

# Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cárnico



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE

MINISTERIO DE  
AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

Serie Monografías

Guía de Mejores Técnicas  
Disponibles en España  
del sector cárnico



2005

## EQUIPO DE TRABAJO Y REDACCIÓN

<u>Directora del equipo:</u>	Carmen Canales Canales	Mº de Medio Ambiente
<u>Coordinador técnico:</u>	Andrés Pascual Vidal	AINIA
<u>Colaboradores:</u>	Albert Avellaneda Bargués	Generalidad de Cataluña
	Pere Vilaseca Ribalta	Generalidad de Cataluña
	Ángela Pérez Rizaldos	Comunidad de Madrid
	Dolores López García	Comunidad de Madrid
	Vicente Peris Alcalde	Generalidad Valenciana
	Joaquín Niclós Ferragut	Generalidad Valenciana
	José Collado	CONFECARNE
	Vicente Villeta	CONFECARNE
	Mª Paz Santamaría Hergueta	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
	Mercedes Cámara	CECARNE
	Paloma Sánchez	FIAB
	Alfredo Rodrigo Señor	AINIA
	Fernando Collado	AINIA
	Begoña Nava de Olano	TRAGSA

*Financiada la redacción de la Guía por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Convenio Específico de colaboración entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la FIAB para la ejecución de determinadas actuaciones de fomento del sector industrial agroalimentario. Año 2004.*

Edita: Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Medio Ambiente ©

I.S.B.N. MMA: 84-8320-326-X  
NIPO MMA: 310-05-083-8  
Depósito legal: M. 51.307-2005

I.S.B.N. MAPA: 84-491-0685-9  
NIPO MAPA: 215-05-081-9

Imprime: Neografis, S. L.

Impreso en papel reciclado al 100% totalmente libre de cloro

# PRESENTACIÓN

El Sexto Programa Comunitario de Acción en Materia de Medio Ambiente, adoptado en julio de 2002, confirma que la aplicación y el cumplimiento más efectivos de la legislación comunitaria en materia de medio ambiente constituyen una prioridad.

Sigue, por tanto, surgiendo la necesidad de dotarnos de herramientas que, partiendo del respeto al medio ambiente, concluyan el proceso de integración entre éste y el crecimiento económico, es decir, de crear instrumentos que pongan en práctica el Desarrollo Sostenible. En nuestro caso, los principales instrumentos integradores dirigidos a los sectores industriales y a las Autoridades Competentes, cuyos ejes más importantes son fundamentalmente la concesión de la Autorización Ambiental Integrada (AAI) y el concepto de Mejor Técnica Disponible, son la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y los documentos de Mejores técnicas Disponible, tanto europeos –documentos BREF- como las Guías de Mejores Técnicas Disponibles en España de diversos sectores industriales.

El sistema de permisos tiene como meta garantizar que los titulares de las instalaciones adopten medidas para la prevención de la contaminación, en especial mediante la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles, así como procurar que no se produzca ninguna contaminación importante, que los residuos inevitables se recuperen o se eliminen de manera segura, que se utilice la energía de manera eficiente, que se tomen medidas para prevenir los accidentes y, en caso de que se produzcan, limitar sus consecuencias y que el lugar de la explotación vuelva a quedar en un estado satisfactorio tras el cese de las actividades.

Teniendo en cuenta este enfoque integrador y para ayudar a las autoridades competentes en la tarea de conceder la AAI y especificar los límites de emisión de las distintas sustancias a los diferentes medios, límites que deben estar basados necesariamente en las Mejores Técnicas Disponibles, el Ministerio de Medio Ambiente, siguiendo con la serie que inició en el 2003, publica esta **Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Cárnico**.

Por su parte, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, consciente de la necesidad de fomentar procesos industriales cada vez más respetuosos con el medio ambiente, colabora en este proyecto mediante la financiación de estas Guías, con cargo al Convenio Específico de Colaboración para el año 2005 firmado con la Federación de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB).

Es importante señalar la estrecha colaboración que todo el sector ha tenido en la elaboración de esta Guía y el interés mostrado en la innovación tecnológica y mejora de procesos. El objetivo del sector es incluir metodologías de mejora ambiental continua en su estrategia empresarial como criterios de competitividad.

Por último, es necesario destacar que los documentos de Mejores Técnicas Disponibles en España están facilitando el paso hacia una nueva forma de compromiso de mejora del medio ambiente y desear que, de las ideas expuestas en la Guía y del diálogo entre los implicados, surjan nuevas iniciativas que puedan redundar en beneficio y mejora del medio ambiente.

**JAIME ALEJANDRE MARTÍNEZ**  
*Director General de Calidad  
y Evaluación Ambiental  
Ministerio de Medio Ambiente*

**MARÍA ECHEVARRÍA VIÑUELA**  
*Directora General de Industria  
Agroalimentaria y Alimentación  
Ministerio de Agricultura, Pesca y  
Alimentación*



# ÍNDICE

	<i>Págs.</i>
<b>PRÓLOGO</b> .....	9
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL SECTOR CÁRNICO</b> .....	15
1.1. EL SECTOR EN EUROPA .....	15
1.2. EL SECTOR CÁRNICO EN ESPAÑA .....	16
<b>2. PROCESOS Y TÉCNICAS APLICADAS</b> .....	23
2.1. MATADEROS Y SALAS DE DESPIECE .....	23
2.1.1. Recepción y estabulación .....	24
2.1.2. Aturdido y colgado .....	26
2.1.3. Desangrado .....	26
2.1.4. Escaldado (porcino) .....	27
2.1.5. Depilado/flagelado (porcino) .....	29
2.1.6. Flameado/Chamuscado (porcino) .....	29
2.1.7. Lavado (porcino) .....	29
2.1.8. Evisceración y corte de cabeza y patas (porcino) .....	30
2.1.9. Corte de patas y cuernos (vacuno) .....	31
2.1.10. Desollado (vacuno) .....	31
2.1.11. Corte de la cabeza (vacuno) .....	31
2.1.12. Evisceración (vacuno) .....	31
2.1.13. Corte de la canal/esquinado .....	32
2.1.14. Lavado .....	32
2.1.15. Oreo refrigerado .....	32
2.1.16. Despiece .....	33
2.1.17. Refrigeración/Congelación .....	33
2.2. PRODUCTOS PICADOS FRESCOS O COCIDOS .....	33
2.2.1. Recepción de materia prima .....	35
2.2.2. Picado .....	35
2.2.3. Amasado .....	35
2.2.4. Embutición/enlatado .....	35
2.2.5. Cocción/ahumado* .....	35
2.2.6. Enfriamiento .....	36
2.2.7. Reenvasado/reembutido* .....	36
2.2.8. Almacenamiento en frío .....	36
2.3. PRODUCTOS COCIDOS ENTEROS ELABORADOS A PARTIR DE PIEZAS ENTERAS .....	36
2.3.1. Recepción de materia prima .....	37
2.3.2. Inyección de salmuera .....	38
2.3.3. Masajeado .....	38
2.3.4. Embutido y Moldeado .....	38
2.3.5. Cocción/Ahumado* .....	38
2.3.6. Enfriamiento .....	39
2.4. PRODUCTOS PICADOS CURADOS .....	40
2.4.1. Recepción de materia prima .....	40
2.4.2. Picado .....	41

2.4.3.	Amasado .....	41
2.4.4.	Embutición .....	42
2.4.5.	Estufaje .....	42
2.4.6.	Secado/Maduración .....	42
2.4.7.	Envasado* .....	43
2.5.	<b>PRODUCTOS CURADOS ELABORADOS A PARTIR DE PIEZAS ENTERAS</b> .....	43
2.5.1.	Recepción de materia prima .....	44
2.5.2.	Descongelación de piezas* .....	44
2.5.3.	Preparación de la pieza .....	44
2.5.4.	Refrigeración* .....	45
2.5.5.	Salado .....	45
2.5.6.	Cepillado/lavado .....	46
2.5.7.	Postsalado .....	46
2.5.8.	Secado/afinado .....	46
2.5.9.	Acondicionamiento final .....	47
2.6.	<b>OPERACIONES AUXILIARES</b> .....	47
2.6.1.	Generación de calor .....	47
2.6.2.	Generación de frío .....	48
2.6.3.	Suministro eléctrico .....	49
2.6.4.	Acondicionamiento de agua .....	49
2.6.5.	Tratamiento de vertidos .....	50
2.6.6.	Mantenimiento de equipos, instalaciones y servicios .....	53
2.6.7.	Recogida, adecuación y almacenamiento de residuos .....	53
2.6.8.	Generación de aire comprimido .....	53
2.6.9.	Almacenamiento de materiales auxiliares .....	53
2.6.10.	Limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos. ....	54
<b>3.</b>	<b>NIVELES ACTUALES DE CONSUMO Y EMISIONES</b> .....	57
3.1.	<b>MATADEROS</b> .....	58
3.1.1.	Aspectos ambientales en mataderos .....	59
3.1.2.	Consumo de agua .....	61
3.1.3.	Consumo de energía .....	61
3.1.4.	Consumo de productos químicos de limpieza .....	64
3.1.5.	Consumo de combustibles .....	65
3.1.6.	Emisiones atmosféricas .....	65
3.1.7.	Aguas residuales .....	67
3.1.8.	Generación de residuos .....	69
3.1.9.	Olores .....	72
3.2.	<b>SALAS DE DESPIECE</b> .....	72
3.3.	<b>ELABORADOS CÁRNICOS</b> .....	73
3.3.1.	Aspectos ambientales en la industria de elaborados cárnicos. ....	74
3.3.2.	Consumo de agua .....	75
3.3.3.	Consumo de energía .....	75
3.3.4.	Consumo de productos químicos de limpieza .....	76
3.3.5.	Emisiones atmosféricas .....	76
3.3.6.	Aguas residuales .....	76
3.3.7.	Generación de residuos .....	77
<b>4.</b>	<b>MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES</b> .....	79
4.1.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	79

4.2.	CONSIDERACIONES GENERALES A LA APLICACIÓN DE LAS MTD'S EN UNA INSTALACIÓN CÁRNICA .....	80
4.2.1.	Seguridad alimentaria .....	80
4.2.2.	Viabilidad económica .....	80
4.2.3.	Condicionantes locales y de instalación .....	81
4.3.	FICHAS DE MTD'S .....	81
4.3.1.	MTDs genéricas .....	167
<b>5.</b>	<b>MEDICIÓN Y CONTROL DE EMISIONES .....</b>	<b>171</b>
5.1.	CONSUMO DE RECURSOS .....	172
5.2.	AGUAS RESIDUALES .....	173
5.2.1.	Caudal/volumen .....	173
5.2.2.	Toma de muestras .....	175
5.2.3.	Parámetros de control .....	176
5.2.4.	Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER) .....	178
5.2.5.	Valores límite actuales en la legislación española y europea .....	180
5.3.	EMISIONES ATMOSFÉRICAS .....	181
5.3.1.	Análisis de gases de combustión .....	182
5.3.2.	Cálculo de emisiones difusas .....	183
5.3.3.	Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER) .....	183
5.3.4.	Valores límite actuales en la legislación española y europea .....	185
5.4.	SUBPRODUCTOS/RESIDUOS .....	186
5.4.1.	Subproductos orgánicos .....	187
5.4.2.	Peligrosos .....	187
5.4.3.	Otros residuos .....	188
<b>6.</b>	<b>TÉCNICAS EMERGENTES .....</b>	<b>191</b>
6.1.	TÉCNICAS EMERGENTES .....	191
6.1.1.	Recirculación del agua utilizada en la desalación de los perniles .....	191
6.1.2.	Recirculación del agua de enfriamiento del chamuscador para su uso en otras fases del proceso .....	191
6.1.3.	Recuperación de calor de los gases de combustión del chamuscador para precalentar agua .....	192
6.1.4.	Utilización de válvulas mezcladoras de agua y vapor controladas termostáticamente .....	192
<b>ANEJOS .....</b>	<b>193</b>	
MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EPER QUE AFECTAN A LAS AGUAS .....	193	
MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EPER ATMOSFÉRICOS .....	198	
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>203</b>	
Abreviaturas .....	203	
Elementos y compuestos químicos .....	204	
Unidades de medida y símbolos .....	205	





## PRÓLOGO

Este documento es el resultado de llevar a la práctica uno de los compromisos establecidos en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación: la publicación de Guías de mejores técnicas disponibles en España para cada uno de los sectores industriales.

Su elaboración forma parte de un convenio entre la Federación de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB) y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), aportando éste último la financiación para la creación de un Grupo de Trabajo integrado, además de FIAB y MAPA, por el Ministerio de Medio Ambiente y representantes de los sectores industriales agroalimentarios (en concreto CONFECARNE y ASOCARNE).

Por medio de las asociaciones industriales, se creó un Comité Técnico Sectorial para la elaboración de la Guía compuesto por expertos del sector y seleccionados por la propia asociación industrial, resultando elegido como redactor técnico de la misma el Centro Tecnológico AINIA.

En el desarrollo de la Guía han colaborado, en tareas de revisión y mejora de contenidos, tanto los representantes de las Asociaciones y del Comité Técnico Sectorial, como expertos de las Administraciones públicas estatales y autonómicas. Todo esto, coordinado y apoyado por la FIAB y el Ministerio de Medio Ambiente.

Fruto de este esfuerzo es esta **Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Cárnico**.

Por último, queremos resaltar que este documento es un primer paso, enmarcado dentro de la estrategia general de Desarrollo Sostenible, para lograr una mejora del medio ambiente, ya que la necesaria actualización de los contenidos de la Guía en función de los avances técnicos y tecnológicos garantiza la colaboración entre Administración e industria para la revisión del documento, dando así respuesta adecuada a los nuevos retos medioambientales.

### **Marco administrativo**

La *Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación*, más conocida como Ley IPPC por sus siglas en inglés (Integrated Pollution Prevention and Control), incorpora al ordenamiento interno español la *Directiva 96/61/CE, del Consejo, de 24 de septiembre*, del mismo título.

Esta ley, de carácter básico, nace con una clara vocación preventiva y de protección del medio ambiente en su conjunto, con la finalidad de evitar, o al menos reducir, la contaminación de la atmósfera, el agua y el suelo. La aprobación de ambos textos legislativos ha supuesto un cambio importante en la concepción de los condicionados ambientales aplicables a las actividades industriales agroalimentarias. Las condiciones ambientales que se exigen para la explotación de las instalaciones

recogidas en el anejo 1 de la Ley IPPC, quedarán plasmadas en el nuevo permiso único, denominado Autorización Ambiental Integrada (AAI).

El Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM), cumpliendo con el compromiso reflejado en el artículo 8.1 de la Ley IPPC, ha promovido la elaboración por sectores de guías nacionales sobre mejores técnicas disponibles (MTDs). Como consecuencia de este compromiso, se ha elaborado el presente documento: la “Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector cárnico”.

## Objetivos

En el caso concreto del sector agroalimentario, que procesa materias primas muy variadas para producir multitud de productos distintos, y debido a la diversidad de procesos que en él se dan, se ha decidido abordar estas guías desde el punto de vista subsectorial, de manera que cada uno de los subsectores con empresas afectadas por la Ley IPPC pueda contar con una guía específica. Este es el caso del sector cárnico, que en el ámbito de esta guía incluye las actividades de matadero, despique y elaborados cárnicos, de los grupos ganaderos vacuno y porcino.

Respecto a los potenciales usuarios de las distintas guías sectoriales de MTDs (ya editadas o por editar) en el ámbito global de la industria agroalimentaria y de las explotaciones porcinas y avícolas españolas, cabe destacar que sus actividades suman buena parte del total de las 4.983<sup>1</sup> instalaciones afectadas por la Ley IPPC en España. En concreto son 2.569<sup>2</sup> las instalaciones que corresponden a estas actividades, el 51,5% del total.

Estas actividades están recogidas bajo el epígrafe 9 del anejo 1 de la Ley IPPC, y sus respectivas categorías. Las actividades incluidas en el alcance de esta guía están referidas en los siguientes epígrafes:

- 9.1 a) Mataderos con una capacidad de producción de canales superior a 50 t/d.
- 9.1 b1) Tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de materia prima animal (que no sea leche) de una capacidad de producción superior a 75 t/d.

Los objetivos que se persiguen con esta guía son básicamente:

- servir de referencia a las administraciones competentes a la hora de conceder las AAI a las empresas del sector. Teniendo esto en cuenta, se ha pretendido que la guía constituya una herramienta sencilla y práctica en su uso, recogiendo la información necesaria y disponible en el momento de su redacción, expuesta y descrita con la claridad, extensión y precisión conveniente, para facilitar así la comprensión y el trabajo de las Comunidades Autónomas (CCAA), ya que corresponde a los órganos ambientales competentes de las CCAA la coordinación de los trámites de concesión de las AAI;

---

<sup>1</sup> Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, noviembre 2004.

<sup>2</sup> Fuente: EPER-España, mayo 2004.

- disponer de un documento cuyos contenidos se adapten a la realidad de la industria española y profundizar en la especificidad de las diferentes actividades de la industria cárnica, tomando como base los documentos de referencia europeos sobre MTDs;
- servir como herramienta de soporte para que las empresas puedan orientar sus futuras inversiones de forma compatible con los objetivos marcados en la Ley IPPC.

## **Destinatarios**

Conforme a lo expuesto en el punto anterior, los principales destinatarios de la guía son las empresas del sector cárnico que estén obligadas a solicitar la AAI y las administraciones públicas autonómicas que deben otorgar este permiso.

Sin embargo, también puede ser un documento útil para las administraciones públicas de ámbito local y estatal, las cuales participan asimismo en el proceso de tramitación de las AAI mediante la emisión de informes vinculantes y no vinculantes de distinta índole.

Esta guía, puede constituir también una herramienta de consulta importante para apoyar el trabajo cotidiano que se desarrolla en empresas de ingeniería, consultoría, centros tecnológicos o para estudiantes. Por último, no hay que olvidar a aquellas instalaciones del sector cárnico que, aún no estando afectadas por la Ley IPPC, tienen a su alcance un documento específico de su actividad, del que pueden ayudarse a la hora de tomar decisiones de alcance técnico y ambiental en sus instalaciones.

## **Autorización ambiental integrada (AAI) y mejores técnicas disponibles (MTDs)**

Todas las industrias afectadas por la *Ley 16/2002* deberán sustituir, antes del 31 de octubre de 2007, sus actuales autorizaciones y permisos en materia de vertidos, emisiones a la atmósfera o residuos, por el permiso único (AAI), definido en el artículo 3 de Ley IPPC.

La tramitación y evaluación de los expedientes se basará en la actividad específica de la instalación, su antigüedad y características técnicas, y especialmente en el entorno natural y geográfico en el que se ubica y los factores locales con los que interactúa. El alcance del permiso engloba todo tipo de aspectos ambientales: consumo de recursos naturales, aguas residuales, residuos, contaminación del suelo y aire, etc.

Esto supone una gran diferencia con los permisos anteriores a la Ley IPPC ya que éstos eran otorgados sin ponderar el tipo de actividad industrial desarrollada, y exclusivamente asociados a alguno de los aspectos mencionados anteriormente.

La Ley IPPC persigue incentivar y discriminar positivamente soluciones o técnicas que en su diseño ahorren realmente contaminación, en otras palabras, se pone

el acento en la prevención. Bajo este marco normativo entramos por tanto en la era de las tecnologías limpias frente a las ya muy extendidas tecnologías de corrección o control de la contaminación al final de línea.

En muchos casos es inevitable e imprescindible controlar la contaminación generada ya que la prevención por sí sola no es suficiente para evitar que ésta se produzca a unos niveles admisibles. Así pues, se trata de encontrar un equilibrio o integración lógica entre prevención y control, y de ahí el nombre de la Ley IPPC de “prevención y control integrado de la contaminación”.

Uno de los puntos clave de la Ley IPPC es el de establecer unos valores límite de emisión (VLEs) en la correspondiente Autorización Ambiental Integrada, basándose en los niveles de consumo y emisión asociados a las MTDs y tomando en consideración los aspectos señalados en el 2º párrafo de este punto (también relacionados en el artículo 7.1 de la ley).

Las MTDs son técnicas especialmente eficaces desde el punto de vista ambiental por su menor consumo de recursos y/o impacto ambiental, y que son viables en el ámbito técnico y económico para cualquier industria afectada por la Ley IPPC.

En comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica en una instalación industrial, una MTD debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la MTD debe estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción de alimentos de calidad, inocuos y cuya fabricación no supongan un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.). Se debe tener en cuenta que en el caso de la industria agroalimentaria, la seguridad alimentaria es criterio prioritario sobre la protección del medio ambiente.

Finalmente, una técnica no podría considerarse MTD si fuera económicamente inviable para una industria. La adopción de MTDs por parte de una instalación no debería suponer un coste tal que pusiera en riesgo la continuidad de la actividad.

En este sentido, es conveniente recordar que algunas MTDs que pueden resultar técnica y económicamente viables para instalaciones de nueva planta, pueden no serlo en el caso de instalaciones existentes.

## **Elaboración de la guía**

Antes de mencionar los aspectos más importantes que han caracterizado la elaboración de la “Guía de MTDs en España del sector cárnico”, es conveniente introducir, en líneas generales, la evolución que han seguido los trabajos de determinación de MTDs a nivel europeo, así como los actores que han participado en este proceso, y cuyos resultados se han materializado en una serie de documentos de referencia sobre mejores técnicas disponibles, denominados BREF, (acrónimo de Best available techniques REference document).

La Comisión Europea, de acuerdo con el artículo 16.2 de la Directiva IPPC y a través de un organismo europeo, concretamente el Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) con sede en Sevilla, coordina unos grupos de trabajo en los que se están acordando las MTDs europeas para cada uno de los sectores industriales afectados por la Directiva IPPC. El resultado de estos trabajos son los BREF, en los que se incluye para cada uno de los sectores afectados, información general del sector industrial, una descripción de las operaciones y técnicas aplicadas y los principales aspectos ambientales asociados, los niveles de consumo y emisión característicos, las técnicas a considerar en la determinación de las MTDs, las propias MTDs y un capítulo de técnicas emergentes.

Las MTDs europeas descritas en los documentos BREF son aprobadas por la Comisión Europea para cada actividad industrial, tras un proceso de supervisión a cargo del Foro de Intercambio de Información en el que intervienen autoridades ambientales de los países de la UE, expertos de los sectores industriales y ONGs.

El papel principal en la elaboración de un documento BREF lo juegan los TWGs (Technical Working Groups) o grupos técnicos de trabajo específicos que se constituyen para cada documento sobre MTDs. En estos grupos están representados todos los estados miembros de la UE así como otros agentes interesados.

Los documentos BREF en los que se encuentran reflejadas las instalaciones del sector cárnico incluidas en el alcance de esta guía son los siguientes<sup>3</sup>:

- *Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries (finalizado, noviembre 2003).*
- *Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industry.*

La presente guía sobre MTDs en el sector cárnico toma como punto de partida los BREFs anteriores, adaptándolos a la casuística de la industria española pero atendiendo a las pautas marcadas en aquellos, para armonizar la situación técnica y ambiental del sector cárnico español dentro del contexto legal europeo observado en la *Directiva 96/61/CE*.

Este documento ha sido elaborado por las asociaciones industriales del sector cárnico CONFECARNE y ASOCARNE, las cuales han seleccionado a AINIA Centro Tecnológico para encargarse de la redacción técnica. En el desarrollo de la guía también ha colaborado activamente, concretamente en tareas de revisión y mejora de contenidos, un comité técnico sectorial compuesto por expertos del sector y seleccionados por las propias asociaciones industriales. También han participado en labores de revisión y mejora, expertos de las administraciones públicas estatales y autonómicas. Todos estos agentes, coordinados y apoyados por representantes del MIMAM y de la Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas (FIAB), con financiación del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

---

<sup>3</sup> Disponibles en; <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>

La participación de las asociaciones y las empresas ha sido uno de los aspectos clave para conseguir que los documentos reflejen la realidad del sector en España, una realidad forzosamente cambiante a corto plazo, ya que cada centro productivo es un elemento dinámico en constante evolución, obligado a adaptarse a las múltiples circunstancias de carácter legal, tecnológico, económico, etc. para garantizar su desarrollo en un entorno altamente competitivo.

Por estos mismos motivos, además de por el hecho de que la AAI debe ser renovada periódicamente, esta “Guía de mejores técnicas disponibles en España del sector cárnico” se concibe como un documento abierto y dinámico, que debe ser actualizado periódicamente para recoger las transformaciones que, a todos los niveles, afectan al sector cárnico, pero especialmente desde el punto de vista de la legislación y la tecnología ambiental, siendo éstas las parcelas que más evolucionan en los últimos tiempos. De este modo, se dispondrá en todo momento de una herramienta que puede seguir siendo útil a sus destinatarios.

---

## 1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EL SECTOR CÁRNICO

### 1.1. EL SECTOR EN EUROPA

Según un informe publicado por la Confederación de las Industrias de Alimentación y Bebidas de la Unión Europea (CIAA) en Noviembre de 2003, el sector de los productos cárnicos representaba en el año 2000 el 20% de la producción total de la industria de alimentación y bebidas y el 17% del valor añadido del sector. Por países, Alemania encabezaba en ese mismo año la producción de productos cárnicos seguida de Italia, Francia y España. En cuanto a las exportaciones, los productos cárnicos representaban en el año 2002 el 10% en valor del total de la industria de alimentación y bebidas en la Unión Europea, suponiendo una cifra de 4.451 millones de euros.

Datos más recientes publicados en Eurocarne, sitúan el valor de la producción cárnica en la Unión Europea en el año 2002 en torno a los 72.000 millones de €, acaparando el 62% del valor de la producción animal y el 26% de la producción agraria. En ese mismo informe se señala que a nivel europeo, en 2002 la producción cárnica registró una ligera recuperación por el incremento de la carne de vacuno, alcanzando un total de 35,8 millones de toneladas.

Las últimas crisis que ha sufrido el sector (encefalopatía espongiforme, peste porcina, fiebre aftosa, etc.), debidos a problemas surgidos en el sector primario ganadero han provocado la falta de confianza del consumidor y han puesto de manifiesto la dependencia de la industria cárnica respecto del sector ganadero.

Para paliar esta situación se tomaron una serie de medidas a nivel europeo, dirigidas a salvaguardar la salud pública y animal, como las retiradas de toneladas de carne del mercado mediante intervención pública, adopción de planes de compra para destrucción o medidas de sacrificio de animales. Cabe destacar las medidas adoptadas para la lucha contra las encefalopatías espongiformes transmisibles.

Actualmente existe un control de las materias primas y los complementos utilizados en los piensos animales, un mayor control del destino de los residuos generados en la industria cárnica y una mayor “trazabilidad” del producto que abarca desde la producción de piensos hasta la distribución comercial.

En los últimos años se ha producido una tendencia hacia la integración de las distintas actividades implicadas en la cadena, mediante inversiones directas de las empresas de unas actividades en las siguientes o anteriores, como por ejemplo las inversiones de la industria cárnica o de los grupos ganaderos en mataderos, y en la definición de acuerdos que especifican las condiciones de producción entre sector primario e industria de transformación.

A continuación se muestran las tablas 1, 2 y 3 el resumen de Producción, Importaciones y Exportaciones de carnes, de los mayores países productores de carne de la Unión Europea, en el año 2001 (datos FAO–*Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*).



**Tabla 1. Principales países productores de carne en la Unión Europea en 2001 (toneladas)**

	Alemania	Francia	España	Italia	Reino Unido	Países Bajos	Dinamarca
Carne de Aves de Corral <sup>(1)</sup>	862.000	2.214.300	1.030.531	1.134.000	1.565.700	757.000	216.104
Carne de Cerdo	4.074.300	2.315.200	2.992.710	1.509.640	777.000	1.458.000	1.716.000
Carne de Vaca	1.361.500	1.566.000	642.033	1.134.437	645.000	364.000	153.400
Carne Ovina & Caprina	46.412	140.300	253.900	66.100	258.000	18.330	1.587
Carne, Otra <sup>(2)</sup>	128.166	298.500	130.068	297.000	9.080	1.100	3.700
<b>Total carne</b>	<b>6.472.378</b>	<b>6.534.300</b>	<b>5.049.242</b>	<b>4.141.177</b>	<b>3.254.780</b>	<b>2.598.430</b>	<b>2.090.791</b>

Fuente: FAOSTAT (Base de datos on-line de estadísticas de la FAO)

(1) comprende la carne de especies como el pollo, gallinas, pavos, patos o gansos

(2) comprende la carne de especies como el conejo, caballo, avestruz o caza

**Tabla 2. Principales países exportadores de carne en la Unión Europea en 2001 (toneladas)**

	Países Bajos	Dinamarca	Francia	Alemania	Bélgica-Luxemburgo	España	Irlanda
Carne de Aves de Corral <sup>(1)</sup>	766.704	129.946	731.556	187.089	324.873	74.810	52.155
Carne de Cerdo	811.652	1.385.331	543.921	560.067	778.352	447.460	135.741
Carne de Vaca	282.643	89.823	179.291	609.975	115.799	116.662	322.250
Carne Ovina & Caprina	6.507	454	10.417	7.698	15.775	19.981	67.645
Carne, Otra <sup>(2)</sup>	57.929	692	25.831	43.284	40.939	12.831	1.091
<b>Total carne</b>	<b>1.925.436</b>	<b>1.606.245</b>	<b>1.491.017</b>	<b>1.408.112</b>	<b>1.275.738</b>	<b>671.744</b>	<b>578.882</b>

Fuente: FAOSTAT

(1) comprende la carne de especies como el pollo, gallinas, pavos, patos o gansos

(2) comprende la carne de especies como el conejo, caballo, avestruz o caza

**Tabla 3. Principales países importadores de carne en la Unión Europea en 2001 (toneladas)**

	Alemania	Reino	Italia	Francia	Países	Grecia	Bélgica-Luxemburgo	España
Carne de Aves de Corral <sup>(1)</sup>	537.115	410.571	51.861	167.706	226.945	75.821	147.728	111.863
Carne de Cerdo	781.939	800.150	1.081.255	478.518	127.137	309.836	124.869	85.889
Carne de Vaca	121.244	403.683	293.806	252.358	197.461	146.806	46.650	66.009
Carne Ovina & Caprina	40.344	93.022	27.899	120.958	10.422	20.114	30.285	9.281
Carne, Otra <sup>(2)</sup>	299.892	47.618	77.438	92.180	172.380	13.521	61.647	40.642
<b>Total carne</b>	<b>1.780.534</b>	<b>1.755.044</b>	<b>1.532.260</b>	<b>1.111.719</b>	<b>734.344</b>	<b>566.099</b>	<b>411.179</b>	<b>313.685</b>

Fuente: FAOSTAT

(1) comprende la carne de especies como el pollo, gallinas, pavos, patos o gansos

(2) comprende la carne de especies como el conejo, caballo, avestruz o caza

## 1.2. EL SECTOR CÁRNICO EN ESPAÑA

Según los datos de la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB), el sector cárnico español estaba compuesto por 4.584 empresas en el año 2003, que representan el 13,7% del total de empresas de alimentación y bebidas.

Según otro informe publicado por la Asociación de Industrias de la Carne de España (AICE), en base a datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), el sector cárnico constituye hoy un sector de primera magnitud dentro del conjunto de la industria alimentaria, como lo demuestra el hecho de que de los 66.242 millones de € que alcanzó el gasto alimentario en España en 2002, casi la cuarta parte, un 24,9%, correspondieron a la carne y derivados, muy por encima de sectores como el de la pesca (13,9%) o el lácteo (12,1%).

### Estructura

Desde el punto de vista de la actividad que desarrollan, las empresas pueden clasificarse en cuatro grandes grupos: mataderos, almacenes frigoríficos, salas de despiece e industrias de elaboración.

Actividad	Nº de establecimientos
Número de mataderos (excluidos los de excepción permanente)	589
Número de almacenes frigoríficos	2.155
Número de salas de despiece	1.938
Número de industrias de elaboración	4.847
Número medio de empleados/empresa	11

Fuente: (MISACO-Ministerio de Sanidad y Consumo, Febrero 2004).

Estos datos nos dan idea de una realidad sectorial caracterizada por una gran atomización, con gran número de pequeñas y medianas empresas. No obstante, a lo largo de los últimos años se han registrado procesos de concentración y verticalización de las cadenas productivas.

