MPts)	OPER. (Pts/T)	
Filtro de mangas	Calcinación	Rendimiento:99% Límites alcanzables: - 50 mg/m ³ (1) - 0,2 Kg/T (2)	1-6,5	3,3-6,5 (3)	Es la más extendida pero necesita de un enfriamiento previo de los gases de entrada.
	Clasificación	Rendimiento:99% Límites alcanzables: - 50 mg/m ³ (1) - 0,75 Kg/T (4)	0,5-3	0,6-6,6 (3)	-
	Hidratación (5)	Rendimiento:99% Límites alcanzables: - 50 mg/m ³ (1) - 0,04 Kg/T (2)	0,3-0,8	0,6-1,8 (3)	Elevado rendimiento
Electrofiltro (6)	Calcinación	Rendimiento:99% Límites alcanzables: - 50 mg/m ³ (1) - 0,2 Kg/T (2)	9-19,5	6,6-13,1	Soportan altas temperaturas. Uso limitado por la presencia de CO en atmósfera reductora.
Ciclones	Molienda	Para partículas grandes	Bajo	Bajo	Barato y de fácil manejo. Poco eficaz para partículas de pequeño diámetro

(1) Referido a gas seco, 0°C, 1 atm y 10% de oxígeno.

(2) Depende del material producido y del tipo de horno instalado.

(3) El principal inconveniente de los filtros de mangas es el cambio de las mangas, lo que puede incrementar de forma importante los costes de mantenimiento.

(4) Variable en función de cada instalación.

(5) En instalaciones donde se producen gases saturados en vapor de agua, deberemos usar la técnica vía húmeda.

(6) Solo para hornos horizontales o rotativos.

★ 8. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

8.1 Técnicas primarias

ETAPA	PROBLEMA M.A.	MTD's	%Reducción	Límites de emisión legislados (1)	INVERSIÓN
Calcínación	Partículas SO ₂ , CO	Cambio de combustible	(2)	Partículas: 150 mg/Nm ³ SO ₂ : 4.300 mg/Nm ³ CO: 500 ppm NO _x : 300 ppm	La viabilidad económica depende de cada instalación
	Gases de combustión	Mejoras de funcionamiento del horno (3)	<50-90%		La eficiencia de esta mejora depende de las modificaciones que se realicen en el horno

(1) RD 833/1975 que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico.

(2) Depende del combustible utilizado.

(3) Para la disminución de las emisiones de NO_x, algunas instalaciones con hornos rotativos poseen quemadores de bajo NO_x.

8.2 Técnicas secundarias

ETAPA	PROBLEMA M.A.	MTD's	%Reducción	Límites de emisión legislados (1)	INVERSIÓN
Calcínación	Partículas y emisiones en general	Filtro de mangas	99%	Partículas: 150 mg/Nm ³ SO ₂ : 4.300 mg/Nm ³ NO _x : 300 ppm	En hornos verticales es necesario instalaciones adicionales para enfriamiento previo de gases
Clasificación y molienda		Ciclones			Poco eficaz para partículas de pequeño tamaño
		Filtro de mangas			Ampliamente utilizada sola o con ciclones
Hidratación					Vía húmeda

(1) RD 833/1975 que desarrolla la Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico.

★ 9. TÉCNICAS EMERGENTES

9.1 Calcinación en lecho fluidizado

Esta técnica ha sido probada a pequeña escala. Sus ventajas potenciales son:

- El uso de mayores porcentajes de caliza fina.
- Bajas emisiones de óxidos de nitrógeno.
- Bajas emisiones de compuestos de azufre cuando se usan combustibles con alto contenido en azufre, excepto cuando la cal se aplica a la siderurgia.

9.2 Adición de absorbentes para reducir las emisiones de SO₂

Es una técnica muy extendida en otras industrias, aunque con poca experimentación en el sector de la cal y especialmente en horno rotativo. Sus ventajas potenciales son:

- Permite el uso de calizas de tamaño muy fino.
- Permite la inyección de cal de granulometría muy fina en el aire de combustión, lo que reduce las emisiones de SO₂ (patente EP 0734755A).
- Inyección de algún absorbente en la salida de los gases tipo cal hidratada o bicarbonato sódico y permitir un tiempo de residencia para los gases.

9.3 Filtros cerámicos

Es una técnica que permite la filtración de partículas de los gases a muy altas temperaturas evitando las instalaciones de refrigeración de los gases previas a la depuración. Aún está en desarrollo y sólo se aplica en determinados procesos. Sus principales desventajas son el alto coste de los filtros y su poca experiencia en el sector cal donde no existe hasta la fecha un estudio sobre eficacia.