**Tabla 4. Localización geográfica de los Establecimientos Autorizados Cárnicos y Actividades (datos año 2000)**

Comunidades Autónomas	Matadero frigorífico	Sala de despiece	Almacén frigorífico	Industria cárnica	Otros	Nº total de establecimientos
Andalucía	100	270	154	655	307	1.486
Aragón	27	43	41	132	102	345
Asturias	11	20	25	109	42	207
Baleares	7	36	60	88	64	255
Canarias	7	12	59	59	44	181
Cantabria	4	7	11	30	17	69
Castilla la Mancha	47	97	46	278	161	629
Castilla-León	127	265	115	721	168	1.396
Cataluña	69	334	358	741	716	2.218
Extremadura	28	67	25	231	73	424
Galicia	51	85	109	235	119	599
La Rioja	7	9	11	108	9	144
Madrid	18	104	126	142	224	614
Murcia	24	62	19	123	69	297
Navarra	12	23	29	118	41	223
País Vasco	8	52	84	99	108	351
Valencia	38	124	169	339	320	990
<b>Total</b>	<b>585</b>	<b>1.610</b>	<b>1.441</b>	<b>4.208</b>	<b>2.584</b>	<b>10.428</b>

Fuente: Ministerio de Sanidad y Consumo.

## La producción de carnes

En cuanto a la producción española de carne, según el MAPA, destacan las cantidades relativas a la carne de porcino, que representa el 57% del total de carnes producidas en nuestro país en el año 2003. Con una producción de 3.189.500 t, España es el cuarto mayor productor mundial de este tipo de carne (por detrás de China, Estados Unidos y Alemania). Le sigue en importancia la carne de ave, que sigue manteniéndose en torno al 1.330.000 t, copando un 23,8% del sector en el año 2003.

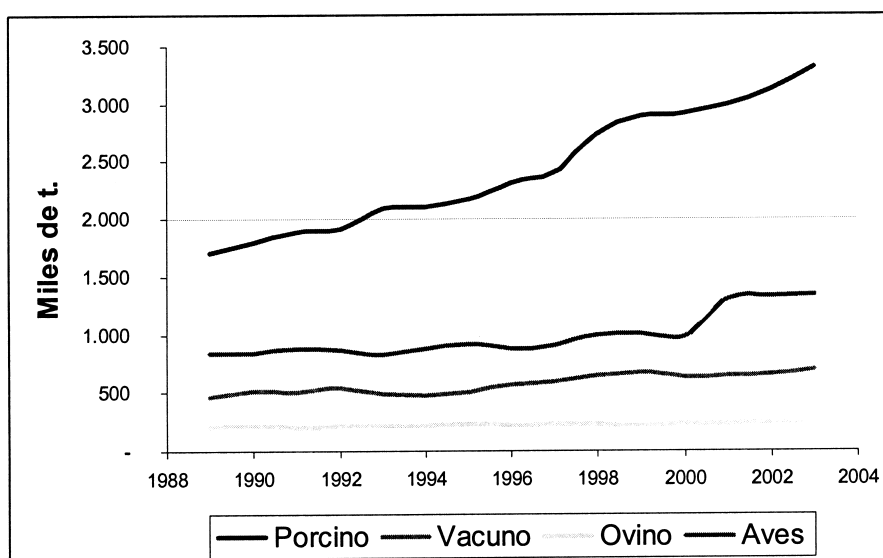


Figura 1. Evolución de la producción cárnica en España (Fuente: MAPA).

La carne de vacuno ocupa el tercer lugar en volumen con 703.450 t en 2003 (12,6%), si bien en este caso España se aleja de los puestos de cabeza de la producción mundial, liderados por EE.UU. y Brasil. Otro tanto se puede decir de la carne de ovino, que año tras año ve reducir su producción, aunque España está en el segundo lugar dentro de la U.E.

En cuanto a la capacidad de producción de los elaborados cárnicos, se acerca a los 3 millones de toneladas/año, si bien la utilización real es poco más del 38%, es decir, 1.190.698 toneladas en 2003. Esta cifra, sin embargo, nos sitúa en cuarto lugar en la Unión Europea, por detrás de Alemania, Italia y Francia, que por ese orden ocupan los puestos de cabeza.

En el Informe publicado en Eurocarne, se señala que el sector de los elaborados cárnicos está compuesto por más de 4.500 empresas, número que está en continua evolución debido a la irrupción de nuevos operadores en este mercado, procedentes del segmento de proveedores de materia prima o de carnes frescas. Además, los cinco primeros productores de elaborados acaparan el 22,5% de la cuota de mercado, mientras que los diez más importantes representan una cuota del 28%, lo que confirma un fuerte grado de atomización.

**Tabla 5. Producción de elaborados cárnicos (datos en toneladas)**

Productos	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Jamón y paleta curados	185.000	193.880	200.510	204.339	234.000	245.700
Embutidos curados	157.000	157.000	169.999	179.094	184.466	191.844
Jamón y paleta cocidos	123.500	126.588	136.841	150.607	158.137	169.997
Otros tratados por el calor	243.600	254.562	279.229	299.222	329.323	345.789
Productos adobados y frescos	132.800	139.838	145.487	167.637	170.000	170.680
Platos preparados	45.100	46.047	57.558	59.918	63.513	66.688
<b>TOTAL</b>	<b>887.000</b>	<b>917.915</b>	<b>989.624</b>	<b>1.060.817</b>	<b>1.141.439</b>	<b>1.190.698</b>

Fuente: AICE.

### Calidad

Cabe destacar el espectacular incremento que se está produciendo en la producción de carnes frescas y productos cárnicos amparadas en figuras de calidad, que en 2002 fue de 170,75 millones de €, lo que representa el 30,5% de total comercializado.

Los productos agroalimentarios españoles amparados bajo figuras de calidad (Denominaciones de Origen (D.O.), Indicaciones Geográficas Protegidas (I.G.P.) y Especialidades Tradicionales Garantizadas (E.T.G.)) son ya 88. Entre aquellas específicas del sector cárnico (ver tabla 6), se encuentran 14 carnes frescas, 4 jamones y 5 pertenecientes a embutidos y otros productos cárnicos, destacando el Jamón Serrano, única ETG española.

**Tabla 6. Denominaciones de Calidad Españolas específicas del sector cárnico (Fuente: MAPA)**

Tipo de producto	D.O./I.G.P./E.T.G	Comunidad Autónoma
Carnes frescas	Carne de Ávila	Castilla y León
	Carne de Cantabria	Cantabria
	Carne de la Sierra del Guadarrama	Madrid
	Carne de Morucha de Salamanca	Castilla y León
	Cordero de Navarra	Comunidad Foral de Navarra
	Cordero Manchego	Castilla La Mancha
	Lechazo de Castilla y León	Castilla y León
	Pollo y Capón del Prat	Cataluña
	Ternasco de Aragón	Aragón
	Ternera Asturiana	Principado de Asturias
	Ternera de Extremadura	Extremadura
	Ternera de los Pirineos Catalanes	Cataluña
	Ternera de Navarra	Comunidad Foral de Navarra
	Ternera Gallega	Galicia
Jamones	Jamón Serrano	Nacional
	Dehesa de Extremadura	Extremadura
	Guijuelo	Castilla-León /Extremadura
	Jamón de Huelva	Andalucía/Extremadura
Embutidos y otros productos cárnicos	Jamón de Teruel	Aragón
	Botillo Del Bierzo	Castilla y León
	Cecina de León	Castilla y León
	Lacón Gallego	Galicia
	Salchichón de Vic	Cataluña
Sobrasada de Mallorca	Islas Baleares	

## Comercio exterior

Finalmente, el comercio exterior de carnes y elaborados cárnicos sigue experimentado una progresión en los últimos años, recuperándose de la parada sufrida en el 2001 a causa de la Peste Porcina Clásica. Sin embargo, esta recuperación es gracias a las ventas dentro del mercado comunitario, en contraposición al declive en las exportaciones a terceros países (Ver tablas 7 y 8).

**Tabla 7. Exportaciones de carne en España (datos en toneladas)**

Productos	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Carne de Vacuno	117.200	139.323	132.682	108.963	118.000	158.217
Carne de Porcino	208.705	289.318	320.599	353.280	362.365	457.437
Jamón Serrano	10.795	14.000	16.243	12.706	13.158	14.852
Embutidos curados	10.146	11.600	15.249	16.984	16.300	16.802
Jamón y paleta cocidos	6.217	8.612	8.100	6.427	4.485	3.854
Embutidos cocidos	13.223	11.120	9.560	10.300	9.387	12.157
Otros productos	11.836	12.200	12.258	9.865	9.252	10.610

Fuente: ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior), Aduanas, MAPA. Datos de 2003, provisionales

**Tabla 8. Importaciones de carne en España (datos en toneladas)**

Productos	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Carne de Vacuno	68.306	72.983	70.915	54.946	76.570	84.308
Carne de Porcino	58.100	74.930	80.249	69.000	56.890	70.961
Jamón Serrano	750	960	1.143	900	1.854	2.023
Embutidos curados	975	925	681	743	487	965
Jamón y paleta cocidos	2.992	2.030	2.572	2.407	1.865	2.812
Embutidos cocidos	9.630	8.946	10.651	10.971	11.142	11.865
Otros productos	6.384	6.900	4.793	4.692	4.282	4.812

Fuente: ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior), Aduanas, MAPA. Datos de 2003, provisionales.

El informe publicado en Eurocarne sitúa el valor de las exportaciones españolas del sector cárnico en el año 2002 en un valor de 1.345,09 millones de €, mientras que las importaciones ascendieron a 712,31 millones. Por lo tanto, resulta una balanza comercial positiva de 484,49 millones de €.

La mayor parte del valor de las exportaciones del sector cárnico en 2002 procedía de las ventas de porcino, que representaban el 52% y una balanza comercial positiva de 557,85 millones de €. Las exportaciones de porcino se componen fundamentalmente de carne fresca o refrigerada ya despiezada, exceptuando el jamón y la paleta, más apreciados para la producción nacional de curados, además de la exportación de canales y medias canales frescas. En cuanto a las importaciones, fundamentalmente se importan jamones y paletas congelados y frescos por la fuerte industria elaboradora de jamones y paletas, tanto curados como cocidos, que hay en España.

En el año 2002 la balanza comercial resultó en cambio negativa para el vacuno y para las aves en 113,10 y 25,71 millones de € respectivamente. Los porcentajes de exportación respecto a la producción nacional fueron del 18,4% en el caso del vacuno y del 6,4% en el caso de las aves.

Por último, respecto a la carne de ovino, mencionar que las exportaciones se han recuperado desde 1999, año en que la balanza comercial llegó a ser negativa. En 2002 la balanza fue de 37,75 millones de €. Los porcentajes de exportación respecto a la producción nacional fueron de algo más del 10%.

**FUENTES:**

- Data and trends of the EU food and drink industry. Confederation of the food and drink industries of the EU. Noviembre 2003.
- CIAA Annual Report 2003. Confederation of the food and drink industries of the EU.
- The world meat market: Building a future on the lessons learned. Dr. Franz Fiscler. 15th World Meat Market.
- La situación de la agricultura en la Unión Europea. Informe de 2001. Comisión de las comunidades europeas.
- La situación de la agricultura en la Unión Europea. Informe de 2002. Comisión de las comunidades europeas.
- FAOSTAT. Bases de datos de Agricultura. Balance de Productos. Ganado primario equivalente.
- Los mercados de carnes en España, en el proceso de verticalización. Distribución y Consumo 43. Marzo-abril 2002.
- Sector cárnico español 2001. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Asociación de Industrias de la Carne de España: <http://www.aice.es>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: <http://www.mapya.es>
- Principales variables económicas de la industria cárnica española. Eurocarne, nº123. Enero-Febrero 2004.

---

## 2. PROCESOS Y TÉCNICAS APLICADAS

En la industria cárnica podemos distinguir tres tipos de actividades principales: el sacrificio de los animales en mataderos, el despiece y porcionado de las canales en salas de despiece y la elaboración de productos cárnicos en plantas de fabricación.

En España, parte de la actividad de despiece de canales se realiza en recintos anexos al matadero.

La necesidad de ampliar la vida útil de la carne ha permitido desarrollar diversos métodos como la cocción, el ahumado, la salazón o el desecado para la conservación de la carne. Actualmente ha dejado de ser un método cuyo objetivo único es la conservación para convertirse en una forma de diversificación de productos.

Debido a que los procesos presentan ciertas diferencias, vamos a hacer una distinción entre productos frescos, cocidos y curados, diferenciando a su vez los productos que se procesan en forma de piezas enteras (jamón, paleta, lomo,...) y los que se procesan tras un picado en el que se rompe la estructura de los paquetes musculares (chorizo, salchichón, longaniza...).

### 2.1. MATADEROS Y SALAS DE DESPIECE

Los productos finales obtenidos en el matadero se pueden resumir en:

- canales o medias canales y vísceras aptas para consumo humano;
- subproductos animales como el cuero, pelo, sangre, tripas y otras fracciones que pueden ser aprovechables en otras actividades industriales afines (alimentaria, farmacéutica, curtidos, etc.), o bien otros que, por estar clasificados en la categoría 1 por la normativa correspondiente, tienen que ser destruidos (Material Específico de Riesgo, en prevención de las encefalopatías espongiiformes transmisibles).

En las salas de despiece, las medias canales son troceadas en piezas enteras y recortes, que se destinan a su comercialización en fresco o como producto intermedio para las fábricas de elaborados.

A continuación se describe el proceso productivo desarrollado en los mataderos:

Los animales se trasladan en vehículos desde las explotaciones ganaderas a los mataderos, vehículos que deben ser limpiados y desinfectados en el mismo matadero antes de su salida en vacío de la instalación.

Los animales se descargan desde los camiones de transporte en los corrales del matadero, donde permanecen hasta su entrada en la sala de sacrificio. Previamente a su sacrificio, los animales son aturdidos para evitar el sufrimiento del animal y para mejorar la calidad de la carne.

El sacrificio consiste generalmente en un degüello manual, tras el cual existe un periodo de desangrado antes de proceder a las operaciones de escaldado, flagelado y chamuscado, en el caso de porcino, que tienen como objetivo la eliminación de las cerdas de la piel del animal. En el caso del vacuno y ovino, se elimina la piel del animal con lo que estas etapas se sustituyen por un desollado del animal.

Los animales sacrificados y depilados entran en la sala de evisceración donde manualmente se procede a la evisceración, lavado y corte o división de las canales. Las medias canales se trasladan a la cámara de oreo en la que permanecen un tiempo variable.

En las salas de despiece, las medias canales procedentes del matadero son deshuesadas y divididas en partes más pequeñas, siendo el grado de división al que se llega en cada establecimiento variable. Estas piezas se pueden preservar mediante refrigeración y/o congelación.

El transporte al matadero, el sacrificio, la obtención de canales y su despiece posterior está regulado por la legislación sanitaria estatal a través del *Real Decreto 147/1993, de 29 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas* y por el *Real Decreto 315/1996, de 23 de febrero*, que modifica al anterior, así como por el recién adoptado Paquete de higiene, que simplifica y recopila toda la legislación comunitaria en materia de higiene alimentaria, sanidad animal y controles oficiales.

La higiene debe mantenerse durante todas las etapas del proceso productivo ya que tiene una influencia directa sobre la calidad y salubridad de los alimentos que se elaboran. Por ello, la limpieza y desinfección de equipos e instalaciones es una operación auxiliar de suma importancia que tiene gran influencia en el proceso productivo y que cuenta con una tecnología y metodología adaptada para el sector.

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo de este proceso.

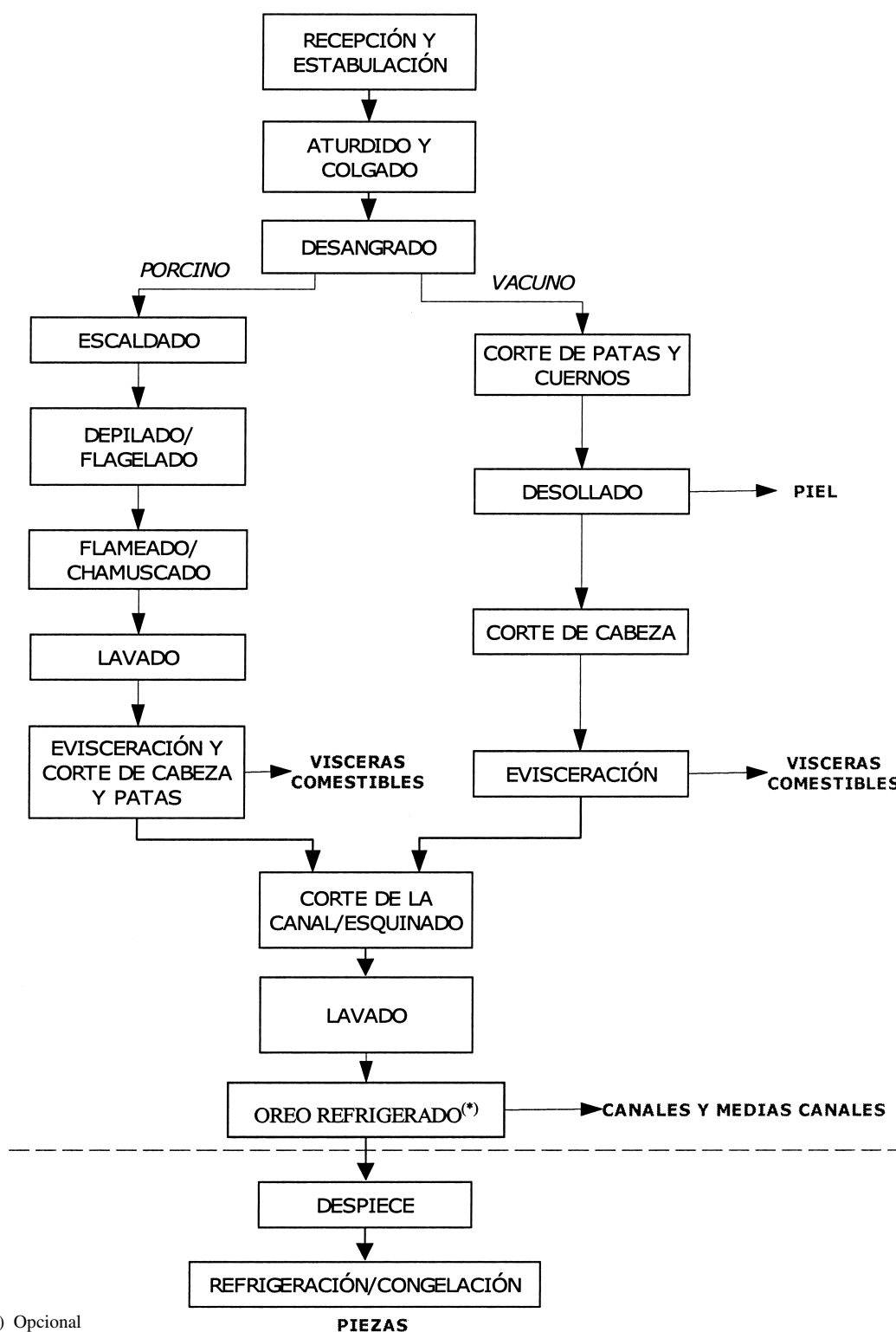
### **2.1.1. Recepción y estabulación**

Para la producción de canales de buena calidad, además de un adecuado sistema de cría del animal, es fundamental un correcto transporte al matadero y una adecuada estancia en él.

Una vez que los animales son transportados desde las granjas al matadero, éstos deberán permanecer en los establos hasta su sacrificio, espera que no suele superar las 24h. Los animales deben tener siempre agua a su disposición durante su estancia en los corrales.

Las condiciones sanitarias y el régimen alimenticio con el que llegan los animales a los mataderos pueden tener importancia en algunos aspectos ambientales como la cantidad de estiércol excretado en las cuadras, el contenido gástrico por animal o el metano producido y eliminado a la atmósfera.





(\*) Opcional

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso productivo desarrollado en los mataderos.

Antes de que los animales pasen a la sala de matanza, pueden recibir una ducha con agua fría pulverizada para limpiarlos parcialmente y favorecer el posterior desangrado.

El lavado de los animales en el caso del vacuno y ovino provoca problemas higiénicos durante el sacrificio si no están completamente secos. Además, las pieles húmedas se deterioran más rápidamente que las secas y pueden provocar problemas higiénicos durante el faenado.

### 2.1.2. Aturdido y colgado

Antes del sacrificio los animales son aturdidos para insensibilizar al animal hasta que se produzca su muerte cerebral por desangrado. Existen tres métodos principales de aturrido: mecánico, eléctrico y gaseado.

Los métodos mecánicos normalmente se usan para ganado vacuno y ovino, los eléctricos para ganado porcino y ovino y el gaseado se usa en ganado porcino.

Los métodos de aturrido más utilizados en el ganado porcino son el aturrido eléctrico y la exposición al dióxido de carbono.

El aturdimiento mediante **descarga eléctrica** consiste en hacer pasar una corriente alterna a través del cerebro. Como método más eficaz se recomiendan los sistemas de alto voltaje (300-500 V durante 2-3 s), utilizado con sistemas de contención y traslado de animales.

Es un sistema de aturrido de corto efecto, por tanto se debe controlar el tiempo entre el aturrido y el degollado.

El control de la intensidad de la corriente es imprescindible para la optimización de la calidad del aturrido eléctrico.

El **aturrido por CO<sub>2</sub>** consiste en someter a los animales, en cámara de gas, a una atmósfera con una alta concentración de CO<sub>2</sub> durante un tiempo determinado. La insensibilidad se consigue con atmósferas de CO<sub>2</sub>/aire de 70/30 o 80/20 (concentración de CO<sub>2</sub> del 70-80%). Se lleva a cabo en túneles o cámaras especiales donde los animales deben permanecer entre 30 y 40 segundos.

Los sistemas de aturdimiento óptimos requieren inmersiones rápidas del animal a altas concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico. Al ser un método de corto efecto, se debe controlar el tiempo entre el aturrido y el degollado.

En el caso de rumiantes, el principal método para el aturdimiento es la pistola de proyectil cautivo penetrante. Otros sistemas como el aturrido de conmoción cerebral y el aturrido eléctrico son menos utilizados.

El aturdimiento con bala cautiva se realiza mediante la introducción de un proyectil cilíndrico en el interior del cerebro del animal provocándole una inconsciencia total.

### 2.1.3. Desangrado

El desangrado se puede realizar vertical u horizontalmente en función de que los animales llegan a este punto colgados por las patas traseras o tumbados sobre una cinta.

El desangrado se puede realizar también realizando una punción en la yugular con un cuchillo tubular hueco al que se le ha acoplado un sistema de succión.

En esta operación, parte de la sangre se puede recoger para su posterior venta como subproducto, de forma que la calidad higiénica con la que ha sido recogida determina en gran medida su valor y posibilidades de aprovechamiento posterior.

El **desangrado vertical** por trocar es el método clásico que permite recoger la sangre mientras el animal se va desplazando por la zona de desangrado. Presenta el grave riesgo de que la sangre pueda contaminarse por la caída de heces, orina, suciedad o contenido gástrico procedente de posibles regurgitaciones durante la fase de agonía.

En el **desangrado horizontal**, el animal se coloca horizontalmente y perpendicularmente a la línea de transporte, de forma que la zona donde se ha realizado el corte (desangrado) queda separada del resto del animal, lo que permite recoger la sangre de una forma más higiénica que el anterior.

El **cuchillo succionador** es, en principio, el método ideal para la recogida de la sangre higiénica ya que la sangre es bombeada directamente desde el animal a un depósito, sin sufrir contaminaciones intermedias. Utilizando esta técnica, la sangre recogida tiene un valor añadido debido a sus buenas condiciones higiénicas y puede ser utilizada para la obtención de elementos de consumo humano como las proteínas del plasma o la hemoglobina. Sin embargo, este sistema no es muy utilizado debido a baja eficiencia de extracción de sangre (deja restos que después caerán en otras zonas del matadero yendo a parar a las aguas residuales) y porque no se adaptan a altas velocidades de sacrificio.

Dado que la sangre posee una carga orgánica contaminante muy elevada, resulta muy importante desde el punto de vista ambiental, la forma y la cantidad de sangre recogida, así como su almacenamiento y gestión final.

En todo caso, es importante tener en cuenta que la sangre de cada animal debe mantenerse separada hasta que todas las canales de un mismo lote hayan sido admitidas como aptas para el consumo humano.

A partir de la etapa de desangrado, en función de que el animal sacrificado sea porcino o vacuno, las siguientes etapas del proceso hasta su evisceración se adaptan a las características morfológicas de cada especie animal.

En el caso del ganado porcino se realiza un escaldado, seguido de flagelado, chamuscado y lavado de la piel (ver figura 3). En el ganado vacuno, estas etapas se sustituyen por las de desollado y corte de las patas, cuernos y cabeza.

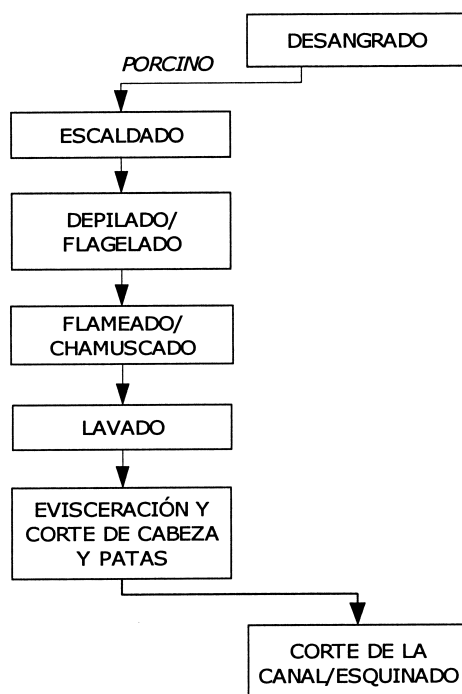
#### **2.1.4. Escaldado (porcino)**

En el caso del porcino, las medias canales se venden con la piel, por lo que es necesario someter al animal a un depilado para eliminar las cerdas de la piel. Este proceso consiste en un escaldado con agua caliente (>60°C) que permite que en la posterior operación de flagelado las cerdas se eliminen fácilmente. Un chamuscado o

flameado final elimina las cerdas que puedan haber quedado por eliminar en la etapa anterior.

Los sistemas de escaldado disponibles son: los de inmersión, los de duchas con agua caliente o los túneles de escaldado con vapor.

En el **escaldado por inmersión**, los cerdos son introducidos en unas balsas de agua caliente durante un determinado tiempo. Para cerdos de 70-90 kg/canal, se suelen utilizar temperaturas de 62-63°C durante 5-6 minutos.



**Figura 3. Etapas del proceso (ganado porcino) desde el desangrado hasta su evisceración**

Es un sistema que puede plantear inconvenientes de carácter higiénico ya que los microorganismos presentes en el agua pueden penetrar en los animales por las vías respiratorias. Ante esto se opta por una mayor renovación del agua y un lavado previo de los cerdos antes de su escaldado.

En el **escaldado por duchas o aspersión**, las canales llegan suspendidas a un túnel cerrado, donde el agua se rocía sobre las canales a través de unas boquillas, a una temperatura aproximada de 60-62°C.

El agua utilizada se puede recircular con aportación de agua limpia o mediante el uso de varias cámaras de escaldado donde solamente en la última se usa agua limpia.

En el **escaldado por condensación**, las canales se introducen en un túnel en el que se inyecta vapor. Un sistema de agua fría reduce la temperatura hasta los 63-64°C provocando la condensación del vapor en forma de gotitas de agua caliente finamente pulverizadas que caen sobre la superficie de los cerdos y provocan el efecto de escaldado. Este proceso puede mantener una temperatura constante y 100% de humedad bajo cargas variables, lo cual es crucial para una buena operación de escaldado.

Su duración es aproximadamente de 7 minutos y se necesita para cada cerdo unos 3,5 kg de agua en forma de vapor.

Este sistema evita contaminación por el agua de escaldado aunque también es necesaria una limpieza previa de los cerdos para reducir al mínimo el contenido de gérmenes en la superficie de las canales después del escaldado, ya que no existe un efecto de lavado tan profundo como en el escaldado por inmersión.

### **2.1.5. Depilado/flagelado (porcino)**

Una vez escaldados, se eliminan los pelos y la capa queratinizada de la epidermis, bien a mano con cuchillos, raspadores o cepillos rotatorios o mediante máquinas depiladoras. A nivel industrial, se suelen utilizar únicamente las máquinas depiladoras.

Las máquinas suelen funcionar en horizontal y constan de un cilindro giratorio provisto en su superficie interna de rascadores metálicos recubiertos normalmente de barras de caucho que voltean varias veces al animal en posición horizontal.

A la vez que va girando la máquina, la superficie del animal se va limpiando mediante ducha de agua caliente (40-60°C) a presión que favorece la eliminación de la epidermis y de los pelos desprendidos.

Se pueden utilizar máquinas flageladoras antes y después del chamuscado. Previamente se aplican para secar los cerdos, y tras el chamuscado, se utilizan para eliminar los restos de pelos carbonizados que han quedado; en este último caso se añadirán además duchas de agua a presión para lavar los cerdos.

### **2.1.6. Flameado/Chamuscado (porcino)**

Los cerdos son chamuscados para eliminar el pelo restante de la etapa de depilado, siendo por tanto una operación complementaria a las de escaldado y depilado mecánico.

Normalmente se utilizan equipos con quemadores de propano que se ponen en funcionamiento de forma intermitente durante el paso de los animales y que envuelven completamente la canal (de 5 a 15 segundos, según la velocidad de la línea). Se suele usar propano en vez de gas natural porque ofrece una temperatura de llama más alta. Se alcanzan temperaturas entre 900-1.000°C.

Esta operación puede realizarse en un túnel de flameado o en una cámara de chamuscado, ésta última es un cámara calentada con aire caliente, cuya temperatura (unos 600°C) y tiempo de actuación se regulan de forma que sólo carbonicen los pelos libres, sin causar daños en la piel.

### **2.1.7. Lavado (porcino)**

Esta etapa de lavado completa la limpieza y retirada de cualquier tipo de resto que haya podido quedar, derivado de las etapas anteriores. Suele hacerse con agua a cierta presión.

### 2.1.8. Evisceración y corte de cabeza y patas (porcino)

Consiste en la extracción de las vísceras abdominales y torácicas. Debe realizarse lo antes posible después del aturdimiento y desangrado. Se debe hacer en el menor tiempo posible desde la muerte del animal (tiempo máximo 45 minutos). Es una operación muy delicada desde el punto de vista de la higiene. Durante esta etapa es conveniente ligar el esófago y el recto para evitar cualquier contaminación procedente del tracto intestinal.

Simultáneamente a esta operación se realiza una inspección prestando especial interés a los pulmones, el hígado, los ganglios linfáticos, el bazo y el corazón.

Una vez eviscerados, los animales se dividen en dos por medio de sierras, obteniéndose las medias canales. Esta operación suele coincidir con el descabezado del animal.

Actualmente, existe maquinaria que supone un grado importante de automatización de estas operaciones: corte del hueso del pubis, limpieza del intestino y apertura abdominal y torácica de las canales, automatización de la extracción de vísceras, etc.

La utilización de esta maquinaria requiere una mayor uniformidad morfológica de los animales pero supone un menor nivel de contaminación cruzada dentro de la línea, ya que todo el material se limpia y desinfecta entre canal y canal.

En el caso del ganado vacuno, como se ha indicado anteriormente, después del desangrado se procede a la retirada de la piel y de las extremidades antes de la evisceración, por tanto se encuentran las etapas de corte de patas y cuernos, desollado, corte de la cabeza y evisceración (figura 4).

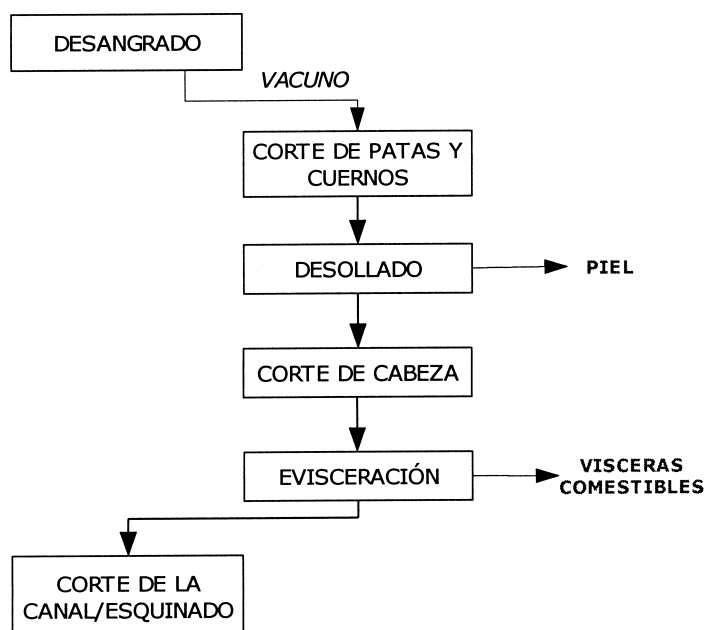


Figura 4. Etapas del proceso (ganado vacuno) desde el desangrado hasta su evisceración.

### **2.1.9. Corte de patas y cuernos (vacuno)**

Una vez aturdidos y sangrados los animales y previamente al desollado, se procede a cortar las patas y los cuernos del animal.

El corte de patas puede hacerse con cuchillo o mediante cizalla. El corte de cuernos suele hacerse con una cizalla.

### **2.1.10. Desollado (vacuno)**

De forma previa al desollado se suele realizar el ligado del recto de la canal, incluso antes de la etapa de corte de las patas y cuernos. Posteriormente, cuando se separa la cabeza de la canal se realiza el ligado del esófago.

Con esto se evitan posteriores contaminaciones de la canal por el contenido del tracto digestivo.

El desollado es el desprendimiento de la piel. En vacuno, se puede hacer de forma manual (mediante cuchillos y en plataformas situadas a la altura de los operarios o mediante desolladores mecánicos).

Mecánicamente se realiza mediante el desuello por tracción. Se fija un extremo de la piel a un rodillo que al girar va desprendiendo la piel por desgarramiento del tejido conjuntivo subcutáneo y enrollándola en un rodillo.

En ambos casos el desuello se inicia por la parte posterior del animal, en la zona donde terminó el desollado de las patas. Al estar el animal suspendido, con el desuello mecánico, la piel se va doblando hacia abajo y no contacta con la carne evitando contaminaciones microbiológicas.

### **2.1.11. Corte de la cabeza (vacuno)**

Generalmente, después del desollado se separa la cabeza de la canal realizando el correspondiente corte por medio de una sierra. La cabeza acompaña a la canal para su posterior inspección veterinaria.

### **2.1.12. Evisceración (vacuno)**

Consiste en la extracción de las vísceras torácicas, preestómagos, estómagos, intestino, bazo e hígado de la cavidad abdominal. Durante esta etapa se debe evitar la posible contaminación de la canal por roturas del estómago o intestino. Se debe hacer en el menor tiempo posible desde la muerte del animal (tiempo máximo 45 minutos).

Esta operación se puede hacer de forma manual mediante cuchillos o sierra, o de forma automática mediante pistola neumática. Durante la misma se suele ligar el esófago quedando de esta forma totalmente cerrado el tracto digestivo.

Las vísceras con destino al consumo humano son separadas y colocadas en recipientes o contenedores limpios y numerados que acompañan y se correlacionan con la canal de procedencia hasta el final de la inspección postmortem.

Después de la evisceración, el procesado del ganado porcino y vacuno sigue las mismas etapas.

### **2.1.13. Corte de la canal/esquinado**

Los animales deben presentarse al punto de inspección postmortem cortados en medias canales por incisión longitudinal de la columna vertebral. En el caso de porcino la Administración sanitaria puede autorizar que se presenten a la inspección animales no cortados en medias canales (como en el caso de los cerdos ibéricos).

Las canales de los bóvidos se cortan por su línea media seccionando la columna vertebral. El corte puede efectuarse con sierras de mano o con equipos automáticos (sierras circulares).

### **2.1.14. Lavado**

Obtenidas las canales, se limpian con agua para eliminar restos de sangre, grasa y restos de esquirlas de huesos que han quedado después del seccionado de la canal y reducir el nivel de microorganismos que contamina la canal superficialmente.

Se suele utilizar agua potable fría, no estando determinado el volumen y tiempo de duchado. Se aconseja usar pequeños volúmenes de agua a presión. No está claro que esta acción disminuya el nivel superficial de microorganismos. Otros métodos como el uso de desinfectantes, agua caliente, vapor, etc. pueden ser buenas opciones en el futuro.

Las canales se dejan escurrir durante un corto espacio de tiempo (10-15 minutos) antes de su pesado, clasificación y envío a la zona de refrigeración.

### **2.1.15. Oreo refrigerado**

Antiguamente, las canales o medias canales se sometían a un oreo a temperatura ambiente durante 12-24h, tiempo durante el cual las canales perdían su calor natural. Este procedimiento presenta algunos inconvenientes como son la proliferación microbiana y la pérdida de peso por evaporación del agua.

Actualmente, el objetivo es disminuir la temperatura de la canal lo más rápidamente posible, introduciendo las mismas en cámaras de refrigeración.

El oreo consiste en reducir la temperatura de la carne, operación que se realiza normalmente en dos fases. En la primera fase las canales se introducen en cámaras de oreo a baja temperatura con el objetivo de reducir rápidamente el calor corporal de las canales que en ese momento es de alrededor de 40°C. Tras una o dos horas, las canales



---

son almacenadas en cámaras a una temperatura de entre 0°C y 4°C (segunda etapa) donde permanecerán hasta su posterior comercialización.

### 2.1.16. Despiece

En las salas de despiece, las medias canales procedentes del matadero son deshuesadas y divididas en partes más pequeñas, siendo el grado de división al que se llega en cada establecimiento variable.

El despiece puede realizarse en caliente o en frío, dependiendo de que exista o no una refrigeración anterior y de que se cumplan los requisitos técnico-sanitarios exigidos. El despiece en caliente permite una rápida refrigeración posterior de las piezas obtenidas, aunque las condiciones de temperatura pueden favorecer un rápido crecimiento microbiano.

El despiece se realiza en una sala refrigerada donde se mantiene una temperatura de 12°C.

### 2.1.17. Refrigeración/Congelación

Las canales y/o despojos deben ser sometidos a tratamientos de refrigeración que garanticen el descenso de la temperatura hasta al menos 7°C en canales y 3°C en despojos o vísceras, en un tiempo máximo de 24 horas. Esta operación se realiza en cámaras o túneles de refrigeración o congelación.

En las **cámaras de refrigeración** las canales se mantienen a una temperatura próxima a los 4°C y la humedad relativa oscila entre el 80-90%.

A diferencia de la refrigeración que permite la conservación desde algunos días a algunas semanas, la congelación se basa en una reducción de la temperatura claramente por debajo de 0°C, en general -12°C (en carne) permitiendo una conservación de varios meses. La congelación se realiza en túneles o cámaras de congelación con una intensa circulación de aire; la temperatura del aire se debe encontrar entre -30 y -35°C, llegando a veces a -40°C. La humedad relativa deber ser muy alta, mayor o igual de 95%.

## 2.2. PRODUCTOS PICADOS FRESCOS O COCIDOS

Las primeras etapas en la elaboración de productos picados frescos o cocidos son el picado de la materia prima y la posterior mezcla y amasado con los aditivos, grasas o especias características de cada tipo de embutido. Posteriormente la masa se embute en tripas, envases flexibles o en latas.

En el caso de productos frescos, el producto final se lleva a almacenamiento en frío. En el caso de productos cocidos, el producto se somete a una etapa de cocción para mejorar la conservabilidad de producto, cocción que puede tener como objetivo

la esterilización o la pasterización del producto. En el primer caso, el tratamiento térmico de esterilización con temperaturas superiores a los 100°C durante el tiempo conveniente en cada caso, elimina toda la flora presente obteniéndose productos que no requieren refrigeración para su conservación durante su vida útil, como es el caso de las conservas. Si el tratamiento térmico consiste en alcanzar temperaturas próximas a los 80°C durante el tiempo adecuado, se consigue la eliminación de la flora patógena aunque permanece una flora residual, por lo que los productos obtenidos precisan de la refrigeración para su conservación durante su vida útil (semicocidos o pasteurizados/fiambres). Ambos tipos de tratamientos térmicos pueden aplicarse a productos picados y embutidos en tripas impermeables.

En el caso de que el producto sea ahumado con humo natural, una vez se encuentran embutidos en envolturas semipermeables sufren el proceso de ahumado, pudiéndose realizar esta operación en combinación con la cocción en horno.

Tras el tratamiento térmico, los productos se enfrían y se almacenan. En algunos casos, los productos pueden reenvasarse, tras lo cual se debe aplicar alguna técnica de estabilización microbiológica para tratar la posible contaminación recibida durante la manipulación.

A continuación, en la figura 5, se muestra el diagrama de flujo y la descripción de las operaciones correspondiente al proceso.

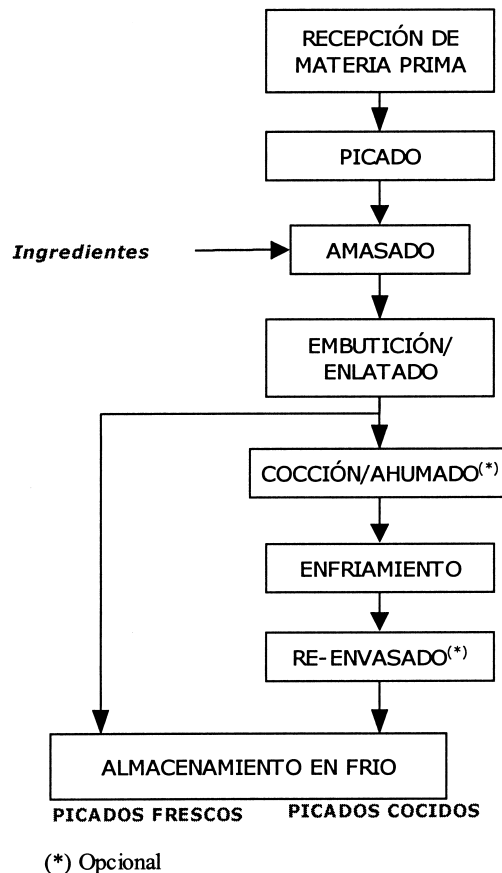


Figura 5. Diagrama de flujo elaboración de productos picados.

### **2.2.1. Recepción de materia prima**

La materia prima para la elaboración de productos cárnicos es transportada en condiciones higiénicas desde la sala de despiece a la fábrica de elaborados. En la zona de recepción de mercancías es revisada y posteriormente almacenada en refrigeración o congelación hasta el momento de su uso. El control de calidad en recepción puede producir el rechazo de alguna partida que sería devuelta al proveedor.

### **2.2.2. Picado**

La primera etapa en la elaboración de productos embutidos cocidos es el picado, que es una acción importante para la estabilización de la estructura por emulsión (interacciones agua-proteína-grasa).

Durante esta operación se rompen las fibras musculares permitiendo al medio solvente (agua y cloruro sódico) extraer las proteínas solubles. Las proteínas disueltas tienen propiedades fijadoras de agua y grasa, formando emulsiones con una textura adecuada.

Para realizar el picado se pueden utilizar picadoras, molinos coloidales, cutter, etc. o una combinación de ellas, y se debe controlar la temperatura de la masa en proceso para lograr la ligazón deseada (10-14°C).

### **2.2.3. Amasado**

La siguiente etapa es el amasado, en la que los magros y la grasa se mezclan con aditivos, grasa, especias etc., con el objetivo de homogeneizar la masa. Es importante que esta etapa se realice en condiciones de ausencia de aire para evitar oxidaciones indeseables y la presencia de burbujas o huecos en el producto final, por ello se está extendiendo el uso de equipos de picado y amasado que trabajan al vacío. El amasado puede realizarse en medio de sucesivas etapas de picado.

### **2.2.4. Embutición/enlatado**

Durante la operación de embutido la masa cárnica se introduce en tripas o en envases flexibles. Se suelen utilizar embutidoras de pistón, de aire comprimido, de rotores de palas, de tornillo sin fin, etc.

### **2.2.5. Cocción/ahumado\***

La operación de cocción para los productos semicocido o fiambres se puede realizar por inmersión del producto en agua caliente, en hornos a vapor, en hornos de aire seco, etc. Con esta cocción, a temperaturas alrededor de 80°C, se pretende que las proteínas coagulen totalmente y conseguir un efecto bactericida para la flora patógena. La cocción con aire caliente se puede combinar con el ahumado.

En las conservas, la masa envasada en latas se calienta en autoclaves por encima de los 100°C, frecuentemente entre 115°C y 123°C, durante el tiempo necesario para conseguir la esterilización.

### **2.2.6. Enfriamiento**

Tras la cocción, los embutidos se deben enfriar rápidamente. Los sistemas más utilizados son los baños o duchas de agua fría y las cámaras frigoríficas con aire en movimiento.

En el caso de los productos de “envase definitivo”, una vez enfriado el producto puede pasar a ser empaquetado para su salida comercial.

### **2.2.7. Reenvasado/reembutido\***

Si por necesidad técnica o preferencia comercial (añadido de gelatina o de recubrimiento de especias, etc.) se decide reenvasar los productos, se procede a retirar el primer envase y almacenarlos en condiciones lo más higiénicas posibles hasta que se produce el reenvasado. En estos casos, normalmente se requiere un tratamiento de estabilización microbiológica (tratamiento térmico, altas presiones, agentes químicos antibacterianos, etc.) para contrarrestar la posible contaminación bacteriana que se pudiera haber producido durante la manipulación de los productos.

### **2.2.8. Almacenamiento en frío**

El almacenamiento de los productos semicocidos se realiza en cámaras frigoríficas, mientras que los productos cocidos se pueden almacenar en condiciones no refrigeradas.

## **2.3. PRODUCTOS COCIDOS ENTEROS ELABORADOS A PARTIR DE PIEZAS ENTERAS**

En el caso del jamón y paleta de cerdo, vacuno, etc., tras la elección de las piezas con mejores características se procede al deshuesado y en algunos casos al cortado en piezas que más tarde irán unidos en un envase.

Posteriormente, se inyecta salmuera en las piezas deshuesadas mediante inyector multiagujas, tras lo cual se somete a la pieza a un masaje en contenedores para facilitar la distribución homogénea de la salmuera en su interior, provocar la soltura de las proteínas solubles en agua salada y mejorar su blandura, jugosidad y futura cohesión y ligazón.

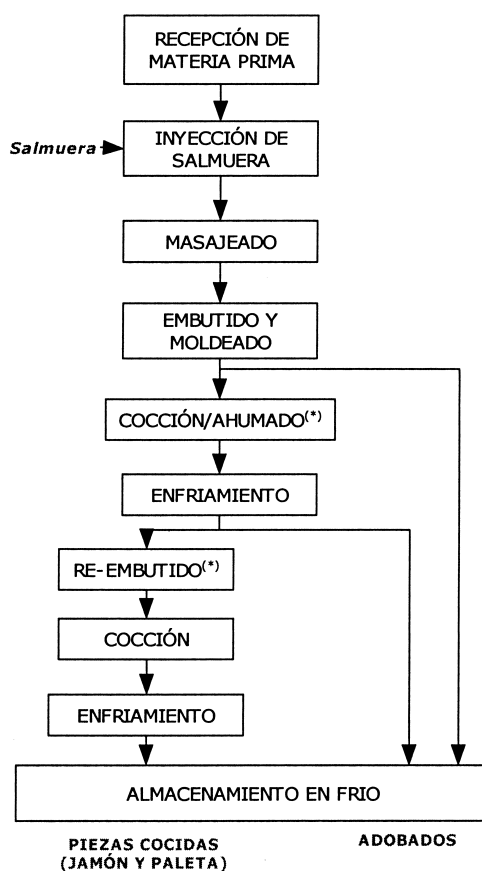
Una vez finalizado el masaje, las piezas se introducen en los moldes metálicos donde se realizará la cocción.

La duración de la cocción así como las velocidades de incremento de la temperatura y posteriormente de enfriamiento son, dentro de un cierto grado, objetos de decisión técnica. No suele sobrepasarse los 85°C dentro de las piezas, salvo en el caso de las conservas.

Tras la cocción se procede al enfriado de las piezas por duchas o por baños de agua fría, o por almacenamiento en cámaras refrigeradas con aire en movimiento, tras lo cual se extraen de los moldes.

Los productos pueden estar ya terminados o ser objeto de reenvasado, con el consiguiente tratamiento que contrarreste la contaminación bacteriana recibida con la manipulación de esta operación.

En la Figura 6 se muestra el diagrama de flujo y la descripción de las operaciones correspondiente al proceso.



(\*) Opcional

Figura 6. Diagrama de flujo elaboración de productos cocidos enteros.

### 2.3.1. Recepción de materia prima

En el caso del jamón y paleta de cerdo, vacuno, etc., tras la elección de las piezas con mejores características se procede al deshuesado y en algunos casos al cortado en piezas que más tarde irán unidas en un envase.

### **2.3.2. Inyección de salmuera**

La salmuera se introduce en las piezas cárnicas mediante inyectoras multiagujas. En esta operación la carne avanza por una cinta transportadora mientras que es penetrada por un sistema de agujas que suben y bajan alternativamente.

La inyección se debe hacer evitando el desgarrar de las fibras musculares y la formación de huecos, eligiendo para ello las máquinas y las cantidades de inyección adecuadas.

### **2.3.3. Masajeado**

Una vez inyectada la salmuera, la carne se somete a un masaje, alternándose los tiempos de masaje y de reposo en función de criterios técnicos.

Durante esta operación se favorece el reparto homogéneo de la salmuera y la soltura de las proteínas solubles en agua salada que luego servirán de ligazón para las piezas cárnicas, y se mejora la blandura, la jugosidad y la cohesión de los fragmentos.

El tratamiento de masajeado suele durar entre 8 y 24 horas y se realiza en contenedores de acero inoxidable cuyas paredes internas están provistas de nervaduras de diferentes tipos que actúan sobre los trozos cárnicos en movimiento.

Para compensar el calentamiento de la carne producido por el rozamiento, ésta se debe mantener en condiciones de refrigeración, por debajo de 8°C.

### **2.3.4. Embutido y Moldeado**

Las piezas cárnicas se envasan en “envases definitivos” o envases no definitivos, y se les somete a tratamiento térmico. En cualquier caso se ha de procurar que este envasado se realice a vacío para evitar huecos y burbujas dentro de los productos finales.

Las bolsas y láminas empleadas en estos productos están constituidas por estructuras multilaminares. Se usan varios materiales: nylon/EVA (etilvinilacetato), (PE) polietileno/ (PP) polipropileno, poliéster, etc.

En algunos casos como el bacón, el producto no va embutido.

### **2.3.5. Cocción/Ahumado\***

El proceso de cocción es especialmente delicado, ya que de él dependen en buena medida la conservabilidad, la ligazón, el color, la textura, la jugosidad, el sabor y el rendimiento del producto final.

Los técnicos han de decidir sobre la duración de la cocción, la temperatura

máxima a obtener y la permanencia en ella de las piezas y las velocidades de calentamiento y de enfriamiento, medidas normalmente en el centro de las piezas.

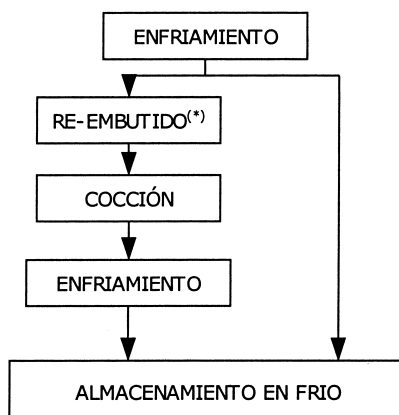
Los programas de cocción se suelen definir específicamente para cada tipo de piezas. La temperatura máxima no suele exceder de 85°C, salvo que se pretenda obtener conservas.

La operación de cocción se puede realizar por inmersión del producto en agua caliente, en hornos a vapor, en hornos de aire seco, etc. Para las conservas se utiliza autoclaves.

### 2.3.6. Enfriamiento

El enfriado se realiza mediante aire en movimiento en cámaras refrigeradas o utilizando baños o duchas de agua fría. Una vez enfriadas las piezas, se extraen de los moldes manteniéndolas en refrigeración.

Las piezas o bien se consideran terminadas y se almacenan en frío, o son desprovistas de su primer envase y reenvasadas en otro. Si es el segundo caso, se someten a un tratamiento que anule la contaminación externa producida con la manipulación y finalmente se almacenan en frío.



#### a) Reembutado

Los productos que han sido cocidos dentro de un primer recubrimiento, pero que han de ser completados con una adición de gelatina, sal, especias, recubrimiento de finas hierbas, etc., o desprovistos de alguna materia sobrante, son despojados de su recubrimiento y realizada la operación deseada, envasados de nuevo, normalmente a vacío o en atmósfera controlada.

#### b) Loncheados/Porcionados/otros

Otros productos se comercializan en forma de lonchas o porciones que se hacen a partir de piezas enteras mayores a las que hay que despojar del envase que las ha protegido durante su elaboración.

Una vez realizado el loncheado o porcionado, son envasadas de nuevo para su salida al mercado en bolsas a vacío, o con atmósfera controlada u otras formas.

#### c) Cocción o equivalente

Las condiciones higiénicas durante la operación de eliminación de la primera envoltura deben ser muy altas: aire filtrado, mascarillas, guantes, etc. Sin embargo, es necesario añadir un tratamiento corrector de la contaminación externa que se pueda producir. Para ello se recurre a una nueva etapa de tratamiento térmico, normalmente menos fuerte en temperatura final y/o en duración que el primero; o a un tratamiento con altas presiones o a la adición de compuestos conservantes adecuados, etc.

#### d) Almacenamiento en frío

Los productos envasados son almacenados en cámaras de refrigeración a la espera de su salida comercial.

### **2.4. PRODUCTOS PICADOS CURADOS**

Son embutidos crudo curados aquellos elaborados mediante selección, troceado y picado de carnes, grasas con o sin despojo, que lleven incorporados condimentos, especias y aditivos autorizados, sometidos a fermentación microbiana controlada, desecación y, opcionalmente, ahumado.

Productos característicos de este grupo son los chorizos, salchichones, salamis, fuets, longanizas, morcones, butifarras, etc.

La primera etapa en la elaboración es el picado de los magros y de las grasas. Va seguido del amasado, donde se mezclan las carnes y las grasas con los aditivos y las especias.

Posteriormente se realiza la embutición con tripas permeables a la humedad que fundamentalmente pueden ser naturales, de colágeno reconstituido o celulósicas. Tras el embutido, las piezas son sometidas a un estufaje durante 24-48 horas a temperatura entre 20-38°C para acelerar el proceso de fermentación microbiana, lograr un descenso del pH y perder humedad. Desde el principio se va produciendo una reducción progresiva del contenido en agua que migra del interior al exterior del producto. El secado se realiza en secaderos naturales o en secaderos con atmósfera controlada.

En la figura 7 se muestra el diagrama de flujo y la descripción de las operaciones del proceso de elaboración de productos picados curados.

#### **2.4.1. Recepción de materia prima**

La materia prima para la elaboración de productos cárnicos es transportada congelada o refrigerada en condiciones higiénicas desde la sala de despiece a la fábrica de elaborados. En la zona de recepción de mercancías es revisada y



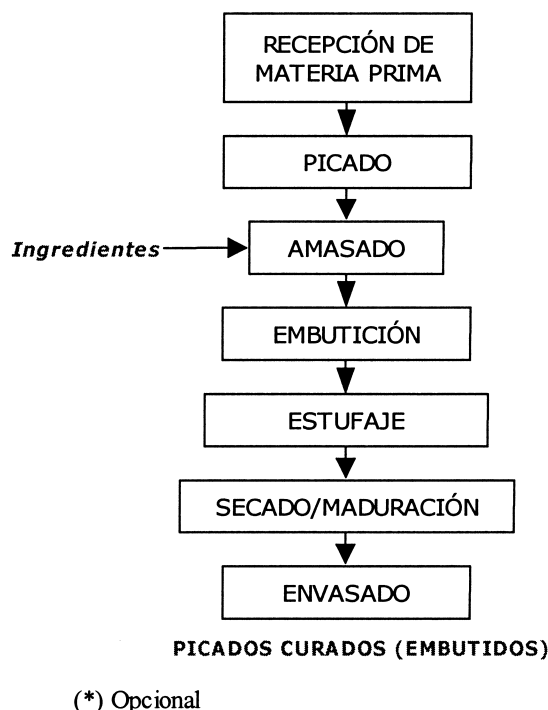


Figura 7. Diagrama de flujo y descripción de las operaciones del proceso de elaboración de productos picados curados.

posteriormente almacenada en refrigeración o congelación hasta el momento de su uso. El control de calidad en recepción puede producir el rechazo de alguna partida que sería devuelta al proveedor.

### 2.4.2. Picado

Consiste básicamente en el picado de los magros y las grasas, su mezcla con las sales de curado (sal, nitratos, nitritos y antioxidantes), con azúcares y hidratos de carbono mayores, con fermentos microbianos, especias y el resto de ingredientes.

Se realiza con máquinas picadoras o con la llamada “cutter” dependiendo del grado de picado que se pretenda conseguir.

Debido a que la carne picada es más susceptible de ser contaminada, se trabaja a temperaturas entre -5 y -3°C si es con carne congelada y entre 1 y 5°C si es carne refrigerada.

### 2.4.3. Amasado

En esta operación se completa el entremezclado de la carne, la grasa y los aditivos utilizando amasadoras adecuadas que suelen trabajar con vacío para evitar la presencia de huecos en el interior de la masa, indeseables por razones estéticas y microbiológicas (podrían posibilitar el crecimiento de microbios aeróbicos indeseables). El amasado correcto evita calentamientos y el llamado “embarramiento”.

#### **2.4.4. Embutición**

La siguiente etapa es la embutición de la masa cárnica en tripas naturales permeables a la humedad, de colágeno reconstituido o celulósicas utilizando máquinas embutidoras al vacío.

En ocasiones se deja la pasta en refrigeración (5-10°C) de 12 a 48 horas antes de embutirla, para que se inicie la multiplicación de cultivos iniciadores añadidos y/o la microbiota ya presente y las reacciones de curado.

Durante la embutición la masa debe estar cercana a los 0°C y se deben evitar presiones de relleno excesivas y boquillas estrechas para no provocar el embarrado.

#### **2.4.5. Estufaje**

Tras la embutición se procede al estufaje de las piezas ya formadas, consistente en su colocación en lugares donde adquieren temperaturas superiores a las que hasta ese momento han tenido y a humedades relativas altas, para acelerar el crecimiento microbiano y las reacciones de fermentación características de cada embutido. La flora bacteriana consume parte de los azúcares presentes produciendo ácido láctico y bajando el pH de la masa hasta un valor próximo al punto isoelectrico de la carne (5,3), condiciones en las que se favorece la ligazón de los trozos de carne y se elimina una buena parte de los microbios indeseables que pudieran estar presentes. Las temperaturas de estufaje pueden variar, según los productos, entre 20 y 25°C y la humedad relativa suele ser superior a 80%.

La duración del estufaje suele estar comprendida entre 24 y 48 horas.

#### **2.4.5. Secado/Maduración**

Las piezas, ya avanzada su fermentación, completan su curación y desecación en los secaderos en diferentes y sucesivas condiciones de temperatura, humedad relativa y aireación, en función de los procesos empleados y los productos deseados (ingredientes, calibres...).

Los secaderos pueden ser de ambiente controlado o naturales. Los primeros son cámaras cerradas a voluntad donde es posible controlar y modificar, al menos, la temperatura así como la humedad relativa y la velocidad del aire interior.

Los segundos son salas con ventanas al exterior con apertura regulable. Las condiciones de temperatura y humedad están condicionadas por el ambiente exterior. La temperatura depende de la temperatura del aire exterior y de los calefactores repartidos en la sala y el control de la humedad relativa se realiza jugando con la temperatura y la presencia de agua.

Tras el estufaje, las piezas se someten a temperaturas más bajas, entre 12 y 15°C, y a humedades relativas progresivamente más bajas, y con movimientos del aire interior programados adecuadamente. Los secaderos de ambiente controlado

permiten aplicar con más facilidad y precisión los programas de curación deseados, que son diferentes para tipos diferentes de productos así como para los distintos calibres.

El periodo de curación hasta conseguir productos terminados con la maduración y desecación deseadas puede durar desde 12 hasta 60 días, en función de las características del embutido a obtener.

#### **2.4.7. Envasado\***

Los embutidos crudos curados son estables a temperatura ambiente debido a la propia fermentación conseguida, a los cambios químicos sufridos durante la fermentación, la pérdida de humedad y actividad de agua y el pH alcanzados. Para evitar que sigan perdiendo humedad interior o por razones de higiene pueden ser envasados en bolsas de plástico, siendo opcionales el envasado a vacío y en atmósfera controlada.

### **2.5. PRODUCTOS CURADOS ELABORADOS A PARTIR DE PIEZAS ENTERAS**

En el procesado de piezas enteras, jamones y paletas curadas, lomos, cecinas, pancetas, tasajos, por salazón y curación, la materia prima que se utiliza puede ser fresca, refrigerada o congelada y suele haber sido preparada en su forma definitiva en la sala de despiece. En los jamones y paletas esta operación se llama perfilado.

En cualquier caso, para comenzar los procesos se preparan las piezas en cámaras a temperaturas de alrededor de 5°C. Legalmente está indicado trabajar a una temperatura inferior a 7°C.

Las piezas han de estar libres de sangre residual. Cuando se trabaja sobre jamones y sobre paletas se aplica específicamente una etapa de “desangrado” haciendo presión, mecánica o manualmente, sobre los vasos sanguíneos donde podrían quedar restos de sangre para expulsarla. La sangre que quedara en el interior provocaría normalmente alteraciones más o menos limitadas o importantes.

A continuación se procede al presalado con sales curantes y al salado en pilas de sal, en contenedores o bandejas. Posteriormente, los jamones son acondicionados en máquinas lavadoras que eliminan los restos de sal adheridos a la superficie del jamón.

En las cámaras de postsalado, los jamones son almacenados durante el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio salino en el interior de la pieza en donde ya da comienzo la pérdida de humedad y las transformaciones enzimáticas internas que luego se completan en las etapas de desecado y estufaje.

El jamón se tiende a comercializar en forma deshuesada y envasado al vacío, bien entero, troceado o loncheado y envasado al vacío.

### 2.5.1. Recepción de materia prima

Las piezas son transportadas en condiciones higiénicas desde la sala de despiece al secadero. En la zona de recepción de materias primas son revisadas y posteriormente almacenadas en refrigeración o congelación hasta el momento de su uso. El control de calidad en recepción puede producir el rechazo de alguna partida que sería devuelta al proveedor.

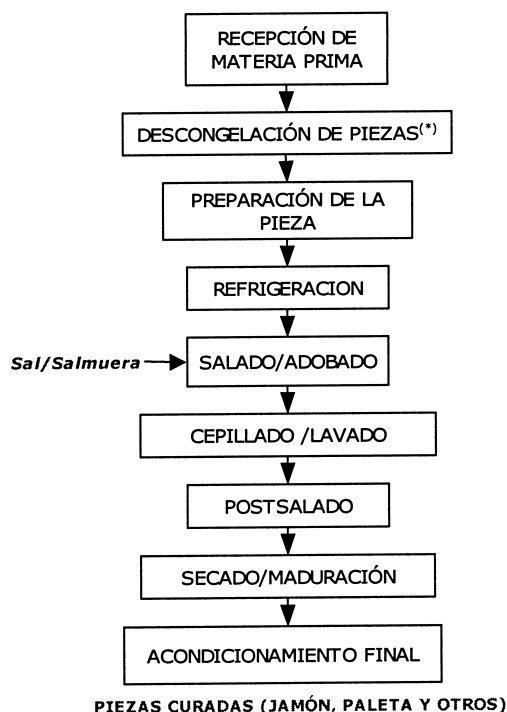


Figura 8. Diagrama de flujo y descripción de las operaciones de procesado de piezas enteras.

### 2.5.2. Descongelación de piezas\*

En ocasiones las piezas llegan congeladas al secadero y tras el control de calidad en recepción pasan a un almacenamiento también en congelación. Posteriormente deben ser descongeladas para su procesado. Generalmente, esta descongelación se realiza en cámaras a temperaturas de refrigeración para que el proceso se realice lentamente y no se produzcan gradientes de temperatura excesivos desde la superficie al centro de la masa cárnica. La temperatura en la superficie de la pieza siempre debe ser baja para impedir la alteración microbiológica.

### 2.5.3. Preparación de la pieza

La elaboración de jamones curados se efectúa a partir de piezas enteras con o sin pata. La pieza viene ya perfilada y la piel cortada por indicación del secadero a la sala de despiece. Los cortes más habituales son el corte en “V” y el corte redondo. En ocasiones, en la propia planta de elaboración se termina de perfilar la pieza retirando

pieles superficiales, grasa subcutánea u otros elementos que permitan obtener una presentación final según las especificaciones propias de calidad. La mayoría de jamones curados se procesan con el hueso coxal.

Las paletas tienen una preparación semejante a la de los jamones.

Las cecinas, lomos y otros productos salados curados reciben la preparación propia en las salas de despique, dejando las piezas con los tamaños adecuados, libres de grasa y piel.

Las pancetas son recortadas, quedando desprovistas de huesos y ternillas.

#### **2.5.4. Refrigeración\***

La temperatura debe ser homogénea en toda la pieza antes de ser salada. Por ello, los jamones frescos se suelen mantener durante al menos 24 horas en una cámara de refrigeración hasta que se alcanza la temperatura deseada.

En el caso de las piezas congeladas, tras la descongelación se les sitúa en las mismas condiciones descritas para los refrigerados.

Los otros tipos de piezas: lomos, cecinas, etc., se tratan de modo semejante.

#### **2.5.5. Salado**

La operación de desangrado precede a la operación de salado, y consiste en eliminar la sangre que todavía reside en los vasos de la pieza mediante un masaje. Este masaje puede realizarse de forma manual, o bien mecánicamente.

Antes del salado, las piezas se mantienen alrededor de 24 horas en cámara frigorífica para que la temperatura sea homogénea. Después se realiza un presalado, en el que se aplica al jamón un preparado de nitritos-nitratos y otros aditivos en una matriz de sal. El modo de aplicación puede ser manual, frotando la sal curante sobre la parte magra del jamón, o mecánico (en bombos de presalado, con rodillo en cinta transportadora, u otros).

A continuación, los jamones son salados con sal seca en cámaras a 1-5°C y alta humedad (en torno al 80%), durante un periodo de tiempo variable que depende del peso del jamón. Es muy importante mantener una temperatura entre 0 y 5°C durante esta etapa, puesto que por debajo de ella la sal no se difunde adecuadamente en la carne y por encima se favorece la contaminación microbiana.

La permanencia de los jamones en sal oscila entre medio día y dos días por kilogramo de jamón fresco. Los sistemas de salado más empleados son el salado en pilas y el salado en contenedores o en bandejas, aunque se ha ensayado el salado húmedo mediante salmueras o la inyección de salmuera en máquinas inyectoras.

### **2.5.6. Cepillado/lavado**

Finalizado el tiempo de salado, los jamones son acondicionados antes de su entrada a las cámaras de postsalado.

Es habitual la utilización de máquinas lavadoras. Estas máquinas proyectan agua a presión sobre las piezas desprendiendo la sal que está fuertemente adherida.

Algunas llevan también cepillos que realizan o complementan esta función. Algunos equipos realizan también un aclarado con agua limpia de la red que se incorpora al tanque de lavado y un secado de las piezas mediante soplado con ventilador.

### **2.5.7. Postsalado**

En esta etapa de postsalado o reposo se consigue el equilibrio salino, es decir, la distribución homogénea de la sal por toda la masa muscular e incluso por el mismo tuétano de los huesos.

Tras el lavado, los jamones son colgados en carros y transportados a las cámaras de postsalado a una temperatura que ronda los 5°C y el 85% de humedad relativa. Normalmente, entre la fase de salado y la del postsalado la pieza sufre una pérdida de humedad de forma progresiva hasta reducir en un 10-12% el peso inicial. El tiempo aproximado de permanencia suele ser de 45 días.

### **2.5.8. Secado/afinado**

Durante la etapa de secado-afinado se produce una progresiva pérdida de agua y al mismo tiempo el desarrollo del aroma y sabor gracias a fenómenos enzimáticos de proteólisis, lipólisis y otros que se producen en la carne.

El desecado se debe realizar de modo escalonado y progresivo, empezando por temperaturas de 10-12°C y siguiendo progresivamente hasta alcanzar los 30-34°C hacia el último mes del proceso de secado.

La duración de esta etapa es variable. En ella se trabaja tanto en cámaras con condiciones de temperatura, humedad y velocidad del aire controladas, como en secaderos naturales que funcionan según las condiciones meteorológicas del lugar donde están emplazados.

La duración habitual de esta etapa en ambos casos es de 8-9 meses, a pesar de que forzando ciertos parámetros de proceso, se pueden alcanzar curaciones aceleradas en 4-5 meses a costa de una menor calidad. En el caso del jamón ibérico esta etapa se puede alargar hasta 24-26 meses debido al mayor engrasamiento de los jamones ibéricos que dificulta la extracción del agua.

Las paletas son sometidas a tratamientos muy semejantes a los de los jamones.

Los lomos, pancetas, cecinas, etc., tienen tratamientos más cortos y simplificados debido a sus propias características más simples y tamaños menores.

### **2.5.9. Acondicionamiento final**

Consiste en someter a los jamones a temperaturas suaves y humedades relativas entre 50-70% durante un periodo de tiempo variable. Este tratamiento realza al aroma y sabor de las piezas.

## **2.6. OPERACIONES AUXILIARES**

Para el correcto funcionamiento de una industria cárnica o de un matadero, al igual que para muchas otras industrias, es muy importante la existencia de una serie de servicios auxiliares. Se describen aquí los servicios auxiliares que pueden tener algún tipo de repercusión sobre el medio a través de los aspectos ambientales que generan.

- Generación de calor.
- Generación de frío.
- Suministro eléctrico.
- Acondicionamiento de agua.
- Tratamiento de vertidos.
- Mantenimiento de equipos, instalaciones y servicios.
- Recogida, adecuación y almacenamiento de residuos.
- Generación de aire comprimido.
- Almacenamiento de materiales auxiliares.
- Limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos.

### **2.6.1. Generación de calor**

El suministro de vapor o de agua caliente es necesario en numerosos puntos de la instalación.

En los mataderos, las principales necesidades de vapor o agua caliente se producen en la zona de sacrificio, fundamentalmente para el escaldado de cerdos, en todos los puestos de trabajo para los esterilizadores de cuchillos y/o utensilios de trabajo, y para las limpiezas de la instalación.

En las plantas de elaborados cocidos se necesita vapor y agua caliente en los procesos de cocción y pasteurización, y para la limpieza.

En las plantas de productos embutidos curados y en las de curados salados las necesidades principales están en los secaderos para aportar calor y producir la

deseccación de los productos, y para el desescarchado de las baterías de frío, así como para la limpieza.

Para generar el vapor o agua caliente se utilizan calderas emplazadas en locales separados, donde también se suelen ubicar los calentadores o acumuladores de agua caliente. Se suelen utilizar dos tipos de calderas: piro-tubular y acuotubular. La elección de una u otra está influenciada por las necesidades de presión de vapor y de cantidad de vapor a utilizar en un determinado tiempo. Normalmente, en los mataderos se instalan calderas piro-tubulares, de baja presión y baja potencia.

Las necesidades térmicas de la instalación también pueden ser cubiertas con el aprovechamiento de la energía térmica procedente de una planta de cogeneración, que permite la generación simultánea e *in situ* de energía eléctrica y energía térmica a partir de combustibles. Antes de instalar una planta de cogeneración se precisa un profundo estudio de rentabilidad económica.

### **2.6.2. Generación de frío**

En las industrias cárnicas existen unos requerimientos elevados de generación de frío para las operaciones de refrigeración, congelación y secado en condiciones controladas.

En general se suele utilizar el aire frío como fluido transportador, aire frío que se obtiene por medio de evaporadores de expansión directa.

Los refrigerantes más utilizados son el amoníaco, etilenglicol y agua, R404 y R22 (HCFC-hidroclorofluorocarbonos). Los condensadores pueden ser de agua helada o de aire frío. Algunos mataderos poseen unidades de refrigeración que incluyen sistemas de recuperación de calor para coger calor residual en la forma de agua caliente.

El enfriamiento de la carne se realiza mediante transferencia de calor por convección desde la superficie del producto hacia la corriente de aire frío que le rodea. La transferencia de calor desde el interior de la pieza se realiza por conducción desde el interior hasta su superficie.

Los sistemas de enfriamiento más utilizados en la industria cárnica son:

#### **Túneles de congelación**

Se utilizan para congelar rápidamente productos previamente a su almacenamiento. Trabajan normalmente a temperaturas de  $-40^{\circ}\text{C}$  y con elevadas velocidades de aire. Se usan tanto en mataderos como en plantas de elaborados.

#### **Cámaras de conservación de congelados**

Se utilizan para mantener en congelación productos durante tiempos de semanas o meses. Suelen mantener temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$  y el movimiento del aire es menor. Se usan tanto en plantas de elaborados como en mataderos.

#### **Túneles de enfriamiento**

Poseen una capacidad de enfriamiento limitada. Trabajan con alta velocidad



de aire pero con temperaturas próximas a los  $-5^{\circ}\text{C}$  y con humedades relativas altas para evitar la deshidratación de las piezas cárnicas. Se usan normalmente para bajar la temperatura de piezas de matadero o de productos en proceso de fabricación, en tránsito a otros almacenamientos o usos.

### **Cámaras frigoríficas**

Su uso es para la conservación de productos refrigerados durante horas o muy pocos días, en espera de etapas posteriores. Hay poco movimiento de aire y unas temperaturas entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $2^{\circ}\text{C}$ .

### **2.6.3. Suministro eléctrico**

En los mataderos, las necesidades de electricidad van a variar según la especie animal sacrificada, así como la tecnología de proceso empleada.

En estos centros productivos las principales necesidades se encuentran en la instalación frigorífica, cadenas de sacrificio y en los diferentes equipos de proceso.

En las plantas de elaborados el mayor consumo eléctrico se da en la instalación frigorífica y en la maquinaria empleada.

Además de la conexión a líneas de alta tensión, se puede obtener suministro eléctrico a partir de plantas de cogeneración de energía.

### **2.6.4. Acondicionamiento de agua**

La calidad de agua empleada en las industrias cárnicas debe cumplir con los criterios sanitarios establecidos en el *Real Decreto 140/2003, de la calidad del agua para uso doméstico*, especialmente en el caso de que el agua entre en contacto directo con el producto, como pueden ser el lavado de las canales en los mataderos y el agua de adición a los productos en las plantas de elaborados, así como el agua utilizada en la limpieza de los utensilios e instalaciones.

El tratamiento necesario para producir agua de calidad depende en gran medida de su procedencia, análisis y uso. Un tratamiento mínimo implica filtrado, desinfección y almacenamiento. Sin embargo, dependiendo de los requisitos de calidad, puede incluir tratamientos de eliminación de sustancias disueltas.

Para el caso de aguas del circuito de calderas, las necesidades de adecuación del agua de suministro pueden incluir descalcificación, desionización o filtrado con carbón activo.

El consumo de energía eléctrica es el principal aspecto ambiental relacionado con esta operación. La energía eléctrica se utiliza tanto para el bombeo del agua como en el propio tratamiento.

En función del tipo de tratamiento realizado se generan en mayor o menor medida aguas de rechazo con elevada conductividad y/o pH extremos.

Otros aspectos son el consumo de productos químicos, por ejemplo cuando se añade cloro al agua y la generación de residuos de envases de estos productos.

### **2.6.5. Tratamiento de vertidos**

Los vertidos generados en los mataderos difieren bastante de los generados en las industrias de elaborados cárnicos.

En el caso de los mataderos, las aguas residuales tienen una alta carga contaminante de carácter orgánico debido a las pérdidas de sangre producidas en la zona de sacrificio, al escaldado, al lavado de canales, a las operaciones de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones, a los restos de estiércol eliminados en las limpiezas de establos y camiones, etc. La actividad de tripería produce unos efluentes con muy altas cargas orgánicas.

En el caso de las plantas de elaborados, las aguas residuales tienen una menor carga orgánica. Contienen fundamentalmente los restos orgánicos procedentes de la limpieza con agua y detergentes de las salas de fabricación, la maquinaria y los útiles de trabajo, a los que se pueden añadir, si es el caso, aguas de lavado de camiones y de aseos, y sustancias disueltas o en suspensión de las masas cárnicas no retenidas en filtros previos.

Además de materia orgánica, también están presentes las sales utilizadas en la fabricación (ClNa, Polifosfatos,  $\text{NO}_3\text{K}$ ,  $\text{NO}_2\text{Na}$ ).

En el capítulo tercero se describen más detalladamente las características de los efluentes generados en ambos tipos de actividad.

Las diferencias existentes en las características de las aguas residuales generadas en las distintas instalaciones dependen entre otras cosas de:

- el grado de optimización del consumo del agua,
- el equipamiento y tecnología utilizada en ciertas operaciones con alto consumo (escaldado con inmersión o por duchas en mataderos, cocción con vapor o por inmersión en plantas de elaborados, por ejemplo),
- la metodología de limpieza y productos químicos utilizados.

Obviamente, no existe un sistema de depuración universal aplicable a las industrias cárnicas, sin embargo, por las características comunes que presentan estos efluentes se pueden describir aquí las operaciones que suelen ser comunes a casi todas ellas.

### **Pretratamiento**

Es necesario el uso de sifones de drenaje (Reglamento CE nº 808/2003) en las alcantarillas de desagüe o una criba con mallas no superiores a 6 mm a su salida o sistemas equivalentes que garanticen que las partes sólidas de las aguas residuales que pasan a través de ellos no sean superiores a 6 mm.

### **Desbaste**

Cuando el agua residual llega a la cabecera de la depuradora arrastra una cierta cantidad de sólidos gruesos que deben ser separados para no impedir el correcto funcionamiento de los equipos posteriores. Para tal fin se pueden emplear rejillas de gruesos para los sólidos de mayor tamaño y tamices para las partículas más finas.

Aunque no es necesario, en algunos casos puede ser aconsejable realizar una decantación primaria de los sólidos sedimentables después del desbaste. La implantación de este tratamiento dependerá de cada caso particular y debe ser objeto de un estudio específico.

### **Desengrasado**

Las aguas de matadero contienen una gran cantidad de grasas, que pueden crear importantes problemas en la depuración de las aguas, especialmente en rejillas, decantadores y en los sistemas de depuración biológica posteriores.

Los desengrasadores permiten la retirada de las aguas residuales de las grasas y de las emulsiones grasientas por medio de la adición de finas burbujas de aire y de sustancias floculantes que favorecen su flotación.

En este caso, también se debe prever la gestión adecuada para la generación de lodos grasos.

### **Homogeneización**

Dada la gran variabilidad diaria existente en los vertidos, en cuanto su caudal y características, es conveniente disponer de un sistema de homogeneización que permita laminar los vertidos puntuales generados a lo largo de la jornada y mantener, dentro de lo posible, una concentración regular de los parámetros para los que fue diseñada la planta.

De otro modo, se pueden presentar problemas de explotación general y pérdida de efectividad de los procesos de tratamiento situados aguas abajo, principalmente el sistema biológico. La homogeneización se lleva a cabo en balsas, con agitación y/o aireación.

Dependiendo de las características de los efluentes, el tanque de homogeneización puede servir a su vez para amortiguar las variaciones de pH y la llegada de efluentes no previstos (derrames de tanques de almacenamiento, rotura de bombas, etc.) al sistema de depuración.

### **Tratamiento Físico químico**

Este tipo de tratamientos está orientado desde el punto de vista técnico a retirar las partículas coloidales (tamaño intermedio entre las solubles y las partículas en suspensión) que son difíciles de depurar por otros mecanismos físicos.

Consta de dos etapas claramente diferenciadas. Una etapa de coagulación, donde tras añadir un coagulante (cloruro férrico, sulfato de alúmina, etc.) conseguimos neutralizar las cargas negativas de los coloides y favorecer su aglomeración.

Seguidamente, como segunda etapa (floculación) añadiendo compuestos floculantes se favorece una agregación de estas partículas para formar flóculos de tamaño apropiado para su retirada, bien por sedimentación bien por flotación.

Se debe tener en cuenta la generación de lodos procedentes de este sistema.

### **Tratamiento biológico**

Los sistemas biológicos se presentan como una alternativa muy adecuada y utilizada para la reducción de la carga orgánica de los efluentes de las industrias cárnicas.

A pesar de que tienen un coste de inversión más elevado y que requieren un mayor control que los tratamientos físico-químicos, son los sistemas que permiten una mayor reducción de la carga orgánica, tienen menores costes de operación y generan unos fangos que son reutilizables en agricultura.

Existen dos posibilidades de tratamiento biológico; el sistema aerobio y el anaerobio. En la industria cárnica, concretamente en mataderos, es más común la instalación de sistemas aerobios, o una combinación de aerobio y anóxico.

El principio básico del tratamiento aerobio de la materia orgánica es la conversión de ésta en CO<sub>2</sub> y fangos (biomasa). La conversión se lleva a cabo con aporte de O<sub>2</sub> al reactor, ya sea mecánicamente por agitación o por difusión.

El método más común y versátil para el tratamiento de aguas de proceso es el de lodos o fangos activados.

Al tratamiento aerobio le sigue un sistema para purgar los fangos generados y recircular una fracción de éstos hacia el reactor biológico para compensar las pérdidas de biomasa que se van produciendo. Esta purga suele realizarse mediante balsa de decantación o sistema de filtración con membranas.

La implantación de una línea de tratamiento de fangos será necesaria en el caso de los sistemas aerobios, ya que la generación de fangos suele ser abundante en este caso. Suele constar de un equipo espesador para concentrar los fangos y un sistema de desecación mediante prensa, filtro banda o centrífuga.

Finalmente, debido a la presencia de nutrientes en las aguas residuales de matadero por los contenidos de deyecciones y orina del ganado, puede ser aconsejable la realización de tratamientos terciarios encaminados a eliminar este tipo de compuestos de nitrógeno y fósforo si el vertido de la instalación se dirige a cauce público.

Los más importantes son los compuestos de nitrógeno, que en las aguas residuales se encuentran principalmente en forma orgánica y amoniacal. Para su eliminación se realizan dos tipos de reacciones, de nitrificación y desnitrificación.

En algunos casos, este tipo de tratamientos pueden ir acompañados de tratamiento para la desinfección del agua mediante cloración, ozonización, irradiación UV (Ultravioleta), o combinaciones de estos sistemas.

### **2.6.6. Mantenimiento de equipos, instalaciones y servicios**

El mantenimiento de los equipos e instalaciones es imprescindible para asegurar el correcto funcionamiento del conjunto de la instalación. Durante las operaciones de mantenimiento se generan residuos, principalmente residuos de envases y chatarras.

También se generan residuos peligrosos (aceites usados, grasas, lubricantes, tubos fluorescentes, baterías, residuos de envase peligrosos, etc.).

### **2.6.7. Recogida, adecuación y almacenamiento de residuos**

Los residuos generados en las instalaciones deben ser recogidos, adecuados y almacenados de forma que se asegure una adecuada gestión externa en función de su tipología.

Los residuos no peligrosos más significativos, como son los restos orgánicos derivados del procesado de la carne tienen un tipo de gestión interna y externa definida por la legislación.

En este sentido, se ha normalizado la categorización, recogida, transporte, eliminación, transformación, utilización y almacenamiento de estos subproductos cárnicos. En el capítulo 3 se amplía información al respecto.

Los residuos peligrosos generados (los procedentes de las operaciones de mantenimiento, laboratorio y actividades de limpieza principalmente) suelen ser separados y almacenados en contenedores adecuados a sus características (aceites, baterías, envases usados, etc.), para su posterior gestión por medio de gestores autorizados.

### **2.6.8. Generación de aire comprimido**

Se necesita aire comprimido en varios puntos del proceso de sacrificio, para el funcionamiento de las herramientas de accionamiento neumático, siendo conveniente disponer de un sistema de aire comprimido general para toda la instalación.

En función de las necesidades se dispone de uno o varios compresores, que pueden ser alternativos (de pistón) o rotativos (de tornillo). Los rotativos se caracterizan por su alto rendimiento y por su capacidad de trabajar en condiciones adecuadas durante prolongados periodos de trabajo, siendo más silenciosos que los de pistón, aunque requieren de un mantenimiento más especializado. En todo caso es importante efectuar un buen secado del aire comprimido y disponer de purgadores automáticos de agua de los conductos y equipos de mantenimiento de las máquinas.

### **2.6.9. Almacenamiento de materiales auxiliares**

La mayor parte de los productos químicos que se manejan en las industrias cárnicas suelen estar en estado líquido y gaseoso.

Las materias líquidas se suelen recibir a granel en cisternas o contenedores y a continuación se bombean a los depósitos de almacenamiento (sustancias ácidas y básicas para limpiezas principalmente). Para cantidades pequeñas, los líquidos se pueden recibir también en contenedores a granel más pequeños o en bidones o garrafas.

Los gases como el O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> y el CO<sub>2</sub>, se reciben y almacenan en depósitos especiales presurizados. Cuando se necesitan, para envasado de productos en atmósfera modificada, los depósitos se conectan al sistema de distribución correspondiente y se transportan por diferencia de presión.

Para facilitar un mayor control se tiende, siempre que se puede, a centralizar el almacenamiento de las sustancias químicas en una misma zona. Esto va a estar condicionado por diversos factores, como la necesidad de gran espacio de almacenamiento de algunas sustancias respecto a otras, la proximidad a los puntos de consumo o las incompatibilidades químicas entre sustancias. En cualquier caso se deben prever los elementos de detección y contención necesarios en caso de derrames y fugas.

## **2.6.10. Limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos**

En una industria cárnica, al igual que en el resto de la industria alimentaria, las exigencias de higiene y limpieza son fundamentales para el correcto desarrollo de su actividad.

En el caso de los mataderos, esta premisa además es importante porque se trata con animales vivos que pueden contagiar enfermedades o transmitir microbios patógenos a las cadenas de consumo directo o fabricación.

Los vehículos que han transportado a los animales deben ser limpiados y desinfectados en instalaciones o zonas de limpieza adecuadas, según se indica en la normativa vigente. El proceso de limpieza es el siguiente:

- La limpieza interna del vehículo se realiza en primer lugar en seco y posteriormente con agua a presión.
- Limpieza de la parte externa del vehículo (ruedas, bajos y carrocería) con agua a presión.
- Por último, se procede a desinfectar las partes externas y las zonas habilitadas para transportar el ganado.

La limpieza de equipos e instalaciones sigue más o menos la misma sistemática. Primero se realiza una retirada en seco de todos los restos cárnicos que hayan podido quedar en la maquinaria, zonas de trabajo, suelos, etc. Después se realiza un primer lavado para terminar de retirar los restos cárnicos, utilizando para ello agua caliente a baja presión.

A continuación se aplican los productos de limpieza determinados (principalmente desengrasantes) en forma de espuma por toda la maquinaria, en las

partes de contacto con el animal o las piezas de carne, en paredes, techos y zonas de trabajo. El uso de espumógenos permite que el producto de limpieza actúe durante más tiempo y llegue a zonas difíciles de alcanzar con otros medios.

Una vez que se deja actuar la espuma desengrasante, se realiza un aclarado con agua a presión empezando por las partes más altas de la instalación. Una vez retirada la espuma se aplican, en los equipos y zonas de trabajo y por medio de pulverizadores, los productos desinfectantes, que se dejan actuar durante un tiempo determinado.

Finalmente, se realiza un aclarado final para retirar los restos de desinfectante de las zonas aplicadas.

### 3. NIVELES ACTUALES DE CONSUMO Y EMISIONES

En este capítulo se presenta información sobre los aspectos ambientales significativos del sector, aportando datos cuantitativos de consumos y emisiones en los casos en que haya suficiente información.

En cada apartado de este capítulo también se hará mención a las partes de los procesos que tienen mayor incidencia en cada uno de los aspectos ambientales que se tratan.

Al margen de las particularidades existentes en cada proceso (matadero, sala de despiece y elaboración de productos cárnicos curados y cocidos), podemos decir que los principales aspectos ambientales asociados a la industria cárnica son por un lado el consumo energético y de agua, por otro la generación de aguas residuales y residuos. La contaminación producida por la emisión de gases o ruidos suele tener menor relevancia, mientras que la problemática debida a olores puede ser significativa en casos muy determinados dependiendo del entorno en el que se encuentre la instalación.

Algunos de los valores cuantitativos que se presentan en este capítulo han sido obtenidos de la información facilitada por empresas del sector mediante la cumplimentación de un cuestionario específico. En concreto han sido 97 cuestionarios los remitidos por las empresas del sector. Estos datos tienen por tanto una gran importancia puesto que se trata de valores actualizados y típicos de las plantas productivas españolas. Sin embargo, deben considerarse únicamente como valores orientativos ya que existen multitud de variables que pueden influir en el orden de magnitud de los parámetros cuantificados en cada instalación productiva.

El resto de datos se han obtenido de fuentes bibliográficas sobre los que han que realizarse consideraciones similares.

Todos los valores están expresados como ratio de consumo/emisión referidos a la unidad de producción, en este caso una **“tonelada de canal”** cuando se habla de mataderos y salas de despiece, o **“tonelada de producto acabado”** para los datos pertenecientes a los establecimientos de elaborados cárnicos.

Es importante destacar, una vez más, que la cuantificación de los parámetros que definen los aspectos puede variar entre unas instalaciones y otras en función de factores como el tipo de ganado sacrificado o productos que elabora, el tamaño y antigüedad de la instalación, equipos utilizados, manejo de los mismos, planes de limpieza, sensibilización de los operarios, etc.

Estos factores son inherentes a la instalación productiva y sus circunstancias particulares. Sin embargo existe otro factor de incertidumbre que tiene que ver con el método y las condiciones particulares en que se han realizado los cálculos, medidas o estimaciones de los valores de emisión. La metodología e hipótesis aplicadas para obtener los niveles de consumo y emisiones suelen ser diferentes entre las diversas fuentes de información.

A continuación se describen los principales aspectos ambientales asociados a las tres actividades principales del sector cárnico: matadero, sala de despiece y elaborados cárnicos.



### 3.1. MATADEROS

El alcance de esta guía en cuanto a las especies animales que se sacrifican en mataderos se circunscribe a ganado vacuno y porcino. Obviamente, las diferencias en la morfología y composición entre ambas especies también se reflejan en los diferentes valores específicos de consumo y emisión en los mataderos especializados en uno u otro tipo de ganado. En los mataderos que trabajan con ambos tipos de ganado, estas diferencias se difuminan ya que en la práctica no se suele tener un control desglosado de la contribución de cada especie animal a la carga contaminante sobre el medio.

Es interesante conocer datos generales relativos a ambas especies para comprender *a priori* el alcance de la problemática ambiental asociada a los mataderos y las posibles diferencias en el nivel global de emisiones que se derivan de trabajar con uno u otro tipo de ganado.

A este respecto, un buen indicador es conocer la proporción del animal que es útil como carne, sobre el peso vivo del mismo. Desde el punto de vista comercial, la parte más importante en mataderos es la canal, por ese motivo se suele tener muy en cuenta su rendimiento, calculado como relación porcentual entre el peso de la canal y el peso del animal vivo.

Se entiende por canal el cuerpo entero de un animal de abasto después del sangrado, evisceración, ablación de las extremidades de los miembros a nivel del carpo y del tarso, de la cabeza, de la cola y de las mamas y, además, para los bovinos, después del desollado. Sin embargo, en el caso de los porcinos, puede no practicarse la ablación de las extremidades de los miembros a nivel del carpo, del tarso y de la cabeza, cuando dichas carnes deban someterse a transformación industrial para la producción de productos a base de carne destinados al consumo humano.

Los rendimientos aproximados de canal para las dos especies en cuestión son<sup>4</sup>:

- vacuno: 53%
- porcino: 75%

Estos valores están sujetos a las variaciones debidas a las características de cada tipo de raza, aunque pueden considerarse como valores promedio típicos.

La variabilidad existente en los niveles de consumo y emisión también está asociada a los distintos procesos que se llevan a cabo en los mataderos en función de la especie que se sacrifica. Hay que destacar que incluso en mataderos que trabajan con el mismo tipo de animal o en mataderos polivalentes que tratan la misma proporción de ambas especies, los procesos y el tipo de operaciones realizadas pueden ser diferentes, con la consiguiente influencia sobre la variabilidad de los niveles de consumo y emisión.

La mayor parte de los órganos y otras partes del animal diferentes de la canal se pueden considerar como subproductos con valor comercial destinados al consumo

---

<sup>4</sup> Fuente: R. López Vázquez; A. Casp Vanaclocha. Tecnología de Mataderos. Ed. Mundi Prensa (2004).

humano (vísceras comestibles, grasa,..) o aprovechables en otros procesos industriales (pieles, pelo, sangre higiénica,..). En la tabla siguiente se muestra la distribución porcentual de las diferentes partes/órganos del animal.

**Tabla 9. Cantidades aproximadas de despojos procedentes del sacrificio de ganado vacuno y porcino (Fuente: Manual de Industrias de la Carne. M. D. Ranken)**

	Cantidades Disponibles (% del peso vivo)	
	Vacuno	Porcino
Patas	2,0	-
Cabeza	2,7	-
Rabo	0,25	-
Lengua	0,65	0,4
Diafragma	0,27	0,4
Hígado	1,3	2,9
Corazón	0,41	0,3
Bazo	0,2	0,1
Riñones	0,14	0,4
Mamas	1,1	-
Pulmones	0,64	0,8
Estómagos	2,34	0,5
Intestinos	1,9	2,8
Esófago y tráquea	0,27	0,35
Cerebro	0,11	0,25
Órganos sexuales	0,06	0,32
Timo	0,05	0,16
Otras glándulas	0,05	0,15
Grasas	5,8	1,4
Piel	6,9	-
Cuernos	0,09	-
Contenido de estómagos e intestinos	17,0	11,0
Sangre	2,2	3
<b>Total</b>	<b>46,43</b>	<b>25,23</b>

### 3.1.1. Aspectos ambientales en mataderos

Dentro de los distintos subsectores de actividad que tienen cabida bajo la denominación genérica de “sector cárnico”, la actividad de mataderos es la que presenta una mayor incidencia ambiental.

Por la propia naturaleza de las actividades que se realizan en los mataderos, es inevitable que se generen cantidades importantes de subproductos y residuos procedentes de partes del animal diferentes de las canales o aguas residuales con elevadas cargas orgánicas. La importancia de estos dos aspectos es mucho mayor en mataderos que en las instalaciones de elaborados cárnicos, ya que en estas últimas no existe por ejemplo, la problemática asociada a la estabulación de los animales antes del sacrificio, la eliminación de sangre, el escaldado de los cerdos o la separación y lavado de despojos y de partes no comestibles de la canal, por citar algunos ejemplos representativos.

Para tener una visión de conjunto de la problemática ambiental de los mataderos, se muestra a continuación una tabla donde se recogen los principales aspectos ambientales asociados a las operaciones en las que es más frecuente encontrar impactos ambientales asociados.

**Tabla 10. Principales aspectos ambientales en mataderos**

Aspecto	Operación	Observaciones
Consumo de agua	Escaldado	
	Lavado (de canales y despojos comestibles)	
	Limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos	
Consumo de E. térmica	Escaldado	
	Lavados diversos	
	Limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos	
Consumo de E. eléctrica	Refrigeración/Congelación	
	Generación de aire comprimido	
Consumo de combustibles	Generación de calor	
Emisiones atmosféricas	Generación de calor	<i>gases de combustión:</i> CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO, partículas
	Generación de frío	<i>gases refrigerantes:</i> NH <sub>3</sub> , HFC
	Chamuscado (porcino)	<i>gases de combustión:</i> CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO
aguas residuales	Recepción y estabulación	<i>deyecciones, purines, camas de paja:</i> DQO <sup>(1)</sup> , DBO <sup>(2)</sup> , SS <sup>(3)</sup> , N <sup>(4)</sup> y P <sup>(5)</sup>
	Aturdido	<i>orina:</i> N, DBO
	Desangrado	<i>sangre:</i> DBO, SS, N
	Escaldado (porcino)	pelos, nutrientes, grasas, DQO, DBO, SS
	Depilado/Flagelado (porcino)	pelos y piel: grasas, nutrientes, DQO, DBO, SS
	Lavados diversos	pelos, piel, grasa, jugos gástricos,...
generación de residuos	Recepción y estabulación	deyecciones y camas
	Depilado/Flagelado (porcino)	pelos y piel
	Corte de patas y cuernos (vacuno)	patas y cuernos
	Evisceración	órganos no comestibles
	Corte de la canal/Esquinado	restos del corte
	Tratamiento de vertidos	lodos de depuración
olores	Recepción y estabulación	
	Recogida, adecuación y almacenamiento de residuos	
	Depuración de agua residual	

<sup>(1)</sup> DQO: Demanda Química de Oxígeno.

<sup>(2)</sup> DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

<sup>(3)</sup> SS: Sólidos en Suspensión.

<sup>(4)</sup> N: Nitrógeno.

<sup>(5)</sup> P: Fósforo.

El elevado **consumo de agua** se debe principalmente a la necesidad de mantener unos estándares higiénicos y sanitarios exigentes. El agua se emplea en su mayor parte en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo, así como en el lavado de canales y despojos y en el duchado del ganado en el momento de su estabulación temporal en las instalaciones del matadero, siendo esta última práctica opcional.

La **energía térmica** se consume fundamentalmente en las tareas de limpieza y desinfección, en forma de agua caliente o de vapor. Buena parte de la energía eléctrica se emplea en los sistemas de refrigeración y accionamiento de los equipos mecánicos, así como en los sistemas de ventilación, iluminación y generación de aire comprimido.

Al igual que en el caso del consumo de agua, el uso de energía en las actividades de refrigeración de producto y esterilización es decisivo para mantener unos altos niveles de higiene y calidad de los productos obtenidos en los mataderos.

Quizá el principal aspecto ambiental en mataderos es la generación de **aguas residuales** con altos niveles de materia orgánica (expresado como DQO y DBO), grasas, nitrógeno, fósforo y sales. Estos efluentes proceden fundamentalmente de la limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos, y en menor medida de las aguas de proceso (baños de escaldado, limpieza de canales, aguas de cocción, etc.) y las aguas de refrigeración. Los efluentes de matadero pueden contener restos de materias primas (sangre, grasas, huesos, pelos, fragmentos de piel, tejido muscular, adiposo, conjuntivo, etc.), contenido intestinal y excrementos. Las aguas de limpieza pueden contener además cantidades importantes de detergentes y desinfectantes.

Los principales **residuos** en mataderos son fundamentalmente de carácter orgánico y corresponden a aquellos materiales sin valor comercial.

El olor puede llegar a ser un aspecto ambiental muy importante en mataderos si los residuos, subproductos y agua residual no se gestionan correctamente o si las instalaciones y condiciones de recepción y estabulación del ganado no son las apropiadas para impedir las molestias del impacto que genera este aspecto.

### 3.1.2. Consumo de agua

Los principales usos del agua en los mataderos son:

- la limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos
- los sucesivos lavados que se aplican a lo largo de la cadena productiva, desde la ducha de los animales en los establos hasta el lavado de partes comestibles acabadas (canales y despojos), pasando por los lavados que se pueden aplicar al final de algunas operaciones de faenado
- escaldado del ganado porcino y otras operaciones asociadas a la eliminación de pelos y piel del ganado porcino.

Los ratios de consumo de agua pueden ser muy variables, dependiendo entre otros factores: del tipo de animal sacrificado, del tamaño de la planta, de su antigüedad, del grado de automatización de los procesos aplicados, de la distribución de las distintas zonas de la instalación y especialmente de las prácticas de limpieza y desinfección.

En el caso de la limpieza y desinfección de instalaciones el factor superficie de suelo es muy importante ya que para mantener unas adecuadas condiciones higiénicas es necesario su lavado y desinfección frecuente, independientemente del número de cabezas de ganado sacrificadas. Dicho de otro modo, las necesidades de agua de limpieza y desinfección de la zona de sacrificio y faenado al final de la jornada, no son tan dependientes de la cantidad de animales sacrificados como del tamaño de la superficie de las instalaciones.

Por el contrario, otras actividades grandes consumidoras de agua dependen más del número de cabezas que entran diariamente, como puede ser la limpieza de vehículos, el lavado de las canales o las limpiezas intermedias durante el faenado.

El consumo de agua de un matadero en España está comprendido en el rango **1-6,4 m<sup>3</sup>/t de canal (valor promedio<sup>5</sup> de 3,4 m<sup>3</sup>/t canal<sup>6</sup>)** Este valor incluye el volumen total de agua de cualquier procedencia y destinada a cualquier uso, es decir, tanto la que se emplea en la zona de matadero propiamente dicha como la utilizada en operaciones auxiliares. Estos valores de consumo de agua están por debajo de los citados en estudios de otros países **2,6-20 m<sup>3</sup>/t de canal<sup>7</sup>**. El consumo de agua se incrementa notablemente cuando en el mismo establecimiento industrial se realizan operaciones de acondicionamiento de subproductos (tripería).

En la mayoría de las instalaciones encuestadas, el único dato que se maneja es el consumo total de agua a través de las lecturas del contador general, y en pocas ocasiones se dispone de los datos de consumos parciales por proceso o en las operaciones principales. Como referencia aproximada de la distribución del consumo de agua en un matadero, se muestran a continuación dos ejemplos sobre los consumos relativos de agua en las principales operaciones de matadero que aparecen en el documento “*BREF on BATs in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries*”, correspondientes a dos países de la UE.

**Tabla 11. Ejemplos de consumos relativos estimados de agua en dos mataderos de porcino en Reino Unido y Dinamarca. (Fuente: BREF on BATs in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries)**

	Consumos relativos de agua (% del peso vivo)	
	Reino Unido	Dinamarca
Limpieza de instalaciones y equipos	33	35-55
Limpieza de vehículos	5	5
Limpieza de establos	3	5
Esterilización de utensilios	5	10-15
Lavado de producto	31	30-35
Escaldado	7	3
Agua de refrigeración	6	5
Aguas sanitarias	10	
Calderas		2

Tras un breve análisis de los datos de las tablas anteriores se confirma que la mayor parte del agua consumida en mataderos guarda una estrecha relación con tareas vinculadas a la limpieza y desinfección de locales y equipos, así como de lavado de materia cárnica.

Las posibilidades de reducción del consumo de agua, mediante ahorros directos o mediante la reutilización de corrientes residuales internas, deberán estar siempre

<sup>5</sup> Se considera valor promedio la media de los valores obtenidos.

<sup>6</sup> Instalaciones españolas (datos cuestionario).

<sup>7</sup> Dato de “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”. UNEP & Danish Environmental Protection Agency (2000).

limitadas al cumplimiento de las estrictas especificaciones de higiene que permiten asegurar la calidad y seguridad alimentaria de los productos cárnicos.

### 3.1.3. Consumo de energía

Las principales operaciones en las que se consume energía son:

Tipo de energía	Operaciones con mayor consumo de energía
Energía térmica	Limpieza y desinfección de equipos, superficies de trabajo y utensilios
	Lavado de canales y despojos
	Escaldado (en porcino)
	Acondicionamiento de subproductos (por ejemplo tripería)
Energía eléctrica	Cámaras de refrigeración y congelación
	Aire comprimido
	Depuración de aguas residuales

El consumo de energía eléctrica de un matadero en España está comprendido en el rango **55-193 kWh/t de canal (valor promedio de 155 kWh/t de canal<sup>8</sup>)**. Estos valores de consumo son similares a los citados en el documento “*BREF on BATs in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries*” para mataderos de vacuno y porcino en Reino Unido que están en el rango **36-154 kWh/t de canal<sup>9</sup>**. Otro rango de valores del BREF para mataderos de porcino refiere un consumo energético total de **280-380 kWh/t de canal<sup>10</sup>**, correspondiendo aproximadamente 1/3 a energía eléctrica y 2/3 a energía térmica.

En el documento de la UNEP (United Nations Environment Programme) y la EPA danesa también se dan valores de consumo de energía de diversas fuentes. Se presentan seguidamente los dos grupos de datos a título orientativo.

**Tabla 12. Consumo de energía en mataderos (Fuente: “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”. UNEP & Danish EPA (2000))**

		Energía eléctrica	Energía térmica
Canadá <sup>(1)</sup>	porcino	70-300 kWh/t canal	138-250 kWh/t canal
	vacuno	70-250 kWh/t canal	55,5-138 kWh/t canal

<sup>(1)</sup> Ontario Ministry of the Environment (1999).

El consumo de energía se incrementa notablemente cuando en el mismo establecimiento industrial se realizan operaciones de acondicionamiento de subproductos.

El medio para transportar la energía térmica que más se utiliza en los mataderos es el agua caliente, y en menor medida en forma de vapor, y se suministra a las diferentes partes de la instalación desde la sala de calderas.

<sup>8</sup> Instalaciones españolas (datos cuestionario).

<sup>9</sup> Dato de “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”. UNEP & Danish Environmental Protection Agency (2000).

<sup>10</sup> Datos de un estudio realizado en Italia.

A modo de ejemplo, se muestra en la siguiente tabla el consumo de energía térmica relativo en las principales operaciones realizadas un matadero de ganado vacuno.

**Tabla 13. Distribución del consumo eléctrico en un matadero de vacuno danés (Fuente: BREF on BATs in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries)**

Actividad	% de consumo
Calefacción de locales	13%
Calentamiento de agua, total	80%
Agua hasta 40°C	5%
Agua hasta 60°C	54%
Agua hasta 82°C	21%
Pérdidas caloríficas	7%

En cuanto la energía eléctrica, destaca el consumo en las salas de refrigeración y congelación, que puede representar en su conjunto aproximadamente la mitad de la demanda en energía eléctrica total. En la siguiente tabla se muestra un desglose aproximado por actividades del consumo de energía eléctrica en un matadero de ganado vacuno.

**Tabla 14. Distribución del consumo eléctrico en un matadero de vacuno danés (Fuente: BREF on BATs in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries)**

Actividad	% de consumo
Planta de generación de frío	45%
Generación de aire comprimido	10%
Iluminación	10%
Accionamiento de equipos	10%
Ventilación	5%
Varios	20%

La demanda electricidad de las estaciones de depuración de aguas residuales pueden ser importantes, especialmente cuando disponen de sistemas aerobios.

### 3.1.4. Consumo de productos químicos de limpieza

Los detergentes más utilizados son formulaciones de tipo álcali para eliminar los residuos de grasa y proteína característicos de la industria cárnica. En la mayoría de los casos la aplicación se realiza en forma de espuma para aumentar su eficacia.

Su composición y la concentración de los componentes dependerán entre otros de factores del tipo del agua utilizada en las limpiezas, de las características de la suciedad a limpiar, del tipo de superficie o de la tecnología de limpieza utilizada. Por lo general contienen dos componentes principales:

- Un álcali para fragmentar la proteína y transformar la grasa en glóbulos pequeños más fácilmente arrastrables (p.e. hidróxido sódico, carbonato sódico, etc.).

- Un tensioactivo para aumentar mejorar capacidad dispersante y emulsionante del detergente (en la industria cárnica se suelen utilizar tensioactivos no iónicos).

Otros componentes que se pueden incorporar al detergente son sustancias reductoras de la dureza del agua (polifosfatos, carbonatos, silicatos, sustancias quelantes, etc.), enzimas, oxidantes, dispersantes o disolventes.

En cuanto a los desinfectantes, los más utilizados en la industria cárnica son las sales de amonio cuaternarias y los compuestos que liberan cloro activo como los hipocloritos.

En la selección de los productos de limpieza se deben tener en cuenta tanto criterios de efectividad como criterio ambientales como su toxicidad/ecotoxicidad, biodegradabilidad, DQO, contenido en fósforo, nitrógeno o presencia de cloro libre.

### 3.1.5. Consumo de combustibles

Los principales combustibles utilizados en la sala de calderas para producción de calor son gas natural, fuel-oil, gasoil y propano. La utilización de un determinado tipo de combustible está limitada por las posibilidades de suministro en la zona de ubicación de la instalación, como puede ser el caso del gas natural.

El uso de propano encuentra una gran aplicación en la etapa de flameado de porcino, donde esta desplazando al uso de gas natural debido a la mayor temperatura de llama del gas propano.

**Tabla 15. Combustible principal utilizado en mataderos (Fuente: cuestionario)**

Tipo	% instalaciones
Fuel	25%
Gas natural	50%
Gasóleo B	16%
Propano	8%

### 3.1.6. Emisiones atmosféricas

Las principales emisiones atmosféricas generadas en un matadero corresponden a los gases de combustión generados en la sala de calderas. Los principales gases de combustión son CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> y CO.

La emisión de CO<sub>2</sub> está directamente vinculada al consumo de energía térmica. Por lo tanto la cantidad emitida de CO<sub>2</sub> depende del consumo específico de combustible y más concretamente de la relación entre el contenido en carbono y el poder calorífico del combustible.

Las emisiones de SO<sub>2</sub> dependen en gran medida del tipo y composición del combustible. Así, las instalaciones que utilizan solamente gas natural como combustible no producen emisiones de azufre o estas son insignificantes. Los que



emplean fuelóleo, emiten el azufre contenido en el combustible, aunque actualmente las instalaciones consumen fuelóleo de bajo índice de azufre (BIA), con un contenido de este compuesto inferior al 1%. *El Real Decreto 287/2001, de 16 de marzo, por el que se reduce el contenido de azufre de determinados combustibles líquidos*, regula el contenido máximo de azufre en gasóleos y fuelóleos.

La emisión de NO<sub>x</sub> depende tanto de la composición del combustible como de las condiciones de combustión (temperatura de combustión, el exceso de aire, la forma de la llama, la geometría de la cámara de combustión o el diseño del quemador).

Las emisiones de CO son poco significativas en el sector cárnico y generalmente están asociadas al funcionamiento incorrecto de calderas o a combustiones incompletas.

A un menor nivel de importancia encontramos otras emisiones atmosféricas, generalmente de carácter difuso, entre las que podemos destacar:

- Sistemas de generación de frío (gases refrigerantes).
- Sistemas de aturrido en CO<sub>2</sub>.
- Estiércol y purines (metano, amoníaco y partículas).

La medición directa de estas emisiones es muy complicada debido su carácter difuso, por lo que se debe recurrir a realizar balances de masa particulares o utilizar factores de emisión que no siempre reflejan la realidad de las condiciones de nuestro país.

Los sistemas de generación de frío, donde frecuentemente se emplea amoníaco (NH<sub>3</sub>) y/o sustancias basadas en hidrofluorocarbonos (HFC) como fluidos frigorígenos e incluso como fluido caloportante en plantas con sistemas de refrigeración directo, se pueden producir pérdidas por fugas o roturas en las conducciones de transporte, o durante las operaciones de recarga.

A este respecto cabe mencionar que en el *Reglamento (CE) n° 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de Junio de 2000, sobre las sustancias que agotan la capa de ozono*, se establece una limitación progresiva de la utilización de HCFCs puros, de forma que el 1 de enero de 2010 se prohibirá el uso de HCFCs “nuevos” y el 1 de enero de 2015 la prohibición se amplía a todo tipo de HCFCs. Los HFCs son una nueva generación de gases refrigerantes que al no contener cloro son mucho menos dañinos para la capa de ozono. Sin embargo, contribuyen al aumento del efecto invernadero con los efectos conocidos sobre el incremento de las temperaturas a escala global.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en los mataderos que emplean este gas como medio de aturrido de los animales, no se consideran relevantes en condiciones normales de operación.

Durante la fermentación anaerobia de los estiércoles y purines se producen emisiones de gases a la atmósfera, entre los que destacan el metano (CH<sub>4</sub>) y amoníaco (NH<sub>3</sub>). El primero de ellos es uno de los gases causantes del efecto invernadero, mientras que el amoníaco se asocia más a situaciones de riesgo para la salud laboral,

aunque también tiene implicaciones ambientales. Dado el corto periodo de tiempo de estabulación de los animales en el matadero, la generación de estos gases es generalmente pequeña. Las condiciones de recogida y almacenamiento de las heces del ganado tiene su importancia para prevenir la emisión de dichos gases.

### 3.1.7. Aguas residuales

La generación de aguas residuales es el aspecto ambiental más significativo de la actividad de matadero, tanto por los elevados volúmenes generados como por la carga contaminante asociada a las mismas.

La mayor parte del agua que se utiliza en mataderos acaba finalmente como corriente de agua residual, ya que no existe aporte de agua al producto final. Por tanto el agua residual generada en un matadero será la resultante de descontar al consumo total la que se ha perdido por evaporación y la que pueda abandonar la instalación embebida en la matriz sólida de los residuos y subproductos generados. En general, entre el 80-95% del agua total consumida forma parte del efluente final.

Las principales corrientes parciales de un matadero que más contribuyen en volumen y/o carga contaminante al efluente final proceden de:

- ❑ **Limpieza de equipos, instalaciones y vehículos.** Aporta una parte importante del volumen del efluente final. En cuanto a la carga contaminante contiene restos de sangre, pelos, restos, estiércol, detergentes y desinfectantes.
- ❑ **Limpieza de canales:** Aporta una parte importante del volumen del efluente final. Poca carga contaminante.
- ❑ **Escaldado.** El escaldado aporta una gran cantidad de grasas y proteínas que están disueltas en el agua.
- ❑ **Desangrado.** De todos los residuos que pueden participar en el aumento de la carga contaminante del efluente, la sangre es el más importante, ya que tiene una DQO del orden de 150.000-200.000 mg/l, además de aportar una cantidad considerable de nitrógeno. El grado de recuperación de la sangre durante esta etapa será decisivo en las características del vertido final.
- ❑ **La zona de tripería y casquería** constituye una fuente considerable de materia orgánica, fósforo, sal y grasa proveniente sobre todo del lavado de estómagos, intestinos y otras vísceras. En el momento de su acondicionamiento estas partes del animal están llenas de alimento parcialmente digerido además de los constituyentes propios de estos órganos como grasas, mucosa, sangre, jugos intestinales, etc. Las aguas de lavado de estómagos e intestinos puede presentar una DBO5 de 80.000 mg/l aproximadamente.
- ❑ **Refrigeración.** En algunas instalaciones que utilizan sistemas de descongelación y refrigeración con agua, se pueden generar volúmenes que alcanzan el 25% del consumo total de la instalación. Presentan una temperatura elevada y un grado de contaminación química muy bajo.

Los principales parámetros que definen las características químicas de las aguas residuales de un matadero se muestran en la tabla 16.

Las concentraciones pueden variar ampliamente de una instalación a otra y en ciertos casos presentar valores bastante diferentes a los anteriores. Las causas de la variabilidad en la concentración de los parámetros de los efluentes de mataderos son múltiples, destacando:

- la existencia o no de una zona dedicada al acondicionamiento de la tripería/casquería y subproductos,

**Tabla 16. Principales parámetros y fuentes de contaminación de las aguas residuales de un matadero**

Parámetros	Principales fuentes
Materia orgánica (DQO, COT <sup>(1)</sup> )	Sangre, aguas de escaldado, purín/estiércol, contenidos estomacales, etc.
Sólidos en suspensión	purín/estiércol, contenidos estomacales, pelos, restos carne
Aceites y grasas	Aguas de escaldado, lavado canales
Amonio y urea	Purín/estiércol, sangre
Fostatos, nitrógeno y sales	Purín/estiércol, contenidos estomacales, sangre, productos detergentes y desinfectantes
Detergentes y desinfectantes	Productos detergentes y desinfectantes
Conductividad eléctrica	En los mataderos con tratamiento y preparación de las tripas podría haber elevada conductividad si se perdieran cantidades importantes de la sal que se usa para salar estas o si se salaran pieles del vacuno sacrificado

<sup>(1)</sup> COT: Carbono Orgánico Total.

- las medidas preventivas orientadas a evitar la entrada de sangre, estiércol y otros residuos en la corriente de aguas residuales,
- el grado de optimización del consumo de agua,
- los procedimientos de limpieza y productos químicos utilizados,
- la tecnología utilizada en las operaciones consumidoras de agua.

En la tabla siguiente, se muestran los rangos de variación y el valor promedio de concentración de los principales parámetros químicos de las aguas residuales de matadero.

**Tabla 17. Características de las aguas residuales antes de depuración en mataderos. (Fuente: cuestionario)**

	Max	Min	Promedio
Demanda Química de Oxígeno DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	35.000	774	10.259
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (mg O <sub>2</sub> /l)	5.350	500	2.550
Sólidos en Suspensión-SS (mg/l)	5.000	220	2.102
Aceites y Grasas-AyG (mg/l)	1.200	23	474
Nitrógeno total-NT (mg N/l)	750	48	252
Fósforo Total-PT (mg P/l)	90	10	40
Cloruros-Cl- (mg Cl-/l)	1.000	649	825
pH	8	6	7

Destacan las elevadas concentraciones de materia orgánica, sólidos en suspensión, aceites y grasas, así como la elevada biodegradabilidad de la materia orgánica presente. En la siguiente tabla se muestran los principales valores expresados respecto a tonelada de canal.

**Tabla 18. Características de las aguas residuales antes de depuración en instalaciones afectadas (datos en kg/t canal. Fuente: cuestionario)**

	Max	Min	Promedio
Demanda Química de Oxígeno DQO	32,0	0,9	17,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO	11,5	0,6	5,3
Sólidos en Suspensión-SS	11,9	0,2	7,1
Aceites y Grasas-AyG	2,6	0,0	0,9
Nitrógeno total-NT	1,6	0,1	0,6
Fósforo Total-PT	0,2	0,0	0,1
Cloruros-Cl-	2,2	0,7	1,4

Estos valores son similares a los referidos en otros estudios como los que se muestran en la tabla siguiente.

**Tabla 19. Carga contaminante de los efluentes de matadero referidos a tonelada de peso vivo (Fuente: “Cleaner Production Assessment in Meat Processing”. UNEP & Danish EPA (2000))**

Unidad: kg/t peso vivo	DBO <sub>5</sub>	S.S.	N total	N amoniacal	N orgánico	P soluble	Grasas
Fuente (1)	12-15	9-12	1-1,7	-	-	-	1,5-8
Fuente (2)	6-16	4-18	-	0,08-0,25	0,3-0,8	0,06-0,21	1,5-23

<sup>(1)</sup> Ockerman & Hansen, 2000 (Resumen de una encuesta en mataderos de Estados Unidos).

<sup>(2)</sup> Hansen & Mortensen, 1992.

### 3.1.8. Generación de residuos

#### Subproductos orgánicos

Por su cantidad, las partes u órganos del animal no destinados al consumo humano son los residuos más importantes de los generados en los mataderos. Aunque desde el punto de vista ambiental se les pueda catalogar como tales, según la legislación sanitaria vigente (*Reglamento 1774/2002* y sus modificaciones posteriores) tienen consideración de subproducto. En concreto, en el artículo 2.1.a considera “subproductos animales” los cuerpos enteros o partes de animales o productos de origen animal no destinados al consumo humano.

Este *Reglamento 1774/2002* establece tres categorías de subproductos y especifica las condiciones en las que se debe realizar su gestión o valorización. En la mayor parte de los casos, la valorización o eliminación de estos subproductos son realizadas por empresas diferentes al propio matadero, siendo obligación del matadero realizar una adecuada gestión de los mismos hasta su cesión a dichas empresas.

Los principales subproductos orgánicos generados en los mataderos son:

### **Estiércol/purín**

En las etapas de recepción y estabulación y limpieza de los vehículos de transporte se producen purines o estiércoles en cantidades que dependerán del tipo de animal, periodo de estabulación dieta previa de los animales,...

A título indicativo se muestran a continuación los niveles aproximados de generación de estiércol en régimen de estabulación y dieta normal obtenidos de la bibliografía:

- vacuno de carne, 20,3 kg/animal/día.
- cerdos, 5,9 kg/animal/día.

Las deyecciones del ganado vacuno (estiércoles) tienen una consistencia pastosa, mientras que las de porcino son mucho más líquidas (purines).

Otro tipo de estiércol es el que se encuentra en los estómagos e intestinos de los animales en el momento del sacrificio. Están compuestos por restos de comida parcialmente digeridos y puede llegar a ser abundante en el caso del ganado vacuno, del orden de 36-45 kg/animal (con una DBO<sub>5</sub> aproximada de 50.000 mg/l), dependiendo del tamaño del animal y de si ha sido sometido a ayuno previo.

La recogida segregada del estiércol favorece su gestión como residuo orgánico como abono agrícola. Sin embargo, el arrastre de las deyecciones con agua hacia la red de drenaje contribuye a aumentar de forma muy importante la carga contaminante de las aguas residuales (materia orgánica, sólidos en suspensión, amonio y urea, Cu y Zn).

### **Sangre**

En el apartado anterior se ha puesto de manifiesto la importancia de la sangre como una sustancia que aporta una gran carga orgánica a la corriente de aguas residuales cuando son vertidas a estas. Sin embargo, la sangre puede considerarse como un residuo o como un subproducto dependiendo de las condiciones higiénicas durante su recogida, transporte y almacenamiento, y de las posibilidades de gestión externa existentes.

### **Lodos de depuradora**

Durante la depuración de las aguas residuales del matadero se generan fangos que pueden ser primarios, cuando proceden de las etapas de pretratamiento, tratamiento físico-químico, o secundarios, cuando proceden de un tratamiento biológico. Suelen ser residuos difíciles y costosos de gestionar debido a su elevada humedad y su alta putrescibilidad que obliga a una rápida gestión de los mismos para prevenir la generación de olores. Los tratamientos de deshidratación de fangos permiten reducir de forma importante el volumen de lodos a gestionar a la par que facilitan su almacenamiento, transporte y gestión final. En el caso de los mataderos de vacuno, habrá que atender a los requisitos establecidos en la normativa higiénica que establece las condiciones de acondicionamiento necesarias.

Conviene indicar, que sólo se consideran residuos los lodos de depuradora no incluidos dentro de las Categorías 1 y 2 del Reglamento 1774/2002, ya que éstos lodos tienen asignado un tipo de valorización indicado en esta normativa.

La opción de aprovechamiento más sencilla en el exterior de las instalaciones cárnicas es el compostaje y posterior uso como abono o enmienda del suelo, siempre que se tengan en cuenta los requisitos higiénicos y de concentración de metales pesados establecidos en el *Real Decreto 1310/1990* y la *Orden de 26 de octubre de 1993 en los que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario*. En cuanto a las dosis de aplicación, se deberá tener en cuenta el *Real Decreto 261/1996 sobre protección contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias*, que establece las dosis máximas de aplicación al suelo en función de su contenido en nitrógeno.

En cualquier caso, los centros productivos deberían disponer de las instalaciones que permitan un almacenamiento adecuado de los subproductos, de modo que se evite el vertido directo de los lixiviados producidos, se minimice la emisión de olores y se mantengan unas condiciones adecuadas para evitar su descomposición.

#### Material Específico de Riesgo (MER)

En los mataderos de bovino, ovino y caprino se generan unos materiales denominados específicos de riesgo que cuentan con una legislación sanitaria específica que regula la forma en la que deben ser recogidos, almacenados y gestionados por los mataderos, así como las condiciones en las que debe realizarse su valorización y eliminación.

Se entiende por material especificado de riesgo los tejidos y órganos que se establecen en el Reglamento (CE) n° 999/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2001, por el que se establecen disposiciones para la prevención, el control y la erradicación de determinadas encefalopatías espongiformes y sus posteriores modificaciones.

Para los mataderos, la gestión de estos MER debe ser realizada atendiendo a la legislación específica vigente.

#### Otros residuos

Son residuos procedentes de los envases y embalajes con los que se reciben las materias secundarias y auxiliares, envases y embalajes utilizados en transporte de producto y basuras asimilable a urbana. Se generan en pequeña cantidad, como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 20. Generación de residuos asimilables a urbanos en mataderos (fuente cuestionario)**

Material	Producción kg/t de canal
Plástico	0,6
Cartón	3,7
Metal	0,2
Madera	0,3
Basura	2,3

### Residuos peligrosos

En la operación de mantenimiento de equipos e instalaciones se generan pequeñas cantidades de residuos peligrosos comunes a los generados en cualquier otra actividad (aceites usados, tubos fluorescentes, disolventes, residuos de envase peligrosos, etc.). Estos residuos deben ser gestionados a través de un gestor autorizado para ese tipo de residuos.

#### **3.1.9. Olores**

Las fuentes de olor en mataderos pueden ser múltiples, y su relevancia por encima de los umbrales considerado “normales” se suele deber a una gestión incorrecta en las siguientes operaciones

- ❑ *Estabulación de animales.* Olor vinculado a las inevitables deyecciones sólidas y líquidas que se producen desde la llegada de los animales.
- ❑ *Operaciones de proceso que emiten gases al exterior (escaldado, flameado).*
- ❑ *Depuración de aguas residuales.* Si la depuradora está diseñada correctamente y la gestión de su funcionamiento se hace de un modo apropiado, salvo incidentes, no tienen porque existir emisiones importantes de olores.
- ❑ *Almacenamiento de residuos (estiércol, otros restos orgánicos).* Una correcta recogida y almacenamiento de los residuos hasta su pronta retirada es un buen modo de prevenir las molestias ocasionadas por los olores.

La valoración del impacto ambiental generado por el olor depende fundamentalmente de la proximidad de la instalación a núcleos urbanos o zonas residenciales, así como de condicionantes climáticos como la temperatura o el viento. En este sentido, un matadero situado lejos de zonas habitadas no presentará problema de olores, mientras que en otra situada en las proximidades de una población este aspecto ambiental puede ser significativo.

### **3.2. SALAS DE DESPIECE**

En términos generales los efectos ambientales que producen la actividad de las salas de despiece son similares a la de los mataderos pero cuantitativamente menos importantes. Hay que destacar la escasa incidencia o incluso ausencia de algún aspecto ambiental significativo respecto a la parte de mataderos, como es el consumo de combustibles y energía térmica, las emisiones atmosféricas y los olores molestos.

Los principales efectos ambientales que produce la actividad de salas de despiece son las que se muestran en la tabla 21.

El motivo del elevado **consumo de agua** en las salas de despiece se debe, al igual que ocurre en la zona de matadero y en general en todas las industrias del sector agroalimentario, a la necesidad de mantener unos exigentes estándares de higiene.

**Tabla 21. Resumen de los aspectos ambientales significativos en salas de despiece y operaciones donde se producen**

Aspecto	Operación	Tipo de aspecto
Consumo de agua	Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones	
Consumo de energía eléctrica	Refrigeración/Congelación	
Agua residual	Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones	alta carga orgánica: DQO, DBO, grasas, SS
Generación de residuos	Despiece	recortes cárnicos y huesos

El agua se emplea en su mayor parte en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo.

El consumo de **energía eléctrica** está vinculado en gran medida a las instalaciones frigoríficas, siendo la operación de refrigeración y/o congelación de las partes resultantes del despiece mayor o menor una etapa indispensable antes de la expedición del producto.

Las **aguas residuales** proceden casi exclusivamente de las operaciones de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo. Estos efluentes suelen contener restos de grasa, sangre, proteínas y agentes químicos utilizados como detergentes y desinfectantes.

Los subproductos generados en las salas de despiece están formados mayoritariamente por recortes cárnicos no comercializables, huesos, tejidos diversos no comestibles como tendones y grasas, canales y carnes rechazadas y posibles restos de piel y pelos que todavía puedan acompañar a las canales o medias canales.

### 3.3. ELABORADOS CÁRNICOS

Tal como se describe en el capítulo 2 de esta guía, el subsector de elaborados cárnicos se puede clasificar en cuatro grupos de actividad en función del proceso de elaboración que ha sido aplicado a los productos cárnicos acabados. Según este criterio se han descrito los procesos para:

- productos picados frescos o cocidos,
- productos adobados o cocidos a partir de piezas enteras,
- productos picados curados,
- productos curados a partir de piezas enteras.

Por motivos de simplicidad y para evitar la repetición de comentarios sobre aspectos que son comunes a muchos de los procesos de elaboración de los productos arriba indicados, la parte de este capítulo correspondiente a elaborados cárnicos se aborda de una forma global conforme a los aspectos ambientales más significativos.

Respecto a los niveles de emisión y consumo que se pueden registrar en las industrias de elaborados cárnicos, se puede hacer la misma valoración que en el caso de los mataderos, es decir, una gran variabilidad entre establecimientos del mismo tipo debido a la dependencia de múltiples factores.



En el caso de los elaborados cárnicos hay que añadir un factor de variabilidad más, como es el hecho del gran número de productos que se pueden elaborar a partir de la misma materia prima, y por lo tanto en el gran número de operaciones específicas y parámetros de proceso que se requieren para conseguir cada tipo de producto.

### 3.3.1. Aspectos ambientales en la industria de elaborados cárnicos

Comparativamente con mataderos, la actividad de elaborados cárnicos presenta una menor incidencia ambiental en términos relativos. La contaminación derivada de la carga orgánica es mucho menor debido a que las materias primas utilizadas en el proceso (piezas, grasas, recortes,..) están parcialmente acondicionadas y no se incorporan materiales como sangre, contenidos intestinales, estiércol, etc.

A continuación se muestra una tabla resumen donde se vincula cada uno de los aspectos identificados con las operaciones unitarias que están más involucradas en la generación de impactos ambientales que pueden considerarse importantes.

**Tabla 22. Resumen de los aspectos ambientales significativos y operaciones donde se producen en industrias de elaborados cárnicos**

Aspecto	Operación	Tipo de aspecto
Consumo de agua	Descongelación (por agua)	
	Cocción (por inmersión)	
	Enfriamiento (por agua)	
	Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones	
	Producción de frío (condensadores evaporativos, torres de enfriamiento )	
Consumo de E. térmica	Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones	
	Cocción/Ahumado	
	Todas (equipos electromecánicos)	
	Enfriamiento (cámaras refrigeradas)	
	Secado/Maduración (jamón y paletas)	
	Almacenamiento en frío	
	Generación de aire comprimido	
Consumo de combustibles	Producción de calor	
Emisiones atmosféricas	Producción de calor	gases de combustión: CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , CO
	Generación de frío	gases refrigerantes: NH <sub>3</sub> , HFC
Aguas residuales	Descongelación	carga media
	Cocción	alta carga orgánica, sólidos, conductividad
	Enfriamiento	carga media
	Cepillado/Lavado de pernils	alta conductividad, sólidos, grasas
	Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones	DQO, DBO, grasas, SS, N, P, conductividad
Generación de residuos	Salado/Adobado	restos de sales de curado
	Tratamiento de vertidos	lodos de depuración
	Operaciones de Mantenimiento	Aceites lubricantes, disolventes, absorbentes, etc.

De los aspectos ambientales indicados, los más importantes, coincidiendo con la actividad de mataderos, son el consumo de agua, el consumo de energía térmica y eléctrica y la producción de aguas residuales.

### **3.3.2. Consumo de agua**

La operación donde más consumo de agua se produce es en la limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo. Otras operaciones en las que se consume agua son:

- cocción y posterior enfriamiento de los productos cocidos, cuando se emplean técnicas basadas en el uso de agua,
- descongelación de la materia prima cuando se emplean técnicas basadas en el uso del agua,
- sistema de refrigeración de los equipos de producción de frío. El consumo dependerá de que el circuito sea abierto o cerrado. En el caso de circuitos cerrados se producen pérdidas por evaporación en condensadores evaporativos y torres de enfriamiento,
- desalado de piezas.

Al igual que en el caso de mataderos, las instalaciones no suelen disponer de contadores de agua por zonas que permitan obtener datos de consumos parciales en estas operaciones.

### **3.3.3. Consumo de energía**

El consumo de energía eléctrica tiene una gran relevancia ya que normalmente se necesita disponer de cámaras de congelación con altas necesidades energéticas, además de salas o cámaras refrigeradas.

En todos los casos las condiciones de temperatura y humedad se mantienen continuamente o durante largos periodos de tiempo.

En menor medida, se produce un consumo eléctrico en los equipos electromecánicos utilizados en las operaciones unitarias, así como para transportar los productos semielaborados de una etapa a otra.

En estas instalaciones también suele existir una sala de calderas dedicada a la producción de vapor o agua caliente, aunque las operaciones donde se precisa calor no son tan abundantes como las que requieren frío.

Además de en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios, el consumo de energía térmica se concentra en las operaciones de cocción/pasteurización, con o sin ahumado, y/o a cocción/esterilización en autoclaves.

### **3.3.4. Consumo de productos químicos de limpieza**

Ver apartado 3.1.4.

### **3.3.5. Emisiones atmosféricas**

Lo comentado en el apartado 3.16 respecto a los gases de combustión y gases refrigerantes es aplicable a los elaborados cárnicos. Obviamente, en este caso no hay problemas debidos a emisiones atmosféricas procedentes de estiércol y purines.

### **3.3.6. Aguas residuales**

En general, las aguas residuales generadas en las plantas de elaborados presentan una carga contaminante menor que en el caso de los mataderos, puesto que en este caso no hay presencia de sangre, deyecciones sólidas o líquidas y no existen zonas dedicadas al primer acondicionamiento/lavado de panzas, intestinos y vísceras en general.

La mayor parte de las aguas residuales propias de la fabricación de elaborados se generan en las labores de limpieza y desinfección y en la cocción.

Las aguas resultantes de la limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios pueden contener grasa, proteínas, azúcares, especias, aditivos, detergentes y desinfectantes.

También se pueden encontrar fragmentos de piel y otros tejidos si se ha realizado al principio de la línea de procesado una operación de recorte y perfilado, y estos restos no han sido convenientemente segregados.

Por tanto, se puede decir que la composición cualitativa de estos efluentes es bastante similar a la de los mataderos pero la concentración de los parámetros de contaminación característicos (DQO, DBO, grasas, SS, N y P) es mucho menor.

Se generan corrientes de agua residual con elevada conductividad eléctrica asociada a la presencia de sales disueltas, en operaciones donde se vierten salmueras o donde se produce el desalado en el proceso de fabricación de jamones y paletas curados. El adecuado manejo de las salmueras y la sal durante estas operaciones permite reducir de forma importante los problemas de salinidad en las aguas residuales.

Cuando el enfriamiento de las piezas cocidas se realiza mediante inmersión o duchas de agua, se genera un volumen de agua residual que suele tener una carga contaminante pequeña o media, ya que las sustancias que podrían aportar carga al efluente ya se han incorporado a éste en la fase de cocción precedente. No obstante, la cantidad de agua empleada en el enfriamiento puede ser elevada en función de la técnica utilizada.

En función de la técnica de descongelación utilizada, el agua residual procedente de esta operación puede ser significativa, más por su aporte de volumen que por su carga contaminante. Evidentemente, el uso de técnicas que prescindan del agua como medio de transferencia calórica, eliminaría esta problemática.

En muchas instalaciones utilizan agua para el enfriamiento de los compresores de las cámaras de refrigeración/congelación. El volumen de agua residual de refrigeración generado dependerá de que el circuito sea abierto o cerrado. En el caso de circuitos cerrados se producen pérdidas por evaporación en condensadores evaporativos y torres de enfriamiento.

### 3.3.7. Generación de residuos

#### Subproductos

Lo más habitual será el producto no conforme y los restos de carne que queden en las máquinas (restos de materia prima como huesos, grasa, restos de picado, etc.). Muchos de estos materiales pueden ser aprovechados como subproductos.

#### Residuos asimilables a urbanos

También se pueden generar residuos de envases asimilables a urbanos (vidrio, cartón, de plásticos, metálicos, etc.) en las de las operaciones de recepción de materias primas y auxiliares y envasado de productos finales.

**Tabla 23. Generación de residuos asimilables a urbanos en instalaciones de elaborados (Fuente: cuestionario)**

Material	Generación media	Generación máxima
	kg/t de producto elaborado	
Vidrio	3,80	7,61
Plástico	11,89	97,36
Cartón	27,76	415,82
Metal	12,63	97,28
Madera	7,22	37,50
General	41,15	157,23

#### Residuos peligrosos

En la operación de mantenimiento de equipos e instalaciones se generan ciertas cantidades de residuos peligrosos, comunes a los generados en cualquier otra actividad industrial (aceites usados, tubos fluorescentes, disolventes, residuos de envase peligrosos, etc.) que deben ser gestionados adecuadamente.

## 4. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

### 4.1. INTRODUCCIÓN

En la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, se definen las mejores técnicas disponibles como “la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas”.

Las mejores técnicas disponibles (MTDs) se caracterizan por ser técnicas especialmente eficaces desde el punto de vista ambiental por su reducido consumo de recursos o bajo impacto ambiental, y que son viables en el ámbito técnico y económico para cualquier industria afectada. La figura siguiente muestra un posible esquema del proceso de identificación de MTDs aplicable en el sector agroalimentario.

Las MTDs deben ser tenidas en cuenta para determinar los valores límite de emisión (VLEs), aunque sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica.

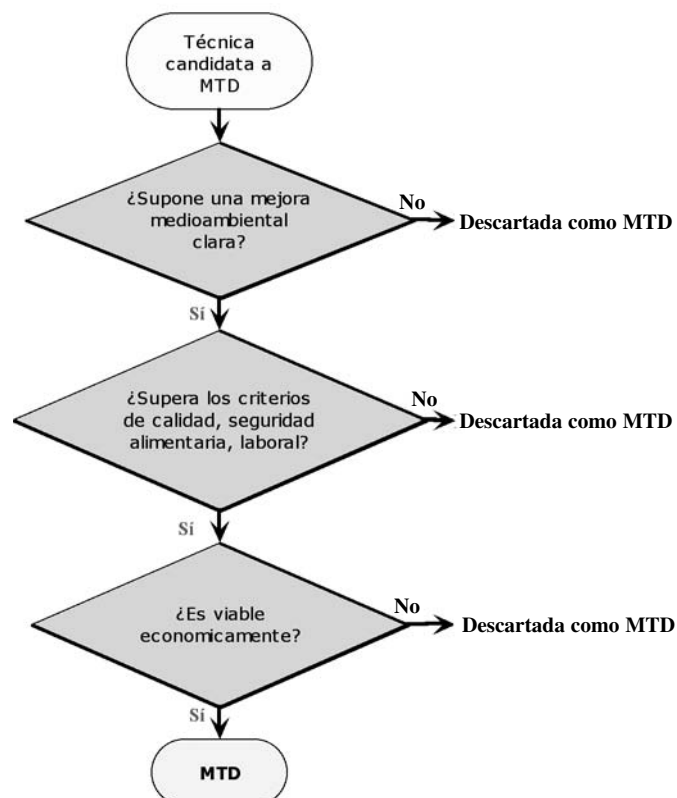


Figura 9. Diagrama de selección de MTDs.

En comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica en una instalación industrial agroalimentaria, un técnica candidata a MTD debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la técnica candidata a MTD debería estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción de alimentos de calidad, inocuos y cuya fabricación no supongan un riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.). En el caso de la industria alimentaria merece la pena destacar que la seguridad alimentaria puede suponer una barrera crítica a ciertas técnicas de reutilización o de reciclaje.

Finalmente, una técnica no podría considerarse MTD si fuera económicamente inviable para una industria. La adopción de MTDs por parte de un centro no debería suponer un coste tal que pusiera en riesgo la continuidad de la actividad. En este sentido, es conveniente recordar que en las instalaciones antiguas, un cambio de tecnología es una inversión muy costosa, no siempre asumible por diversos factores, mientras que en nuevas instalaciones es más lógico considerar además de otros criterios, la variable ambiental y por tanto las MTDs. Este sería una de las ideas fuerza de la nueva normativa; fomentar la adopción de técnicas productivas respetuosas con el medio ambiente.

## **4.2. CONSIDERACIONES GENERALES A LA APLICACIÓN DE LAS MTD'S EN UNA INSTALACIÓN CÁRNICA**

En este apartado se describen algunos aspectos que pueden condicionar la aplicabilidad de las MTDs en una determinada instalación conforme a sus circunstancias particulares.

### **4.2.1. Seguridad alimentaria**

Al igual que ocurre en todas las instalaciones agroalimentarias, y en particular la industria cárnica, existe una condición exigible a cualquier técnica, y es que permita garantizar la seguridad alimentaria del producto en el punto del proceso en el que se aplica.

Por tanto, la garantía de que la implantación de una determinada técnica no afectará a la consecución final de la necesaria seguridad alimentaria de las canales, productos del despiece y los elaborados cárnicos, será condición “*sine quanon*” para poder determinar que una técnica es MTD en una determinada instalación.

### **4.2.2. Viabilidad económica**

La viabilidad económica de algunas de las MTDs identificadas para el sector cárnico debería ser estudiada para cada instalación en concreto en función de las características de la instalación, especialmente atendiendo a factores como el tamaño, el tipo de productos elaborado o la antigüedad de la instalación.

Independientemente de ello, existe una característica que permite diferenciar claramente la viabilidad económica de algunas MTDs como es que una instalación sea nueva o existente.

### 4.2.3. Condicionantes locales y de instalación

Algunos factores locales pueden determinar la viabilidad técnica de una determinada MTD (por ejemplo un circuito cerrado con torre de refrigeración).

Las ampliaciones sufridas por una instalación existente también pueden condicionar el ajuste de algunos parámetros a los valores óptimos.

### 4.3. FICHAS DE MTD'S

Se ha identificado 46 MTDs de carácter específico para el sector cárnico que se describen en fichas para facilitar su consulta y aplicabilidad. Además de estas MTDs específicas, se han seleccionado del BREF “BATs in the Food, Drink and Milk Industry” una serie de MTDs denominadas “genéricas” que son aplicables a las instalaciones de despiece y de elaborados cárnicos.

A continuación se presentan las MTDs agrupadas en función del principal aspecto ambiental que mejoran dentro de los siguientes grupos (debe tenerse en cuenta que una MTD puede mejorar más de un aspecto ambiental):

- Consumo de agua y generación de aguas residuales.
- Consumo de energía (térmica y eléctrica).
- Emisiones a la atmósfera.
- Residuos.
- Olores.
- No específico.

Aspecto	Nº	Técnica
Consumo de agua y generación de agua residual	3	Minimización del riesgo de vertido accidental de sangre mediante acondicionamiento de los tanques de almacenamiento.
	4	Eliminación de las tomas de agua innecesarias de la línea de sacrificio.
	10	Planificación adecuada de la producción de elaborados picados o emulsionados para minimizar las limpiezas de los equipos.
	11	Evitar la incorporación de sólidos (orgánicos) a las aguas residuales.
	12	Evitar el uso de refrigerantes halogenados.
	15	Instalación de electroválvulas comandadas por detectores de presencia en las duchas de línea.
	19	Utilización de sistemas avanzados de limpieza de superficies.
	20	Utilización de sistemas avanzados de limpieza de utensilios y pequeños equipos.
	21	Utilización sistemas de agua a presión con dispositivos de cierre y chorro regulable para la limpieza de vehículos y zonas de recepción y espera.
	22	Disponer de un sistema apropiado de tratamiento de aguas residuales.
	23	Instalar superficies de trabajo, suelos y paredes fácilmente lavables.
	25	Red separativa y segregación del vertido de aguas pluviales.
26	Segregación y pretratamiento de las aguas de limpieza de camiones y establos.	

Aspecto	Nº	Técnica
Consumo de agua y generación de agua residual	27	Selección de detergentes que generen un menor impacto ambiental.
	40	Optimización del desangrado y recogida de la sangre.
	41	Escaldado por duchas o escaldado por condensación de vapor.
	43	Sustitución del transporte hidráulico de subproductos por sistemas mecánicos o neumáticos o bandejas.
	44	Evitar y/o minimizar el enjuague de las canales, utilizando técnicas limpias de evisceración.
	45	Eliminación en seco de sal previo al lavado de pernils.
	5	Minimización del agua utilizada para el transporte de intestinos.
	8	Recuperación de agua de refrigeración.
	13	Adecuada gestión del consumo de agua.
	14	Control y registro de los consumos de agua y agentes de limpieza consumidos en las limpiezas.
	16	Instalación de sistemas de lavado de manos y delantales con corte automático del agua.
	17	Minimización del consumo de agua en las limpiezas.
	18	Sistema centralizado de cierre de los puntos de agua.
	39	Optimización del consumo de agua en la etapa de depilado/flagelado.
42	Minimización del consumo de agua durante la estabulación de los animales.	

Aspecto	Nº	Técnica
Consumo energía	1	Aislamiento térmico y control del nivel del agua en el tanque de escaldado.
	2	Limpieza previa del animal antes del escaldado.
	6	Instalación de sistemas para minimizar las fugas de frío en las cámaras.
	7	Utilización de túneles de aire frío para la refrigeración de canales.
	9	Recuperación de calor de la planta de frío.
	29	Adecuada gestión del consumo energético.
	30	Aislamiento térmico de superficies frías y calientes.
	31	Control automático de la temperatura del agua caliente.
	32	Reducción del consumo energético de los esterilizadores de cuchillos.
	33	Mejora de la gestión del aire comprimido.
	34	Implementar un sistema de gestión de la refrigeración.
	36	Optimización de la eficiencia de la ventilación.
	38	Esterilización de sierras en cabinas con boquillas de agua caliente.

Aspecto	Nº	Técnica
Emisiones atmosféricas	35	Utilizar combustibles de bajo índice de azufre.
No específico	28	Realizar un mantenimiento preventivo de instalaciones y máquinas.
	37	Implementación de un sistema de gestión ambiental.
Olores	24	Evitar el estancamiento del agua residual en los colectores.
	46	Contar con un sistema adecuado para la gestión de residuos.



<b>1 Aislamiento térmico y control del nivel del agua en el tanque de escaldado</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos de porcino	<b>Operaciones implicadas:</b> Escaldado
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía (térmica), consumo de agua, olores	

## Descripción

El escaldado es una operación clave en lo que a consumo energético se refiere. Los tanques de escaldado por inmersión deben mantenerse a una temperatura adecuada (superior a 60°C) durante toda la jornada laboral, además de calentar el agua de aporte que se va perdiendo con el continuo paso de los animales. Los sistemas mal diseñados desde el punto de vista de la eficiencia energética suelen ser aquellos que no están convenientemente aislados o están abiertos en toda o casi toda su extensión, con lo que se pierde continuamente una cantidad importante de calor que es necesario compensar.

Por otra parte, si no se toman las medidas oportunas o no se presta la suficiente atención en el llenado manual de los escaldadores, se pueden producir pérdidas innecesarias de agua caliente en el momento de llenar los escaldadores y durante la jornada con los sucesivos aportes de agua de reposición.

En aquellas instalaciones donde no es económicamente viable la instalación de otro sistema de escaldado diferente al de inmersión, se deben establecer las siguientes mejoras en los tanques de escaldado:

- \* Aislar térmicamente el tanque de escaldado para reducir las pérdidas de calor por los laterales.
- \* Cubrir la parte superior de los tanques de escaldado para reducir la evaporación y las pérdidas de calor desde la superficie del agua. Según un ejemplo del BREF, se pueden utilizar bolas de plástico para cubrir la superficie si el diseño del tanque de escaldado lo permite.
- \* Asegurarse de que el nivel de agua dentro del tanque es el adecuado para que no se produzcan reboses de agua caliente cuando esté lleno de animales. Si el llenado es automático se pueden instalar sondas de nivel. Si el llenado es manual se deberá realizar una marca de nivel que indique el punto de llenado máximo para albergar el mayor número de animales sin que se produzcan pérdidas por rebose. Las sondas de nivel de control automático de llenado, si funcionan correctamente y se realiza el mantenimiento adecuado, pueden liberar al operario de esta responsabilidad.

La aplicación de esta MTD, además de los beneficios ambientales, tiene la ventaja añadida desde el punto de vista de la seguridad laboral de reducir el riesgo de quemaduras al disminuir la superficie caliente al descubierto.

En la implantación de esta técnica se debe prever que los tanques estén provistos de aislamiento o material aislante para aislar tanques existentes, además de sondas de nivel de agua.

Según un ejemplo del BREF, en un tanque de escaldado que procesa 210 cerdos/h, con dimensiones 43 m de largo, 100 m<sup>2</sup> de superficie laterales e inferior, 22 m<sup>2</sup> de superficie superior, se dispone de los siguientes datos: pérdidas de calor 370.000 kJ (103 kWh) de los cuales 53% se pierde a través de las caras laterales e inferior y el 47% desde la superficie. Aislando y cubriendo el tanque las pérdidas de calor se puede reducir desde 1,73 a 1,35 kWh/animal (desde 22.5 kWh/t a 17.2 kWh/t de canal).

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo energético: El ahorro energético en esta operación está asociado a la prevención de pérdidas de calor por radiación y la pérdida de agua caliente. Además, puesto que en general se reducirán las necesidades de ventilación, se consumirá menos energía por este motivo.

Las pérdidas de calor que se producen en tanques de escaldado descubiertos y desprovistos de aislamiento térmico, dependen entre otros factores, de las dimensiones del equipo, del material en que este construido y de la temperatura del agua de escaldado.

Reducción del consumo de agua: Se reduce el consumo de agua, ya que se evita perder agua por llenado excesivo y por evaporación.

Reducción de olores: Adicionalmente, una menor evaporación redundará en una emisión de olores menor.

### ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	Pueden existir limitaciones técnicas en el cubrimiento de tanques de escaldado existentes debido a disponibilidad de espacio en altura o por incompatibilidad con el sistema existente de transporte de cerdos dentro del tanque.
<b>Aspectos económicos</b>	Es necesario realizar un estudio económico previo para instalaciones existentes. Cuando se haya de sustituir el tanque de escaldado, hacerlo por uno aislado térmicamente. El período de retorno para el aislamiento de un tanque existente puede ser alto (mayor de 4 años). El periodo de retorno en el caso de instalar sondas de nivel de control de llenado es casi inmediato.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>2 Limpieza previa del animal antes del escaldado</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos de porcino	<b>Operaciones implicadas:</b> Escaldado
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía térmica, generación de residuos	

### Descripción

En muchos casos puede darse la situación de que los animales lleguen a la etapa de escaldado con bastante suciedad sobre su superficie, ya sea por sangre adherida sobre la piel en la operación precedente o por restos de heces, orina, camas, alimento, etc. que pueda traer consigo desde la granja o desde las cuadras previas al sacrificio.

En esta situación, el agua de escaldado se ensuciará muy pronto y en el caso de emplear tanques de inmersión será necesario cambiarla frecuentemente para no comprometer las condiciones higiénicas del producto. Si se emplean túneles de escaldado por aspersión, el agua podrá ser recirculada menos veces, resultando en un incremento del consumo de agua.

Indistintamente del sistema de escaldado utilizado, la suciedad superficial del animal supone un problema desde el punto de vista del consumo de agua.

Una alternativa para evitar un prematuro ensuciamiento del agua y así aprovechar su calor durante más tiempo, consiste en someter a los cerdos a una limpieza previa a su entrada en la etapa de escaldado. De esta manera, el agua del tanque de escaldado o de los túneles de escaldado por aspersión estará menos sucia y podrá reutilizarse más tiempo con los consiguientes ahorros de agua y energía.

Junto a los beneficios mencionados, con la aplicación de esta técnica se reducen las posibilidades de contaminación de animales. Además, constituye un requisito sanitario.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo energético: Como los animales llegan más limpios a la entrada de esta etapa, las aguas de escaldado (junto con el calor que contienen) podrán recircularse durante más tiempo.

La reducción del consumo energético obtenido con esta MTD dependerá en gran medida del grado de suciedad del animal a la entrada del escaldador, aspecto que no depende del matadero.

Reducción potencial de la generación de residuos, debido a que las posibilidades de contaminación de animales en la operación de escaldado también se reducen.

## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante
<b>Aspectos económicos</b>	La instalación de algún sistema de limpieza de animales antes del escaldado supone una cierta inversión, aunque las ventajas en la prevención de riesgos microbiológicos durante el escaldado y el ahorro de agua y energía en esta operación pueden compensar la inversión a corto plazo.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>3 Minimización del riesgo de vertido accidental de sangre mediante acondicionamiento de los tanques de almacenamiento</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de emergencias ambientales
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual	

### Descripción

Debido a la alta carga contaminante de la sangre y la grasa, es importante tomar medidas que eviten el derrame de estas sustancias durante su camino a los depósitos de almacenamiento o su vertido en caso de rotura de los mismos. En caso de llegada masiva de sangre de un modo imprevisto a un curso de agua, terreno o a una depuradora, las consecuencias sobre los seres vivos y el propio funcionamiento de los sistemas de depuración pueden llegar a ser graves por un aumento súbito de la DQO (La DQO de la sangre está alrededor de los 375.000 mg O<sub>2</sub>/l).

Por este motivo es necesario un control preventivo de los equipos encargados de la recogida y almacenamiento temporal de estas sustancias. Las medidas preventivas básicas puede resumirse del siguiente modo:

**\* CONTROL DEL NIVEL DE LLENADO EN TANQUES DE SANGRE Y GRASA**

Pueden instalarse detectores del nivel de llenado que detectan el nivel del líquido en el recipiente y envían una señal acústica y visual para avisar de que la capacidad está próxima al llenado. Si no se toma acción alguna, por parte de los operarios de modo manual, estos dispositivos pueden detener automáticamente el llenado, parando la bomba o bien desviando el fluido. Con el fin de reducir el factor de riesgo asociado a errores humanos, los sistemas automáticos de parada o desvío de sangre pueden ser más efectivos y seguros si se mantienen adecuadamente.

La implantación representa un coste bajo, requiriendo elementos como sondas de nivel, alarma del nivel de llenado y en los casos que se desee, control de la bomba o del by-pass mediante el nivel.

**\* INSTALACIÓN DE CUBETOS EN LOS TANQUES DE SANGRE Y GRASA**

Se trata de muros de contención situados alrededor del tanque, con capacidad para retener al menos el 110% del volumen de líquido contenido en el tanque, debidamente resistentes e impermeabilizados. Si existe una zona a la que poder desviar el líquido en caso de accidente, la capacidad del cubeto puede ser inferior, siendo la altura mínima del muro de 0,5 m para evitar el rebose del cubeto.

El cubeto deberá estar provisto de un sistema para la retirada del agua de lluvia, pues de no hacerlo, la capacidad del cubeto se verá disminuida, no pudiendo cumplir entonces con su función.

Si la altura del muro de contención supera los 0,6 m, éste deberá contar con los refuerzos necesarios para asegurar su resistencia.

Es conveniente proteger los cubetos de impactos de vehículos, por ejemplo mediante la instalación de bolardos o barreras.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción potencial de la carga contaminante del efluente: Se reduce el riesgo de vertido accidental por rebose o rotura de los depósitos que, al tratarse de sangre, puede causar un aumento muy importante de la carga contaminante de las aguas residuales (incluso el mal funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales) o, si el agua se vierte a dominio público hidráulico, podría causar una contaminación importante de los cursos de agua próximos. Si la sangre se vierte accidentalmente sobre el suelo también existe el riesgo de que ésta pueda alcanzar los acuíferos próximos que la propia instalación pueda estar utilizando.

La DQO de la sangre es de 375.000 mg O<sub>2</sub>/l, por tanto, por cada litro de sangre que se recoge y almacena se evita el vertido potencial de 375 g de DQO. Conociendo el volumen de sangre que se almacena en los depósitos se sabe la DQO potencial que se evita verter.

### ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	Los riesgos que puedan existir son los asociados a la manipulación de la sangre tanto en su recogida y almacenamiento en las instalaciones como en el momento de la cesión al gestor externo.
<b>Aspectos técnicos</b>	En instalaciones existentes y de mayor antigüedad, la disponibilidad de espacio o el propio diseño y construcción de los depósitos de sangre y grasas existentes, pueden hacer inviable desde el punto de vista técnico la instalación de sistemas de seguridad o prevención adicionales tal como se han descrito en este apartado.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>4 Eliminación de las tomas de agua innecesarias de la línea de sacrificio</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de recursos, limpieza de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, agua residual	

## Descripción

Las instalaciones de cierta antigüedad suelen disponer de un número de tomas de agua que, en algunos casos, puede considerarse excesivo e inoperantes. Este hecho tiene su origen en diseños obsoletos en épocas donde todavía no se tenía una conciencia ambiental y económica del uso del agua y la generación de aguas residuales, estaba amparada por bajos o nulos costes de consumo y depuración y requisitos legales escasos o demasiado permisivos.

Actualmente, a la hora de diseñar nuevos mataderos, salas de despiece o plantas de elaboración, se deben tener en cuenta criterios ambientales que en el caso del agua, inevitablemente están ligados a aspectos económicos y legales. Por tanto, la instalación de un número de tomas de agua mayor de las necesarias, incluso previendo futuras ampliaciones de líneas, quedaría fuera de las actuales tendencias de diseño de instalaciones y del uso del agua.

En este sentido, la técnica consiste en eliminar las tomas de agua innecesarias de la línea de sacrificio con objeto evitar el uso abusivo de agua en las etapas de limpieza y lavados intermedios de producto, al mismo tiempo que se fomenta la limpieza en seco de los residuos.

Por tanto, es una medida que podría definirse como “disuasoria”, con la que se pretende evitar la tentación de los operarios, que realizan las tareas de limpieza y lavados, de utilizar más agua de la necesaria por el hecho de que existan al alcance de la mano más puntos de toma de agua de los necesarios en la práctica real.

## Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua: El ahorro de agua que se puede conseguir con esta MTD dependerá del diseño inicial de la instalación (nº de tomas existentes) y el grado de reducción en el número de tomas conseguido.

Reducción del volumen y carga contaminante de las aguas residuales: Evitando la contaminación del agua se elimina la necesidad de depurarlas a continuación. Los contaminantes se disuelven o se descomponen en el agua haciendo más difícil su eliminación, tanto por mecanismos físicos, químicos o biológicos. Esto es particularmente significativo en el caso de sangre y contenidos estomacales e intestinales en el área de tripería o casquería.

## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones



<b>5 Minimización del agua utilizada para el transporte de intestinos</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Evisceración
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, aguas residuales	

### Descripción

En la mayoría de los mataderos modernos, el transporte de los intestinos y otros órganos desde la zona de evisceración hasta la zona donde se procesan o almacenan se realiza mediante un sistema manual de carros o automático por bandejas o ganchos suspendidos.

No obstante, en los casos de instalaciones existentes en que se utiliza agua para ayudar al movimiento de los intestinos de una zona a otra, es necesario ajustar de un modo preciso la cantidad de agua utilizada ya que esta es una operación que puede llegar a aportar una carga contaminante importante al vertido del matadero por arrastre y disolución de los fluidos y materiales sólidos contenidos en los mismos. Si además, se emplea más agua de la necesaria, el volumen de agua residual llega a ser considerable.

En los casos en los que se utiliza agua para apoyar el transporte de intestinos en instalaciones existentes (canales inclinados, cintas transportadoras y elevadoras), se deberá calcular el volumen mínimo de agua necesario para realizar dicho transporte y posteriormente ajustar oportunamente el caudal.

En estas instalaciones, siempre que se vayan a realizar modificaciones, ampliaciones o cambios técnicos o tecnológicos en la línea de proceso, se debe prever el cambio de sistema de transferencia de intestinos de una zona a otra, de manera que se substituyan los actuales con aporte de agua intermitentemente o continuo, por los sistemas de transferencia en seco.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua: El grado de reducción del consumo de agua que se puede obtener con la aplicación de esta MTD dependerá del diseño del sistema de transporte (distancias, sección, pendientes) y de la cantidad de agua inicialmente consumida.

Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales, como consecuencia de la disminución del aporte de contenidos intestinales.

## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	El transporte de órganos comestibles o no con la ayuda del agua puede suponer una fuente de contaminación microbiológica ya que el agua puede actuar como medio de transmisión de gérmenes.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones

<b>6 Instalación de sistemas para minimizar las fugas de frío en las cámaras</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Cámaras de refrigeración
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía eléctrica	

### Descripción

En todos los mataderos y centros productivos de elaborados cárnicos es imprescindible mantener la cadena de frío en todo el proceso para mantener el producto en las condiciones de calidad y seguridad alimentaria idóneas. Las posibles alteraciones que se puedan producir en la cadena de frío afectan no solamente a la calidad y/o seguridad del producto, sino al consumo de energía eléctrica.

Las cámaras de refrigeración y congelación son puntos de elevada demanda energética, por tanto hay que evitar al máximo las pérdidas de frigorías en estas instalaciones, más aún cuando las pérdidas se producen por descuidos fácilmente evitables como es el cierre de los accesos tras su apertura.

Existen varias opciones para minimizar las pérdidas de frío en las cámaras, algunas más automatizadas que otras:

- Sistema de cerrado controlado por célula fotoeléctrica, de modo que una vez abierta la puerta y pasados unos segundos, si la célula no detecta presencia, la puerta se cierra.
- Sistema de cerrado temporizado, que deja pasar un período de tiempo determinado una vez abierta la puerta y se cierra pasado ese tiempo.
- Sistemas de aviso que se ponen en marcha cuando pasa el tiempo máximo permitido de apertura de la puerta (sirenas, etc.).
- Cortinas de aire.
- Lamas de plástico.

La solución que mejor se adapte a cada instalación deberá ser evaluada en cada caso particular.

### Descripción de la mejora ambiental

**Reducción del consumo de energía eléctrica:** Si se dejan las puertas abiertas más tiempo del necesario aumenta la temperatura del interior de la cámara, siendo necesario emplear más electricidad para enfriar la cámara. Si se minimiza el tiempo que las puertas están abiertas, el consumo energético se reduce.

En este caso el ahorro energético dependerá de factores como la frecuencia de uso de las cámaras, el nivel de tráfico entre interior y exterior de las cámaras, el sistema de cierre seleccionado o el gradiente de temperatura cámara-exterior.

## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Al existir varias opciones para evitar que se pierda energía por los accesos a las cámaras, cada instalación debe optar por la solución que mejor se adapte a su situación actual de modo que no se planteen problemas técnicos.
<b>Aspectos económicos</b>	Dependiendo de la alternativa seleccionada, puede requerirse una cierta inversión, que no obstante puede recuperarse a corto plazo a través del ahorro en la factura eléctrica.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>7 Utilización de túneles de aire frío para la refrigeración de canales</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos de porcino	<b>Operaciones implicadas:</b> Refrigeración/congelación
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Energía eléctrica	

### Descripción

Debido a la alta demanda energética de los equipos de frío, una correcta medida ambiental es la utilización de aquellos equipos o sistemas que tiendan a reducir el consumo eléctrico sin generar variaciones indeseadas sobre el producto que están enfriando.

En este sentido, una alternativa tecnológica para la reducción del consumo de energía en las operaciones de enfriamiento de canales, es el uso de túneles de enfriamiento por aire para ganado porcino. Esta técnica supone una mejora respecto a las cámaras de enfriamiento, donde los tiempos de enfriamiento suelen ser bastante largos y por tanto, la eficiencia energética es bastante menor que con el empleo de túneles.

Los túneles de aire frío permiten reducir rápidamente la temperatura de las canales mediante la circulación de aire a baja temperatura entre las canales. Las canales atraviesan el túnel sobre una cinta transportadora o suspendidos en un sistema de raíles que recorre el túnel en su parte superior, encontrando una corriente de aire muy frío y húmedo, a elevada velocidad (5-15 m/s).

Los túneles de enfriamiento pueden funcionar por cargas o en continuo. En los túneles continuos, las canales circulan colgadas por el interior del túnel, habiendo establecido una velocidad de avance del sistema de transporte de modo que las piezas alcancen la temperatura deseada durante el tiempo de permanencia en el túnel previamente establecido.

### Descripción de la mejora ambiental

Menor consumo de energía.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Esta técnica es aplicable solamente en mataderos de porcino. No se puede utilizar cuando el destino de las canales es la producción de productos curados que deben ser cortados de forma especial antes de la refrigeración.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>8 Recuperación de agua de refrigeración</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Producción de frío
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, aguas residuales	

### Descripción

En un matadero polivalente, el consumo de agua para los circuitos de refrigeración y calderas puede suponer entre un 6-10% del total de agua consumida.

El agua de estos circuitos sólo sufre modificaciones en su temperatura y en su salinidad (debido a la concentración por evaporación), por lo que su recirculación en condiciones adecuadas puede conducir a ahorros importantes de agua. La adición de productos auxiliares como algicidas, desincrustantes o desinfectantes permite prolongar su uso dentro del sistema. En algunos casos puede ser interesante la instalación de sistemas de descalcificación o desionización que aseguren un mejor funcionamiento del sistema.

Por tanto, es importante que los sistemas que implican el uso abundante de aguas de refrigeración trabajen en circuito cerrado para aprovechar al máximo la capacidad de refrigeración del agua y prevenir su vertido frecuente. Se debe prever la recirculación de las aguas en los circuitos de refrigeración, teniendo en cuenta las adiciones de agua para compensar las pérdidas por evaporación y purgas del sistema, los aditivos a añadir al agua y sistemas de descalcificación/desalinización del agua. El circuito de refrigeración suele contar con un sistema evaporador para disipar el calor al medio.

La recuperación y reutilización de agua empleada en una operación puede presentar unas buenas características para ser reutilizada en la misma operación si se realizan las tareas de acondicionamiento oportunas. Sin embargo, la reutilización en otras operaciones puede estar restringida por tener unas características físicas, químicas o biológicas que no se adaptan a otros usos dentro de la instalación. Por tanto, siempre se debe tener en cuenta los criterios de calidad del agua para los usos a los que se destine.

### Descripción de la mejora ambiental

Menor consumo de agua: Un sistema de recirculación de agua de enfriamiento puede hacer que se reduzca el consumo en un 80% para este uso.

Menor generación de aguas residuales.

Por el contrario se puede requerir el aporte a las aguas de productos auxiliares como algicidas, desinfectantes o antiincrustantes.

## ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La recirculación o reutilización del agua de refrigeración o de calderas debe tener una calidad suficiente para no interferir en las condiciones operativas de los sistema de generación de frío y/o calor.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Aquellas instalaciones existentes que no dispongan de sistemas de recuperación y recirculación de agua pueden tener restricciones técnicas para implantarlos.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>9 Recuperación de calor de la planta de frío</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Planta de frío
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía térmica	

### Descripción

Los sistemas de generación de frío están compuestos por una serie de dispositivos en los que se produce un intercambio continuo de calor entre distintos medios. El fin es extraer el calor contenido en los productos cárnicos intermedios o elaborados y canales para mantenerlos a una temperatura que garantice su conservabilidad en unas condiciones sanitarias y de calidad apropiadas hasta su llegada al consumidor final.

Si la instalación de frío dispone de los elementos adecuados de intercambio y recuperación, se puede recuperar y reutilizar ese calor, que de otro modo acaba siendo disipado a la atmósfera o eliminado junto con el vertido de agua de refrigeración.

Por tanto, es posible recuperar el calor de instalaciones de refrigeración centralizadas de gran tamaño. Los puntos de los que se puede recuperar calor son, por ejemplo, el refrigerante comprimido, el agua de enfriamiento de los circuitos de condensación del refrigerante, etc.

Esta técnica es particularmente aplicable a instalaciones que tengan elevadas demandas de calor y cuyos puntos de consumo de calor estén próximos a los centros de generación de frío, donde se produce la recuperación de energía térmica.

En instalaciones existentes que no dispongan de sistemas de recuperación de calor, pueden existir limitaciones a la aplicación de la técnica por motivos técnicos y/o económicos.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo energético: el calor recuperado puede utilizarse, por ejemplo, para precalentar agua. El ventilador del condensador funciona menos tiempo, por lo que la generación de ruido es menor.

El nivel de mejora va a depender de diversos factores como las posibilidades reales de recuperación de calor, la tecnología empleada para la recuperación, las necesidades de energía de menor calidad, el tamaño de la planta o los medios técnicos y económicos disponibles.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante
<b>Aspectos económicos</b>	Esta técnica puede aplicarse siempre que un estudio económico previo demuestre su viabilidad
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones



## **10 Planificación adecuada de la producción de elaborados picados o emulsión para minimizar las limpiezas de los equipos**

<b>Proceso:</b> Elaborados en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Picado
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Residuos orgánicos, agua residual, consumo de agua	

### Descripción

En una planta de elaborados cárnicos se pueden procesar diariamente una amplia gama y variedad de productos que, aunque tienen como base común la misma materia prima, pueden diferir enormemente en los ingredientes que lo componen, su tipología final y en la cantidad que de cada tipo de producto se elabora diariamente, pudiéndose producir problemas derivados de que:

- a medida que avanza la jornada aumenta el peligro de contaminación microbiológica;
- en la elaboración de productos cárnicos picados se utilizan materiales cárnicos, especias y condimentos que pueden diferir mucho de unos productos a otros.

En consecuencia, cuando en una instalación se procede al cambio de producto procesado, existe el peligro de que se produzcan mezclas indeseables en los productos elaborados.

Las cantidades que se elaboran diariamente de cada tipo de producto suele implicar que sea económicamente inviable disponer de líneas específicas para cada producto, pues estarían paradas buena parte del tiempo. Por tanto, se deben utilizar los mismos equipos para elaborar multitud de productos distintos.

Con el fin de evitar los problemas antes mencionados, es recomendable proceder a realizar limpiezas intermedias de los equipos. También, y siempre que sea posible, se debe realizar una buena planificación de la producción de los productos elaborados picados de forma que se reduzcan el número de limpiezas necesarias.

Una correcta planificación del orden en el que se van a procesar los distintos productos a lo largo de la jornada de trabajo, permite reducir el número de limpiezas de los equipos involucrados (cutter, extrusionadoras, utensilios, etc.) y volumen de residuos producidos por contaminaciones de la materia prima. Por ejemplo, se puede comenzar por los productos picados frescos como las longanizas, para acabar la jornada elaborando aquellos productos que tienen un menor riesgo de contaminación microbiológica por recibir un tratamiento térmico final.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la generación de aguas residuales de limpieza.

Reducción del consumo de agua y de productos de limpieza: El grado de mejora

expresado como reducción del consumo de agua, será proporcional al número de limpiezas del que se prescinde y la cantidad de agua empleada en cada una de ellas.

Reducción de la cantidad de residuos orgánicos (por ejemplo, producto afectado por contaminación microbiológica).

## ! **Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La mejora en la planificación de la producción con criterios ambientales debe influir a la vez en la mejora, o al menos el mantenimiento de la características cualitativas e higiénicas del producto y proceso. En ningún caso estas características deben verse afectadas negativamente.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En ciertos casos, por motivos inherentes a la producción se puede dar el caso que la planificación establecida no puede modificarse por razones puramente ambientales, ya que una pequeña mejora ambiental podría influir en aspectos importantes de la producción.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>11 Evitar la incorporación de sólidos (orgánicos) a las aguas residuales</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpiezas y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, residuos orgánicos, consumo de agua	

## Descripción

El fin de esta medida es evitar que los componentes de estos subproductos se transfieran a las aguas residuales con el consiguiente aumento de la carga contaminante difícilmente eliminable, o bien, que los subproductos se recojan en condiciones que no favorezcan su correcta gestión exterior.

Evitar que los subproductos orgánicos lleguen al suelo es el primer paso para asegurar una gestión adecuada de este material. No obstante, es inevitable que parte de los sólidos orgánicos de menor tamaño caigan al suelo y se vean arrastrados junto con las aguas de limpieza hacia los desagües.

En muchos mataderos e instalaciones similares, es una práctica común que los operarios de limpieza retiren las rejillas de los desagües y mangueen los restos sólidos tales como recortes de carne directamente al desagüe, pensando que algún dispositivo posterior retendrá los sólidos. Sin embargo, cuando los sólidos entran en el sistema de desagüe, son sometidos a turbulencias, bombeos, filtraciones, etc. que disminuyen su tamaño y liberan DQO a la solución, además de sólidos en suspensión coloidales y grasas. El tratamiento del agua vertida se encarece por este motivo. Una solución fácil y económica a esta problemática es la instalación de tapas y trampas apropiadas al tamaño y cantidad de sólidos orgánicos que pueden llegar a alcanzar las bocas de desagüe.

En consonancia con la filosofía de la Ley IPPC, en la que se establece como principio general el evitar, o al menos reducir y controlar la contaminación, la mejor opción relacionada con las operaciones de limpieza, es evitar el contacto de los restos sólidos con el agua, y cuando esto no sea posible, al menos reducir ese tiempo de contacto impidiendo que los restos orgánicos alcancen la red de drenaje junto con el agua que los ha arrastrado hasta las bocas de los desagües.

En este sentido se describen a continuación las técnicas básicas que evitan la incorporación de sólidos orgánicos a las aguas residuales y favorecen su recogida continua y de forma segregada:

### \* UBICACIÓN DE BANDEJAS U OTROS DISPOSITIVOS DE RECOGIDA DE RESIDUOS

Se deben colocar canales y bandejas para asegurar la adecuada recogida de los goteos y los sólidos generados a lo largo de la línea de faenado. Estos sistemas pueden ser colocados, por ejemplo, entre la zona de desangrado y el escaldador en mataderos de porcino, o en la zona donde se produce el corte de cabeza y desollado en mataderos de vacuno.

Las bandejas y/o canales pueden estar conectados entre si por drenes, bombas o dispositivos de succión por vacío para su trasiego hasta los depósitos correspondientes. En todo caso la posición y diseño de las bandejas o canales deberá asegurar la recogida segregada de los subproductos evitando los riesgos de mezcla con aguas de limpieza.

La cantidad de subproductos generados es particularmente importante en las operaciones de desangrado, eliminación de vísceras y extremidades y despiece. Por tanto en las zonas donde se realizan estas operaciones es tanto más importante la ubicación de los elementos que favorezcan la recogida continua en seco y segregada de los subproductos.

No obstante, hay que tener en cuenta en el momento de diseñar e instalar los sistemas de recogida, las características de cada operación unitaria, el grado de segregación que se requiere, y el uso final previsto para los subproductos o su ruta de eliminación.

**\* RECOGIDA EN SECO DE LOS RESIDUOS PRESENTES EN EL SUELO Y OTRAS SUPERFICIES ANTES DE LA LIMPIEZA CON AGUA**

En la línea de sacrificio, es habitual que caigan al suelo restos orgánicos. Puede evitarse la incorporación de estos materiales a las aguas residuales si se limpia en seco antes de la limpieza con agua. Los equipos que pueden utilizarse para esta operación son palas, escobillas de goma, o bombas de vacío.

La retirada en seco mediante rascado y/o barrido de los sólidos, que quedan sobre la superficie de los suelos, plataformas, mesas o equipos, es la mejor forma de reducir el consumo de agua y de agua residual de las limpiezas en húmedo.

En efecto, una vez que se hallan retirado los sólidos de las superficies a limpiar, la cantidad de agua, detergentes y desinfectantes necesaria será menor y por lo tanto el volumen y carga contaminante de las aguas residuales generadas también se verá reducido.

La retirada en seco de los residuos sólidos previa a la limpieza en húmedo también permite reducir el tiempo total necesario para realizar esta operación.

Algunos equipos, como los de succión a vacío, facilitan la retirada en seco de sólidos y han mostrado su eficacia, especialmente en las salas de despiece.

**\* EVITAR LA ENTRADA DE RESTOS ORGÁNICOS AL SISTEMA DE DESAGÜE**

La entrada de restos orgánicos y otros materiales sólidos a las aguas residuales, puede evitarse mediante la instalación de rejillas u otro tipo de trampas de tamaño de orificio adecuado.

Para reducir la carga contaminante, es conveniente mantener los sólidos fuera del sistema de desagüe. Los operarios de limpieza deben vaciar las trampas o rejillas en un contenedor dispuesto a tal efecto y volver a colocarlas antes de realizar la limpieza con agua. Una ventaja adicional es que de este modo los residuos sólidos se recogen sin agua añadida, disminuyendo así los costes de gestión de los mismos.

El coste de esta MTD es insignificante y se reduce, en algunos casos, a la instalación de las rejillas o trampas en las bocas de desagüe.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua y generación de aguas residuales: Hasta un 25% del volumen consumido en las limpiezas. La recogida en seco de los goteos de sangre y de los subproductos que se van generando a lo largo de la línea de faenado evita que los mismos se incorporen a las agua de limpieza. La primera consecuencia es el ahorro en agua de limpieza y el menor arrastre de sustancias contaminantes en esta agua (reducción de DQO, DBO, grasas y sólidos en suspensión). Así mismo, al emplearse un menor volumen de agua de limpieza, también se produce un ahorro de energía empleada en calentar el agua.

El ahorro en consumo de agua y producción de DQO mediante la adopción de estas técnicas depende, entre otros factores, de los métodos de faenado y de la meticulosidad de los operarios, de la cantidad y tipo de restos orgánicos que puedan caer al suelo o que queden sobre las superficies de los equipos y puestos de trabajo.

Reducción del consumo de detergentes: Hasta un 65% de la cantidad de detergentes.

Reducción en el número de horas dedicado a la limpieza: Hasta un 20%.

Mejora la gestión de los residuos orgánicos: Los restos cárnicos recogidos en seco y segregados adecuadamente pueden tener mayor valor como subproductos. De forma secundaria, los lodos generados en la depuradora y los materiales recogidos en el sistema de desbaste se reducen dado que se recogen anteriormente, estando además más secos.

Según un ejemplo del BREF, se incrementó la recogida de residuos de un matadero de cerdos mediante recogida húmeda a vacío, desde 0,2 a 0,8 kg/animal (desde 2,6 a 10,4 kg/t canal cerdo). Al mismo tiempo, disminuyó la contaminación del agua en el orden de 40-50g DBO/animal (520-650 g/t canal porcina).

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Debe contemplarse la limpieza frecuente de estas rejillas para evitar problemas higiénicos.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	La implementación de la técnica puede implicar desde la instalación de simples bandejas de recogida en lugares estratégicos hasta un sistema más complicado de canales de recogida, bombas, tuberías y depósitos o contenedores. Todo ello dependiendo de las variables comentadas al final de la descripción de la técnica. El coste de implantación de la MTD puede ser muy variable.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>12 Evitar el uso de refrigerantes clorados</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Producción de frío
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Emisiones atmosféricas	

### Descripción

El Reglamento (CE) 2037/2000, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, permite el uso de refrigerantes HCFCs (hidroclorofluorocarbonos) puros hasta el 31 de diciembre de 2009 y hasta el 31 de diciembre de 2015 en el caso de “HCFCs recuperados”. Con anterioridad, se había prohibido la producción y uso de halones y CFCs (clorofluorocarbonos) según el Reglamento (CE) 3093/94.

Existe una nueva generación de fluidos frigorígenos más respetuosos con el medio ambiente, que los citados en el párrafo anterior, como son los HFCs (hidrofluorocarbonos), que al no contener cloro en su formulación no tienen valor potencial de destrucción de la capa de ozono (ODP=0). Si bien, estos fluidos tienen cierta incidencia sobre el aumento del efecto invernadero, medido como potencial de calentamiento global (GWP). Son fluidos de alta seguridad, presentando bajos niveles de toxicidad e inflamabilidad.

El amoníaco (NH<sub>3</sub>), es un frigorígeno de uso muy extendido en las grandes instalaciones, no tiene potencial de destrucción de la capa de ozono (ODP=0) ni potencial de calentamiento global (GWP=0). No obstante, puede presentar inconvenientes de seguridad debido a su alta toxicidad y moderada inflamabilidad. Es incompatible con el cobre y sus aleaciones.

Además de los inconvenientes ambientales, desde el punto de vista económico no tiene mucho sentido que una instalación nueva realice una inversión en un sistema de refrigeración con refrigerante HCFC a la vista del corto periodo de tiempo que resta hasta su prohibición total.

Por tanto, el uso a nivel industrial de los fluidos frigorígenos primarios está centrado actualmente en los HFCs y el amoníaco. Considerando únicamente criterios ambientales, los HFCs tienen la desventaja de su influencia sobre el efecto invernadero, mientras que el amoníaco es inocuo en este sentido.

Cuando se utilizan sistemas de refrigeración basados en el amoníaco, al igual que para los sistemas basados en cualquier fluido frigorígeno, se debe disponer de los elementos necesarios que garanticen un alto nivel de control y detección de fugas para preservar la seguridad del personal. La principal diferencia, en cuanto a las exigencias de seguridad para el amoníaco respecto a otros fluidos, es que en el caso del primero se exige un sistema de absorción por agua para las eventuales fugas de gas cuando la máquina generadora de frío está alojada en una sala.

## Descripción de la mejora ambiental

Reducción potencial de la emisión a la atmósfera de refrigerantes clorados que dañan la capa de ozono.

## Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	Hay que tener en cuenta la toxicidad, inflamabilidad y explosividad del refrigerante seleccionado en caso de escapes o fugas.
<b>Aspectos técnicos</b>	Las características del refrigerante deben adaptarse a las necesidades de la instalación.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante en instalaciones nuevas.
<b>Aplicable en</b>	Nueva Instalaciones.

<b>13 Adecuada gestión del consumo de agua</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de recursos
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, agua residual	

### Descripción

El consumo de agua suele ser uno de los aspectos ambientales más significativos en las industrias del sector agroalimentario, a cual el subsector de industrias cárnicas no es ajeno. Además, puesto que el agua consumida en las múltiples y variadas operaciones de proceso no suele formar parte del producto final, acaba abandonando la instalación como agua residual.

Se deduce que el consumo de agua no es un aspecto que se puede considerar aislado y tratado de un modo independiente, sino que casi siempre está relacionado con la generación de aguas residuales.

Ambos aspectos son pues, aspectos ambientales de suma importancia en las empresas del sector cárnico, teniendo mayor incidencia en las instalaciones que realizan actividades de matadero.

A lo largo de este capítulo 4, se presentan multitud de MTDs orientadas a la mejora de los aspectos “consumo de agua” y “aguas residuales”, si bien, están en todos los casos asociadas a operaciones concretas de procesado (escaldado, evisceración, lavado, picado, etc.) o a servicios auxiliares (producción de frío, calor, limpieza de equipos, instalaciones y utensilios, etc.). Esta técnica, denominada “adecuada gestión del consumo de agua” abarcaría en su sentido más amplio, a las anteriores más todas aquellas buenas prácticas de aplicación general que guarden relación con el consumo de agua, y que en sí, constituyen un conjunto de técnicas que en mayor o menor medida mejoran la gestión de este recurso cada vez más escaso y más caro, tanto en su adquisición como en su depuración tras convertirse en agua residual.

Se citan a continuación una serie de prácticas a modo de ejemplo que pueden estar incluidas bajo este epígrafe genérico. Sin embargo las medidas y prácticas concretas que realice una empresa para gestionar adecuadamente su consumo de agua pueden ser muchas y de distinta índole, dependiendo del estado de su situación de partida y de los objetivos que se planteen para lograr optimizar el consumo de este recurso:

- Ajustar el caudal de agua a las necesidades de consumo de cada operación.
- Establecimiento de las condiciones óptimas de operación, reflejándolas por escrito y difundíéndolas entre los trabajadores.
- Instalar dispositivos que permitan la regulación del caudal.
- Instalación de sistemas de cierre sectorizado de la red de agua, que permita cortar el suministro de una zona en caso de producirse una fuga.
- Utilizar la calidad de agua adecuada en cada operación, permite la reutilización de agua en etapas menos críticas y un ahorro en los tratamientos previos del agua para proceso.
- Realizar inspecciones periódicas de la instalación y/o del consumo para detectar fugas, roturas o pérdidas lo antes posibles.



- Utilización de circuitos cerrados de refrigeración.
- Sistemas automáticos de cierre en los puntos de agua (mangueras, grifos, servicios, etc.).
- Manejo y control a lo largo del tiempo de indicadores ambientales, que relacionan los consumos de agua y los vertidos de aguas residuales con la producción. Estos indicadores muestran la situación en el punto de partida y la evolución temporal, reflejando el efecto de las medidas adoptadas en términos económicos y ambientales, y permitiendo identificar áreas o aspectos donde es posible realizar mejoras. Además, permiten detectar consumos innecesarios, accidentes, fugas o fallos en los procesos. El objetivo del establecimiento y control de indicadores ambientales o indicadores de ecoeficiencia es lograr ahorros económicos a través de la mejora ambiental de la empresa.
- Reutilización del agua de proceso o de servicios auxiliares en la misma operación o en otras (previo tratamiento o no), siempre y cuando su calidad física, química y microbiológica no perjudique la calidad y seguridad del producto, personal y funcionamiento de equipos.
- Como ejemplo de la práctica anterior, cuando se realiza el desescarche de los evaporadores de las cámaras de frío mediante pulverización de agua, se puede recoger y reutilizar el agua de desescarche y el hielo fundido, en esta misma u otras operaciones compatibles con la calidad de este agua.

Las buenas prácticas de gestión del consumo de agua suelen ser medidas que no implican cambios tecnológicos o cambios de procesos. Están relacionadas con cambios o mejoras operativas que no requieren inversiones de capital ni costes excesivos.

### Descripción de la mejora ambiental

**Reducción del consumo de agua y del volumen de vertido del efluente final:** Se trata de una MTD genérica, de aplicación en todos los ámbitos de la industria, cuyos resultados cuantitativos representativos de la mejora van a depender, entre otros factores, del alcance y la ambición de los objetivos de reducción establecidos.

Indirectamente, se produce un mayor control general sobre las operaciones y procesos donde se utiliza este recurso.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Las medidas de gestión que cada empresa considere oportunas en su instalación para optimizar el consumo de agua no deben influir en modo alguno sobre los parámetros establecidos de calidad y seguridad alimentaria de los productos. Por ejemplo, el ajuste del caudal suministrado a determinada operación deberá ser suficiente para no comprometer las especificaciones finales del producto.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>14 Control y registro de los consumos de agua y agentes de limpieza consumidos en las limpiezas</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, consumo de agua, consumo de recursos	

### Descripción

La necesidad de altos niveles de higiene es un requisito imprescindible en la industria alimentaria y particularmente en mataderos, donde se trabaja con animales vivos que pueden contagiar enfermedades o transmitir microbios patógenos a las cadenas de consumo directo o fabricación. Por este motivo, las tareas de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios es donde mayor consumo de agua y generación de aguas residuales se produce en las industrias cárnicas. Aunque en ocasiones, el empleo de recursos que generan contaminación al medio es excesivo en estas labores, cuando en realidad, con volúmenes inferiores de agua, detergentes, desinfectantes, etc. se pueden conseguir los niveles higiénicos deseados.

El excesivo consumo de recursos en las operaciones de limpieza y desinfección sin justificar mejoras apreciables en los resultados de la operación suele estar propiciado por la falta de control sobre los parámetros que gobiernan la operación, como dosis y concentración de los agentes químicos en las soluciones de limpieza, volumen de agua, temperaturas, tiempos de aplicación, etc.

Está reconocido por veterinarios, operadores y clientes que el exceso de uso de agua puede conducir a contaminaciones cruzadas. Controles higiénicos inadecuados causan problemas higiénicos, que pueden resultar en rechazos de producto o en un menor tiempo de la vida útil de los mismos. Las mejoras en técnicas de limpieza en seco pueden conseguirse utilizando restricciones de caudal en el suministro de agua y regulando la presión del agua desde limpieza a alta presión a media y baja presión para limpiezas durante la noche y el día respectivamente.

La frecuencia de la limpieza en húmedo puede evaluarse con el objeto de reducir el número de limpiezas húmedas completas a una por día en vez de una en cada parada o limpiezas constantes.

El registro diario del consumo de agua y detergentes empleados, y la eficiencia de la limpieza resultante, permite detectar desviaciones respecto de los valores habituales óptimos y establecer medidas para reducir el consumo de agua y detergentes sin poner en peligro las condiciones higiénicas.

La medición y el control de las temperaturas de limpieza ayudará a determinar cuál es la temperatura óptima para realizar una adecuada limpieza sin el uso excesivo de agentes de limpieza.

Pueden llevarse a cabo pruebas como por ejemplo:

- utilizar menor cantidad de detergentes (o incluso nada si no es preciso);
- utilizar agua a distintas temperaturas;
- aplicar tratamientos mecánicos (agua a presión, esponjas, cepillos, etc.).

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción potencial del consumo de agua y agentes químicos de limpieza y desinfección, con la consiguiente reducción de la toxicidad del agua residual. Así mismo, si a raíz del control realizado se detecta excesiva temperatura del agua de limpieza, se puede reducir con el ahorro energético que ello implica.

La reducción potencial de recursos depende de los requisitos higiénicos en cada zona de la instalación y de los equipos y utensilios a limpiar y desinfectar.

El nivel de la mejora ambiental conseguida dependerá de la frecuencia de las limpiezas, diseño de la instalación, medios y métodos, agentes químicos, etc.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	En la optimización del consumo de recursos de limpieza y desinfección se debe prever que en ningún caso se interfiera con los niveles adecuados de higiene en productos, personal e instalaciones en general.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Deben elegirse detergentes de eficacia comprobada.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>15 Instalación de electroválvulas comandadas por detectores de presencia en las duchas de línea</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Eviscerado, lavado de las canales
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, agua residual	

### Descripción

En ocasiones las duchas situadas en línea de producción suelen estar permanentemente abiertas, independientemente de si la línea está funcionando o no. Si el número de paradas o duración de las mismas es elevado, las pérdidas de agua en las duchas llegan a ser considerables.

La instalación de mecanismos (manuales o automáticos) que permitan cortar el aporte de agua, cuando por motivos de fabricación hay paradas en la línea, consiguen reducir el consumo de agua en la operación evitando el despilfarro de la misma. Cuanto más automatizado sea el sistema de comandamiento del cierre de las duchas, mayor será el grado de optimización del consumo de agua.

La técnica propuesta trata de reducir el consumo de agua haciendo que las duchas de la línea sólo funcionen cuando haya alguna canal, pieza o animal para lavar.

En realidad son dos las técnicas que se proponen con el propósito de evitar un uso excesivo del agua en las duchas de la línea de procesado, la segunda de ellas complementando a la primera para hacerla más efectiva.

#### \* INSTALACIÓN DE DETECTORES DE PRESENCIA.

En las duchas para el lavado de animales, canales o piezas ubicadas en líneas continuas, se pueden instalar detectores de presencia que envíen la señal de apertura a las electroválvulas de forma que el agua se aplique sólo ante el paso de material a lavar.

Los sistemas que permiten optimizar al máximo el consumo de agua son generalmente de tipo automático, consistentes en electroválvulas “normalmente cerradas” comandadas por detectores de presencia, como pueden ser fotocélulas emplazadas en los lugares apropiados, ya que pueden llegar a cortar el agua incluso en el lapso de tiempo entre pieza y pieza.

Estos sistemas también son válidos en operaciones distintas del lavado de canales o piezas, como puede ser el escaldado.

#### \* UTILIZACIÓN DE CABEZALES DE DUCHA EFICIENTES para el lavado de las canales después de la evisceración.

Las líneas de procesado provistas de las antiguas “cabezas de ducha” de tipo similar a las de uso doméstico, consumen un volumen elevado de agua. Si se sustituyen las “cabezas de ducha” por otras como las boquillas pulverizadoras (placas con orificios, por ejemplo), que tienen un caudal inferior a las anteriores,

es posible ahorrar agua al mismo tiempo que se realiza un mejor lavado de los materiales mejorando el resultado de la operación, ya que estas boquillas están diseñadas de modo que consiguen una mejor distribución del agua sobre la superficie a lavar empleando para ello menos agua.

Se puede ahorrar también agua en las líneas nuevas reduciendo el número de duchas o boquillas pulverizadoras cuando se considere que con un número inferior se puede conseguir la misma efectividad de lavado.

La aplicación conjunta de ambas medidas hace posible una reducción importante en el consumo de agua y en la generación de aguas residuales. Los elementos básicos con los que se debe contar son al menos duchas de alta eficiencia, electroválvulas y detectores de presencia.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua y reducción de la generación de aguas residuales:  
El valor cuantitativo de mejora asociado a esta técnica, que puede medirse en términos de reducción del consumo de agua en m<sup>3</sup>/t de canal, podría conocerse en los casos que se realice un control y registro de consumos parciales de agua. Podría estimarse un valor de reducción del consumo de agua basado en los datos de consumo de agua que los fabricantes de equipamiento establecen en las especificaciones técnicas de los manuales de sus equipos, y teniendo en cuenta la velocidad de procesado.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La utilización de esta técnica presupone la necesidad de lavar todas las canales y no hace distinciones entre canales sucias y limpias.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Los sensores deben ser debidamente ajustados y mantenidos para asegurar su adecuado funcionamiento. Las boquillas pulverizadoras también puede requerir un mantenimiento más exigente para evitar obstrucciones aunque la presión mayor a la que se sale el agua ayuda a prevenir estos efectos.
<b>Aspectos económicos</b>	En instalaciones existentes con elementos de duchado antiguos, la sustitución de éstos por nuevos dispositivos de aplicación de agua más los sistemas de parada y marcha automática por detectores de presencia, puede requerir un estudio previo de viabilidad técnica y económica.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>16 Instalación de sistemas de lavado de manos y delantales con corte automático del agua</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de recursos
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, consumo de energía, agua residual	

### Descripción

Los operarios de planta que manipulan cualquier tipo de materia, que forma parte del producto o puede estar en contacto con este, deben lavarse las manos varias veces durante la jornada de trabajo, y cada vez que vuelven al trabajo después de un descanso. Está generalmente aceptado como buena práctica el uso de agua alrededor de 42°C. En algunos puestos de trabajo, el lavado frecuente del delantal también es necesario.

Estas operaciones rutinarias tan simples, con mucha frecuencia no se les presta la atención que merecen desde el punto de vista ambiental, ya que se puede incurrir en la opinión poco acertada de que no producen ningún impacto significativo. Sin embargo, es una actividad que se debe repetir con cierta frecuencia durante la jornada y por un gran número de operarios, de manera que si una vez tras otra se lleva a cabo mediante sistemas poco apropiados que emplean más agua de la necesaria, aunque puedan parecer unas pérdidas asumibles observadas de un modo aislado, al final del año se puede haber llegado a despilfarrar un volumen de agua muy importante.

Las mangueras y los lavaderos se puede reemplazar por cubículos provistos de cabezas de ducha accionadas individualmente por los operarios mediante pedales. Si el pedal no está presionado, el caudal de agua se detiene automáticamente. Una solución alternativa es que el caudal de agua esté controlado por unos detectores de presencia que activen el grifo cuando detecten la posición del operario.

Según el BREF y a modo de ejemplo, en un matadero era costumbre hacer este lavado utilizando varias mangueras y lavaderos, utilizando agua que se dejaba correr durante toda o buena parte de la jornada de trabajo, lo que resultaba en un gran consumo de agua y energía, y conducía a unas condiciones generales operativas deficientes. La aplicación de la técnica en la instalación del ejemplo, favoreció la reducción del consumo de agua en el orden de 2 l/min en cada punto de lavado (en total, 11.700 m<sup>3</sup>/año). El ahorro de consumo energético por calentamiento de agua hasta 42°C fue de 2.035 GJ.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua y del volumen de agua residual vertida.

Reducción del consumo energético.

El cálculo o estimación del valor de mejora asociado a esta técnica será posible si se cococen los consumos de agua y energía con sistemas de lavado convencionales y con los sistemas aquí descritos.

## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones

<b>17 Minimización del consumo de agua en las limpiezas</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, agua residual	

### Descripción

En la industria agroalimentaria las operaciones de limpieza son esenciales para conseguir un adecuado nivel higiénico que garantice la máxima calidad en los productos alimentarios. En estas operaciones de limpieza es donde se generan la mayor parte de las aguas residuales y donde se utilizan la mayor parte de materias auxiliares (sosa, ácidos, detergentes, desinfectantes, etc.), por lo que resulta prioritario establecer sistemas de minimización que permitan reducir el consumo de recursos y la generación de residuos en estas operaciones.

Aunque existen bastantes tecnologías adaptadas a la industria cárnica, las limpiezas comportan en la mayor parte de los casos un componente manual muy importante. De esta manera, la implantación de buenas prácticas de limpieza (procedimientos de limpieza, optimización de parámetros, formación de operarios) conduce a obtener importantes resultados en la minimización.

Las medidas prácticas que se pueden emprender para optimizar el consumo de recursos en esta operación son muy variadas y van a estar en función de diversos factores particulares para cada instalación. Seguidamente se describen técnicas de aplicación general a las industrias del sector cárnico.

#### \* ESTABLECIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA DE INSTALACIONES (optimización del sistema de higiene del proceso)

Se trata de establecer procedimientos de limpieza que ahorren agua al tiempo que proporcionan una limpieza efectiva. Junto a ésta y de modo complementario, es importante tomar una serie de medidas adicionales, como formar al personal encargado de las limpiezas y colocar los procedimientos en lugar visible y accesible por parte de los operarios de limpieza:

- establecimiento de procedimientos de limpieza en cada una de las zonas en base fundamentalmente a criterios higiénicos y ambientales. En estos procedimientos se deberían especificar la duración, los productos de limpieza y sus concentraciones, los utensilios a utilizar, las responsabilidades, etc.;
- al mismo tiempo, el personal encargado de las limpiezas deberá recibir formación para poder realizar las limpiezas tal como se establecen en estos procedimientos.

#### \* SISTEMAS DE CIERRE RÁPIDO EN MANGUERAS DE LIMPIEZA

La operación de limpieza de superficies se realiza mediante baldeo con agua, principalmente al finalizar la jornada o turno de trabajo. En muchas ocasiones, debido a la excesiva separación entre las tomas de aguas, los operarios encargados de la limpieza se ven obligados a hacer desplazamientos cada vez que cambian de



zona de limpieza. Durante estos periodos el agua continua saliendo por la manguera sin ser realmente utilizada, lo que supone un despilfarro innecesario. Una situación similar se produce cuando el operario tiene que acudir a alguna otra tarea adicional durante la realización de las limpiezas.

La instalación de dispositivos de cierre rápido en los extremos de las mangueras de limpieza, que sólo permiten la salida de agua cuando el operario está presionando el accionador de apertura, evita el uso de agua cuando no es estrictamente necesario.

#### \* TOMAS DE AGUA DISTRIBUIDAS

Esta medida consiste en la instalación de tomas de agua provistas de conexiones rápidas donde poder conectar las mangueras de forma que durante los desplazamientos de una zona a otra el agua no corra inútilmente.

#### \* LIMPIEZA A BAJA/MEDIA PRESIÓN

La aplicación de las agua de prelavado o enjuagado, así como las soluciones de limpieza bajo cierta presión, mejora los resultados de la limpieza al añadir el efecto físico que supone el impacto de fluidos a presión. Sin embargo, no se debe aplicar una presión demasiado elevada para evitar el problema de trasladar la suciedad o gérmenes “arrancados” de un sitio para depositarlos en las proximidades que se han limpiado previamente.

En resumen, se puede afirmar que las características de los sistemas de limpieza en húmedo que se utilizan en cada caso van a depender por un lado de las características del objeto o superficie a limpiar (material, forma, extensión, rugosidad, etc.) y por otra de la suciedad a eliminar (naturaleza, cantidad, estado, etc.).

Bajo la premisa de que el sistema tiene que ser lo suficientemente efectivo como para lograr una limpieza adecuada (criterios higiénicos), se deben tener en cuenta criterios ambientales como el consumo de agua, energía y productos de limpieza y desinfección, así como de la producción de residuos.

Atendiendo a estos criterios, la combinación de los factores implicados en la limpieza (tiempo de limpieza, presión de aplicación, naturaleza y temperatura de la solución de limpieza) a utilizar en cada caso (objeto y suciedad) debe permitir una limpieza adecuada, minimizando el impacto ambiental.

El único coste sería el tiempo del personal (formación, preparación de procedimientos). Se pueden obtener importantes ahorros derivados de la reducción del consumo de agua y de la menor cantidad de agua residual generada.

El coste de instalación de los sistemas de cierre automático de mangueras es bajo y la inversión se recupera muy pronto.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua: El uso de sistemas de cierre automático de

mangueras puede hacer reducir el consumo de agua hasta en un 15% del volumen consumido en las limpiezas.

Reducción del volumen y carga contaminante del agua residual.

Menor producción de residuos, derivado de la aplicación de buenas prácticas de limpieza frente a aquellas que no observan criterios ambientales.

Menor consumo de productos detergentes y desinfectantes.

## ! **Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La optimización o minimización del consumo de agua en las operaciones de limpieza no debe interferir en ningún caso en las características cualitativas o higiénicas de los productos.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Cuando el agua tiene una dureza elevada pueden producirse problemas de obturaciones en pistolas de cierre automático.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>18 Sistema centralizado de cierre de los puntos de agua</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de recursos
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, agua residual	

### Descripción

En las industrias cárnicas y particularmente aquellas que incluyen actividades de matadero, existen algunas zonas de trabajo que están claramente diferenciadas de otras por las distintas funciones que cada una tiene, de manera que mientras una o varias están trabajando, otra/s pueden estar paradas. Tal es el caso de las instalaciones donde existen zonas de recepción/estabulación, sacrificio, despiece, tripería/casquería, elaborados cárnicos, o una combinación de ellas.

En estos casos, los horarios de trabajo de cada zona están bien definidos y en muchos casos se suceden consecutivamente, casi sin llegar a solaparse. Cuando acaba la actividad en cada zona es posible que por descuido se dejen abiertos grifos, mangueras, difusores, duchas de canales, etc. con el consiguiente aumento del consumo de agua y agua residual, además de los riesgos de accidente o avería de equipos. Además, se suman las posibles fugas de agua que puedan existir y que hayan escapado a la atención del personal.

Para evitar estas pérdidas innecesarias de agua, es conveniente sectorizar las redes de suministro de agua para cada zona de trabajo. De este modo, las duchas de línea, grifos y cualquier dispositivo de suministro de agua están agrupados por zonas y pueden disponer de un sistema que permita cerrar de forma conjunta la salida de agua durante aquellos periodos de tiempo y zonas en las que no es necesaria debido a la ausencia actividad. Mientras se ha cerrado la red de agua de las zonas paradas, se mantienen abiertas las redes de suministro de agua en las zonas donde se está trabajando.

Con esta técnica se pueden ahorrar importantes volúmenes de agua debido a descuidos humanos, rotura de tuberías o goteos o escapes de agua difíciles de detectar.

El cierre de la red de suministro de agua en cada zona de trabajo puede realizarse manualmente o de modo automático mediante el empleo de temporizadores. Cada método tiene sus ventajas e inconvenientes, así que cada instalación debe elegir el que mejor se adapte a sus condiciones particulares.

La aplicación de esta técnica no es posible en aquellas instalaciones existentes donde solo exista una red de distribución de agua para todas las zonas de trabajo. Siendo tanto más impracticable cuanto más extensa y compleja es la red de distribución, pues habrían multitud de trabas técnicas y económicas para sectorizar el suministro.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua, al asegurar que no permanecerán puntos de agua

innecesariamente abiertos cuando acaba la actividad en cada zona de trabajo. Consecuentemente se reduce el volumen de agua residual generado.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	No es técnicamente viable en instalaciones existentes
<b>Aspectos económicos</b>	No es económicamente viable en instalaciones existentes
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas

<b>19 Utilización de sistemas avanzados de limpieza de superficies</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, consumo de agua	

### Descripción

Generalmente se suele realizar una limpieza y desinfección completa y escrupulosa al final de la jornada de trabajo y de forma parcial a lo largo de la misma. El programa de limpieza esta dividido generalmente en las siguientes operaciones unitarias: prelavado, limpieza, desinfección y enjuague final.

Estas limpiezas de equipos e instalaciones son las responsables de gran parte del impacto ambiental de la empresa. Por un lado representan la mayor parte del consumo de agua, de la energía, y de los productos de limpieza y desinfección. Por otra parte, generan la mayor parte del agua residual de la empresa .

Es por tanto necesario identificar los sistemas de limpieza que aseguren una adecuada higiene de las instalaciones pero que tengan el menor impacto ambiental posible (consumo de recursos y energía, y producción de aguas residuales); sistemas que podemos denominar avanzados.

Existen sistemas avanzados para la limpieza de superficies interiores que generan menos agua residual y reducen el consumo de agua y de productos detergentes y desinfectantes:

- Limpieza con espuma y enjuagado posterior con chorro de agua a baja presión. Una opción más automatizada para la limpieza con espuma son los sistemas satélites para el lavado con espumas: estos sistemas disponen de una unidad central compuesta por depósitos, dosificadores y bombas que suministran agua caliente, detergente y desinfectante a unos satélites colocados en las distintas salas de la instalación, desde las que se procede a la limpieza.
- Sistemas autopropulsados de limpieza de suelos que pueden disponer de cepillos, boquillas de aspersión, tanque de solución alcalina, estropajo de goma y aspirador de agua.

Estos sistemas son apropiados para la limpieza de las zonas de sacrificio, evisceración, despiece y fabricación de elaborados, pero no para zonas sucias como el muelle de recepción y la zona de estabulación y espera.

\* El método de LIMPIEZA CON ESPUMA consiste en una aplicación de detergente en forma de espuma sobre las superficies a limpiar. Una vez transcurrido el tiempo suficiente para obtener un grado de ablandando y disgregación de las partículas de suciedad adheridas, se elimina la espuma con agua y posteriormente se realiza la desinfección y su enjuague correspondiente. Antes de aplicar la espuma se suele mojar la superficie con agua. El agua utilizada en los aclarados es de baja-media presión (16-25 bar).

Los sistemas de baja-media presión son más fáciles y seguros de utilizar y están más adaptados a las instalaciones modernas construidas con materiales que soportan mal las altas presiones de lavado. El primer enjuague debería ser con agua fría ya que el agua caliente podría provocar aglomeración de proteínas coaguladas.

Los medios de limpieza espumosos contienen un elevado porcentaje de sustancias generadoras de espumas, fundamentalmente tensioactivos aniónicos.

\* Los SISTEMAS AUTOPROPULSADOS son equipos eléctricos diseñados específicamente para la limpieza de suelos en pequeñas áreas en los que no existan muchas esquinas. Estos equipos disponen de un tanque-depósito que abastece de líquido limpiador alcalino a los cepillos rotatorios o las boquillas de presión. La película de agua alcalina la elimina automáticamente con una barredera de goma y un aspirador que recoge el agua hasta el tanque de almacenamiento.

Estos equipos destacan por el bajo volumen de agua y productos de limpieza que consumen y por su gran versatilidad en la limpieza. Las renovaciones de los baños alcalinos generan vertidos puntuales de pequeño volumen (menos de 500 l) pero gran carga contaminante (orgánica y alcalina), que se deben gestionar adecuadamente. Para grandes áreas o zonas muy sucias no resultan prácticos por el elevado número de renovaciones del baño. En zonas donde existan muchas esquinas tampoco resultan recomendables pues el equipo no las alcanza.

Los elementos básicos para llevar a cabo la implantación de la técnica de limpieza con espuma son, el equipo generador de espuma, equipo de aplicación de la espuma (lanza, cañón, sistema centralizado) y bomba de agua.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de agua y productos detergentes y desinfectantes.

Reducción de la generación de aguas residuales.

El cálculo o estimación de los niveles cuantitativos de reducción conseguidos será posible si se conocen los consumos de agua con sistemas tradicionales de limpieza de superficies y con los sistemas aquí descritos.

### Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	El equipo autopropulsado no es válido para superficies muy grandes o muy sucias por el elevado nº de renovaciones del baño. Tampoco es válido para superficies con muchas esquinas.
<b>Aspectos económicos</b>	Se requiere cierta inversión, aunque es posible que se recupere gracias a los ahorros en agua y en productos químicos (habría que realizar un estudio de viabilidad).
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>20 Utilización de sistemas avanzados de limpieza de utensilios y pequeños equipos</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, consumo de agua	

### Descripción

En las industrias cárnicas de gran tamaño (mataderos, salas de despiece o elaborados) existen numerosos utensilios y elementos auxiliares (pequeños utensilios, cajas de plástico, pequeños contenedores, carros metálicos, bandejas, carenados de equipos, moldes, sierras, etc.) que es necesario limpiar y desinfectar frecuentemente.

La utilización de equipos de limpieza automáticos permiten reducir el consumo de agua y productos de limpieza y/o desinfección con respecto a los métodos tradicionales, ya que permiten la aplicación de presiones más elevadas y la recirculación de las soluciones de limpieza.

En función del número y la homogeneidad de los elementos auxiliares, estos sistemas pueden ser continuos (túneles para gran número de piezas de tamaño homogéneo a lo largo de periodos relativamente continuos) o discontinuos (armarios/cabinas automáticas).

Túneles de lavado para equipos auxiliares (bandejas, cajas) .

Armarios o cabinas de lavado (moldes, bandejas, carenados de equipos, ganchos..).

### Descripción de la mejora ambiental

Menor consumo de agua, productos detergentes y desinfectantes.

Menor generación de aguas residuales.

El cálculo o estimación de los niveles cuantitativos de reducción conseguidos será posible si se conocen los consumos de agua con sistemas tradicionales de limpieza de superficies y con los sistemas aquí descritos.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Habría que realizar un estudio de costes para analizar su rentabilidad.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

**21 Utilización sistemas de agua a presión con dispositivos de cierre y chorro regulable para la limpieza de vehículos y zonas de recepción y espera**

<b>Proceso:</b> Mataderos en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, consumo de agua	

**Descripción**

Las zonas más sucias del matadero son la zona de recepción y espera o muelle de vivos y los vehículos de transporte de los animales. Tras la limpieza en seco de los camiones y establos hay que proceder a la limpieza con agua para eliminar los restos sólidos que puedan quedar en las superficies. La limpieza de estas zonas requiere la utilización de grandes cantidades de agua para arrancar y arrastrar los restos sólidos compuestos principalmente por estiercol, material de las camas y polvo. En esta fase, el factor que más influye en el resultado de la limpieza es la capacidad del agua de arrancar y arrastrar los sólidos adheridos a las superficies.

Por ello, la utilización de sistemas de agua a presión (18-25 atm) permiten reducir el consumo de agua de forma importante a la vez que generan menor volumen de agua residual. Esta presión se consigue mediante bombas de agua portátiles a las que se conectan las mangueras de limpieza. Estas mangueras deben ir equipadas con accionadores de cierre rápido y dispositivos de regulación de la presión para ajustar el consumo a las necesidades de la limpieza evitando así despilfarros de agua.

En este caso, el hecho de utilizar agua a presión no representa un problema por la deposición de partículas tras la limpieza, puesto que se trata de una zona separada de la sala de sacrificio y de la evisceración.

Se requiere una mínima inversión en equipamiento, fácilmente recuperable gracias a los ahorros de agua conseguidos.

**Descripción de la mejora ambiental**

Menor consumo de agua y menor producción de agua residual: El nivel de ahorro de agua y contaminación producido por la aplicación de esta técnica depende de multitud de factores, especialmente el grado de suciedad inicial, la superficie dedicada a la zona de recepción y estabulación, la cantidad y tamaño de los camiones que llegan al matadero, el estado de limpieza de los animales en el momento de su llegada al matadero, el tiempo de estabulación, y en general, las prácticas operacionales que se realicen en esta zona de la instalación.

Según un ejemplo del BREF europeo, el consumo de agua utilizando esta técnica es de 6 l/cerdo (78 l/t de canal en porcino)) y de 25 l/bovino (100 l/t canal en vacuno), siendo el consumo con sistemas menos eficientes de 10 l/cerdo y de 80 l/bovino respectivamente.



---

**! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>22 Disponer de un sistema apropiado de tratamiento de aguas residuales</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Tratamiento de aguas residuales
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual	

### Descripción

Las aguas residuales de las industrias cárnicas, especialmente las que realizan actividades de matadero, presentan un elevado grado de contaminación debido a la presencia de restos de materia orgánica, sólidos en suspensión (recortes, pelos, huesos), sangre, grasa, nitrógeno, fósforo, etc. El vertido directo de esta agua a una EDAR representa una carga contaminante que es posible que no pueda absorber la depuradora, además de no estar permitido por la legislación. Tampoco está permitido el vertido de dominio público hidráulico, puesto que causa eutrofización en los ríos y contamina los acuíferos.

En función de las características de las aguas residuales generadas (volumen y carga contaminante) deberá aplicarse un tratamiento u otro para dejar las aguas en condiciones de ser vertidas a colector o a dominio público hidráulico, según lo que aplique en cada caso.

El tratamiento deberá incluir como mínimo las siguientes etapas:

- Homogeneización aireada. Este elemento es de suma importancia ya que debido a que las actividades de matadero y elaboración son variables a lo largo de la jornada, se pueden producir puntas de caudal y carga contaminante que los equipos de depuración no lleguen a absorber. En tal caso conviene disponer de una capacidad de homogeneización superior a la requerida para el tratamiento adecuado de las aguas residuales, con el fin de evitar estos problemas potenciales debidos a la operación discontinua, así como posibles vertidos accidentales que de otra manera irían a parar al punto de vertido sin una adecuada depuración.

La balsa de homogeneización debe tener capacidad suficiente y disponer de agitación y/o aireación, para evitar fermentaciones indeseadas, sobre todo en el fondo de la balsa donde pueden depositarse los sólidos. Por tanto, los elementos básicos necesarios para la implantación de esta técnica son la propia balsa de homogeneización, el dispositivo de agitación y/o la soplante (si dispone de aireación).

- Desbaste.
- Tamizado a 1 mm.
- Separación de las grasas (por flotación). Puede intentarse la flotación sin adición de reactivos, en caso necesario puede adicionarse polielectrolito.
- Estabilización del fango. Puede realizarse por medios químicos o por medios biológicos. En este segundo caso se reduce el volumen de fango final.

Tras esta fase, en función de la carga orgánica del efluente y las características del punto final de vertido puede ser necesario complementar el tratamiento con un:

- tratamiento físico-químico;
- tratamiento biológico.

En cualquier caso, para decidirse por uno u otro es necesario realizar una caracterización de las aguas residuales durante un período de tiempo representativo.

La construcción de una depuradora representa una inversión muy importante y requiere un mantenimiento por parte de personal formado en la materia. Es posible compensar esta inversión con los ahorros obtenidos en el canon de saneamiento o de vertido (según la comunidad autónoma).

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la carga contaminante del efluente final: El tratamiento de las aguas residuales es necesario en la práctica totalidad de los mataderos y las fábricas de elaborados para cumplir con los límites de vertido.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	Las depuradoras pueden llevar asociados riesgos físicos y biológicos sobre los que conviene advertir o formar al personal de la empresa.
<b>Aspectos técnicos</b>	Para el mantenimiento de la depuradora se requiere personal con cierta formación. Posibles limitaciones de espacio.
<b>Aspectos económicos</b>	La inversión es elevada. Puede compensar por los ahorros en canon de saneamiento o de vertido.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>23 Instalar superficies de trabajo, suelos y paredes fácilmente lavables</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de recursos, agua residual	

### Descripción

En este capítulo se han identificado y descrito diversas MTDs aplicables en las operaciones de limpieza y desinfección, todas ellas relacionadas con su gestión o control, medios técnicos y humanos, métodos y parámetros y en general medidas prácticas orientadas a los responsables de estas operaciones.

Todas estas técnicas contribuyen por sí solas, o mediante las interrelaciones que se puedan establecer, a importantes mejoras ambientales a través de la optimización en el consumo de recursos y consecuentemente a la reducción del volumen y carga contaminante que se vierte al medio receptor.

No obstante, también deben considerarse otras medidas relacionadas con la limpieza y desinfección, pero que contrariamente a las indicadas en el párrafo anterior, estén orientadas hacia los elementos que reciben la acción de las limpiezas. El caso más claro es el de las superficies de trabajo, suelos y paredes. En estos elementos es donde se recibe la mayor parte de la suciedad a la largo de la jornada laboral.

Por lo tanto, al objeto de lograr reducciones adicionales en el consumo de recursos empleados en esta actividad (agua, productos químicos, energía, tiempo), es muy importante que los elementos a limpiar reúnan una serie de cualidades que faciliten la consecución de los objetivos de reducción, sin perjuicio de la eficacia de las operaciones de limpieza y desinfección e incluso mejorando los resultados higiénicos y de seguridad alimentaria y del personal.

En este sentido se debe prestar especial atención a que los materiales y el diseño y construcción de las instalaciones y equipos que presenten superficies que se tienen que limpiar y desinfectar diariamente sean fácilmente lavables.

La aplicación de las otras medidas de gestión, medios, métodos y buenas prácticas generales de limpieza y desinfección junto con esta MTD, produce instantáneamente un efecto sinérgico que produce ahorros importantes de recursos y vertido de efluentes.

### Descripción de la mejora ambiental

En general, reducción del consumo de recursos empleados en las operaciones de limpieza y desinfección. Cuando las superficies a limpiar están diseñadas y construidas de manera que se facilita su lavado, se emplea menos tiempo, agua, agentes de limpieza y energía. Así mismo se reduce el volumen de los efluentes procedentes de esta operación.

Los niveles de mejora derivados de la aplicación de esta MTD, pueden ser muy diferente de unas instalaciones a otras, en función de los procedimientos de limpieza establecidos, la frecuencia, medios técnicos utilizados y el estado de suciedad de la zona de producción al final de la jornada. Este último factor, a su vez depende de la prácticas operacionales.

## ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	El diseño y los materiales empleados en la construcción de suelos, techos, paredes, equipos y superficies de trabajo deben facilitar la reducción de los recursos empleados en las tareas de limpieza y desinfección, sin mermar de ningún modo las condiciones de seguridad e higiene de las personas.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	La sustitución de equipos o superficies de trabajo existentes por otras con mejores posibilidades de limpieza, o la reforma de suelos, paredes u otras superficies que requieren un lavado habitual para mejorar las condiciones de limpieza y desinfección es económicamente inviable para las instalaciones existentes.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>24 Evitar el estancamiento del agua residual en los colectores</b>	
<b>Proceso:</b> Elaborados en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Tratamiento de aguas residuales
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Aguas residuales, olores	

### Descripción

El estancamiento de las aguas residuales puede provocar la proliferación de insectos y roedores, así como la generación de olores por la descomposición anaerobia de la materia orgánica contenida en las mismas.

El diseño de los colectores de agua residual debe ser el adecuado para evitar que se produzca un estancamiento del agua residual. Esto se consigue dotando al colector de la pendiente adecuada para que fluya el agua hasta su destino.

Además, el correcto diseño del colector puede evitar reboses en los equipos de depuración debidos a la incorrecta evacuación del agua.

La realización de esta MTD sólo es factible en instalaciones nuevas.

Al aplicarse esta MTD en la fase de diseño, no supone un coste adicional, puesto que no son necesarios más equipos ni materiales, sólo una pendiente adecuada.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de olores.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	Los gases de fermentación pueden suponer un riesgo para los operarios de mantenimiento del colector. Si no hay agua estancada este riesgo desaparece.
<b>Aspectos técnicos</b>	No se prevén en instalaciones nuevas.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>25 Red separativa y segregación del vertido de aguas pluviales</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Tratamiento de aguas residuales
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual	

### Descripción

La recogida de aguas pluviales en la red de las aguas residuales implica que el volumen de agua residual a tratar es mucho mayor, y además la proporción de agua de lluvia se depura innecesariamente, puesto que no es necesario tratar el agua pluvial siempre que no haya caído sobre áreas de la instalación contaminadas.

El sistema de desagüe puede diseñarse para separar el agua residual en diferentes categorías, recoger la mayor cantidad posible de residuo y tratar el residuo correctamente. Esta técnica debe complementar a otras que minimicen la cantidad de materiales que entran al agua residual y de este modo puede ayudar a optimizar la reutilización del agua.

- El agua de lluvia y de refrigeración pueden ser descargadas en el mismo sistema, ya que normalmente no están contaminadas.
- El agua residual de los establos y la procedente de la limpieza de camiones puede ser recogida en un segundo sistema, ya que normalmente contiene estiércol. El material filtrado de este sistema puede utilizarse para producción de biogás o para compostaje.
- El agua residual de producción y de embalaje puede canalizarse separadamente. El material separado de este agua está clasificado como Categoría 2 en el Reglamento CE nº 1774/2002, y deberá ser tratado según dicha regulación.

Debido al volumen de obra civil que supone, esta MTD sólo es factible en instalaciones nuevas.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del volumen de agua residual a tratar: La recogida conjunta de las aguas pluviales no contaminadas junto con el resto de aguas generadas en la instalación supone encarecer el coste total de la depuración, debido fundamentalmente a un aumento del consumo en energía.

Además, cuando se producen eventos de lluvia abundante en cortos periodos de tiempo, los caudales de aguas pluviales suelen ser muy superiores a los que la depuradora puede absorber, generando así graves problemas en la misma (desbordamientos, inutilización de los sistemas biológicos, etc.). Esto puede inutilizar la depuradora durante días o semanas hasta que se pone a régimen de nuevo.

## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En instalaciones existentes puede ser problemático separar los colectores.
<b>Aspectos económicos</b>	Se requiere una elevada inversión, pero se puede compensar con la reducción de los costes de operación debido a que se requiere menor tratamiento de aguas, ya sea en la propia instalación o en la EDAR municipal, o ambas.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.



<b>26 Segregación y pretratamiento de las aguas de limpieza de camiones y establos</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual	

### Descripción

Las corrientes de agua residual procedentes de las zonas dedicadas a la limpieza de vehículos de transporte de animales y la zona de recepción y espera tienen unas características físico-químicas bastante diferenciadas del resto de corrientes residuales del matadero. Estos efluentes presentan por ejemplo una elevada concentración de sólidos (muchos de ellos de gran tamaño o decantables como arena, serrín, paja, fibras, etc.), que se pueden reducir fácilmente mediante un pretratamiento específico de desarenado o tamizado de pequeño tamaño.

La segregación y pretratamiento de las aguas de limpieza de camiones y muelle de vivos permite reducir los problemas derivados de la sedimentación o acumulación de sólidos en los colectores y facilita de depuración del agua residual en su conjunto.

Además, los sólidos separados en esta fase pueden utilizarse para su valorización de forma más sencilla que si se presentan mezclados con los sólidos retirados de las aguas de proceso.

El prettratamiento de este tipo de efluentes puede realizarse mediante un desarenador y un tamiz.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la carga contaminante del efluente final y mejora de la gestión de éste: Esta técnica permite reducir los problemas derivados de la sedimentación o acumulación de sólidos en los colectores y facilita la depuración del agua residual en su conjunto.

El objetivo de esta MTD es la pronta retirada de los sólidos más fácilmente separables de las aguas residuales procedentes de la limpieza de camiones y establos. El beneficio ambiental de esta técnica queda mejor expresado en términos cualitativos que mediante un valor medible, es decir se previenen problemas operativos y la necesidad de sobredimensionamiento de equipos en la planta depuradora de aguas residuales, a la vez que se retira de un modo sencillo una fracción importante de la contaminación segregada del resto de los efluentes.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En instalaciones existentes puede ser problemático segregar los colectores.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

## 27 Selección de detergentes que generen un menor impacto ambiental

**Proceso:** Matadero y elaborados

**Operaciones implicadas:** Limpieza y desinfección de equipos e instalaciones

**Aspectos ambientales que mejora:** Agua residual

### Descripción

En la limpieza y desinfección de equipos e instalaciones se emplean sustancias detergentes con objeto de desprender la suciedad de la superficie y facilitar su retirada posterior con agua. Ciertos detergentes, como el nonil fenol etoxilato (NPE) y los sulfonatos de alquilbenceno (LAS) suponen un alto riesgo para el medio ambiente. El NPE se ha utilizado como agente de limpieza en mataderos e instalaciones de subproductos animales. Es un producto tóxico para organismos terrestres y acuáticos, en los que muestra efectos similares a las hormonas. Existe diversa normativa europea con relación al NPE, como ejemplos más recientes se cita la Recomendación (CE) nº 2001/838 de la Comisión, de 7 de noviembre y la Directiva (CE) nº 2003/53 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de junio de 2003.

La toxicidad de las aguas residuales puede reducirse seleccionando detergentes que generen un menor impacto ambiental. A la hora de elegir detergentes alternativos, es necesario comprobar primero que el nivel de higiene conseguido es adecuado, y evaluar su impacto ambiental potencial.

Los agentes de limpieza que contienen cloro activo pueden producir subproductos de la desinfección indeseados que pueden inhibir el tratamiento anaerobio o la flotación en el agua residual. Los sustitutos para el cloro son por ejemplo el ácido peracético. En cualquier caso debe comprobarse previamente que el nivel de higiene alcanzado con el detergente sustituto es suficiente.

El consumo de todo desinfectante puede ser reducido aplicando una limpieza eficiente antes de la desinfección.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la carga contaminante del vertido final, particularmente apreciable por la reducción de la ecotoxicidad del vertido, expresada en UT (unidades de toxicidad). La reducción conseguida dependerá del detergente o desinfectante sustituto.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante
<b>Aspectos técnicos</b>	Deben elegirse detergentes de eficacia comprobada
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones

<b>28 Realizar un mantenimiento preventivo de instalaciones y máquinas</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Mantenimiento de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> No específico	

### Descripción

La ausencia de mantenimiento preventivo puede suponer la aparición frecuente de fugas, averías en los equipos, y toda una serie de incidencias que pueden conducir a la generación de vertidos o emisiones incontroladas.

Un mantenimiento preventivo que implica la sustitución de piezas y la periódica comprobación del funcionamiento de los equipos puede reducir significativamente los niveles de consumo y emisión.

Esto puede requerir la actuación de un responsable de mantenimiento que actúe en cooperación con los responsables de operación. Pueden utilizarse registros de inspecciones, planes, permisos, y otra información relevante para controlar las mejoras y anticiparse a las acciones necesarias, como la sustitución de piezas.

El mantenimiento de los sistemas de desagüe en los mataderos puede contribuir al correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. Es conveniente llevar a cabo inspecciones periódicas para comprobar cubetos, tanques subterráneos, tuberías, etc.

La detección y reparación de fugas conducirá a la reducción del consumo de agua caliente y fría. Algunos ejemplos de causas comunes de fugas incluyen tuberías dañadas, válvulas desgastadas, corrosión, etc.

Ejemplo: ahorros conseguidos con eliminación de mangueras abiertas y reparación de grifos y aseos que gotean.

#### GRIFO QUE GOTEA

- 10 gotas en 10 segundos: 0,7 l/h; 6,1 m<sup>3</sup>/año
- 30 gotas en 10 segundos: 2,1 l/h; 18,4 m<sup>3</sup>/año
- 1mm abierto: 9 l/h; 79 m<sup>3</sup>/año
- 1,5 mm abierto: 18 l/h; 158 m<sup>3</sup>/año

#### MANGUERA ABIERTA funcionando totalmente abierta (250 días, 8 horas)

- 1/2 pulgada (12,7 mm): 3.000 l/h; 6.000 m<sup>3</sup>/año
- 3/4 pulgada (19 mm): 5.100 l/h; 10.000 m<sup>3</sup>/año

#### ASEO

- Funcionando de modo que sólo puede verse con observación cuidadosa: 99 m<sup>3</sup>/año

- Funcionando de modo que puede verse claramente: 195 m<sup>3</sup>/año
- Turbulencias en la superficie: 495 m<sup>3</sup>/año
- Corriendo el agua: 3.000 m<sup>3</sup>/año

Junto a las ventajas ambientales indicadas, esta medida también puede tener una influencia indirecta positiva sobre la calidad y la seguridad alimentaria del producto, ya que al funcionar mejor todos los equipos se prevé que se pueda garantizar mejor la seguridad alimentaria del producto. Además, se reduce el riesgo de accidentes al mantenerse los equipos e instalaciones en mejor estado.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción de los niveles de consumo y emisión en general: El nivel de mejora ambiental conseguido dependerá del estado inicial de la instalación. En cualquier caso, el cálculo o estimación de un valor cuantitativo que represente la mejora lograda por la aplicación de esta MTD es difícil de establecer debido a la casuística diferente en cada instalación y a su carácter preventivo.

Reducción del riesgo de accidentes en toda la instalación.

### Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Se pueden obtener ahorros económicos sobre todo debido a la reducción de agua y energía.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>29 Adecuada gestión del consumo energético</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de la energía
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía	

### Descripción

El consumo de energía es un aspecto ambiental importante en el sector cárnico. Se producen grandes consumos de energía, tanto térmica como eléctrica, en las operaciones como sacrificio, escaldado, chamuscado, cocción, enfriamiento y sobre todo almacenamiento refrigerado en cámaras.

A lo largo de este capítulo 4, se presentan multitud de MTDs orientadas a la mejora de los aspectos “consumo de energía térmica” y “consumo de energía eléctrica”, si bien, están en todos los casos asociadas a operaciones concretas de procesado (escaldado, cocción, enfriamiento, etc.) o a servicios auxiliares (producción de frío, calor, limpieza de equipos, instalaciones y utensilios, etc.). Esta técnica, denominada “adecuada gestión del consumo