9.4 Hornos verticales de flujo paralelo

Se trata de una técnica todavía en desarrollo que, además de contar con las ventajas de los hornos verticales ya conocidos, permite la incorporación de mayores fracciones de finos, lo que les da una mayor versatilidad granulométrica.

★ 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Problemática medioambiental y carencias tecnológicas

Las especificaciones de calidad de la cal cada día son más estrictas en el sentido de nulo, o muy bajo contenido en azufre, así como homogeneidad a lo largo del tiempo en el producto obtenido. Esto ha llevado en los últimos años a un planteamiento de modernización de las instalaciones de calcinación.

La mejora continua de las instalaciones para reducir el consumo energético y las emisiones de partículas y gases a la atmósfera, han sido una preocupación constante en las empresas dedicadas a esta actividad.

Actualmente, una parte de la cal se vende micronizada. La utilización de hornos verticales permite obtener la calidad adecuada para la industria siderúrgica, su principal cliente, con un consumo energético aceptable, aunque los hornos horizontales fijan menos azufre en la cal obtenida y, en este sentido, pueden cumplir más estrictamente las limitaciones al contenido en azufre. Por contra, tienen un mayor consumo energético.

La tendencia es por tanto a fabricar cales con granulometrías bien controladas, utilizar combustibles limpios y con un reducido coste térmico.

La utilización del gas natural como combustible y la instalación de sistemas de filtración que captan las partículas sólidas de los gases de escape, contribuyen a la mejora medioambiental en las plantas de calcinación. No debe olvidarse el desarrollo de sistemas de combustión que permitan la mezcla de combustibles primarios y secundarios a un menor coste y sin perjuicio del medio ambiente.

En resumen, el aumento de la calidad del producto y la eficiencia energética implican mejores calidades en las materias primas, hornos verticales con recuperación de calor y la utilización del gas natural como combustible donde sea posible y a costes aceptables.

10.2 Inversiones necesarias

En este apartado se recogen las inversiones necesarias para minimizar las emisiones atmosféricas de los contaminantes más relevantes, como son los gases de combustión, polvo y partículas.

ETAPA	Problemática medioambiental	MTD's	Nº empresas susceptibles de cambios	INVERSIÓN
Calcinación	Gases de combustión(1)	Cambio de combustible	17	>1.000 MPts
	Partículas y polvo	Filtro de mangas/ciclones	10	1.000-1.500 MPts
Clasificación y molienda	Partículas y polvo		14-17	
			TOTAL	> 2.000 MPts

(1) Partículas, SO₂ y CO.

10.3 Recomendaciones y actuaciones previstas

Es una característica común en todas ellas la elevada repercusión de la energía en los costes de fabricación, estando comprendido entre un 35% y 45% de los costes totales de producción.

La situación de este sector se encuentra muy condicionada por las actividades afines dentro de las industrias de la construcción, industria química, etc. y por la situación de su principal cliente que es la industria siderúrgica, ya que ésta demanda aproximadamente el 60% de la producción.

Se considera imprescindible la coordinación entre todas las autoridades ambientales en lo que a la tramitación, actualización y revisión de permisos se refiere de tal forma que en lo posible se dependa de una única autoridad que sea la que diseñe un único procedimiento administrativo para tales fines.

También se demanda la existencia de unos procedimientos de control e inspección con una mínima homogeneidad de criterios, que sean de obligado cumplimiento y aplicación en todo el territorio nacional, para evitar los posibles favoritismos entre unas y otras regiones, lo cual perjudicaría seriamente al sector desde el punto de vista competitivo. Para ello se considera que debería existir una legislación específica básica estatal que recogiera dichos criterios.

El sector de cal está constituido por PYMES, lo cual implica que normalmente no existen proyectos de desarrollo debido a los esfuerzos económicos que ello supone para las empresas.

Como consecuencia de ello y unido a la falta de una nueva cultura empresarial de intercambio de experiencias, existe poca información cualificada en aspectos tecnológicos, económicos y de consumos específicos por etapas, que permita la toma de posturas comunes para la mejor defensa del sector ante la intromisión y la producción no controlada, lo que dificulta una valoración económica real del sector y dónde es necesario hacer mayor incidencia.

No obstante, se está realizando un importante esfuerzo para la sensibilización y formación sobre las tendencias medioambientales actuales, de tal forma que el sector participe activamente en los foros donde se discuten y negocian las futuras líneas de actuación en materia de legislación medioambiental, tanto a nivel europeo como a nivel nacional, para garantizar la adecuación del sector y la mejora continua del mismo, al mismo tiempo que se produce más y mejor cal y más respetuosa con el medio ambiente.

En cuanto a los trabajos para la determinación de las MTD's a nivel europeo, se comenzaron en 1997 junto con el sector del cemento, el cual queda también englobado en el epígrafe 3.1.



Colaboran:



Ejecución Técnica:

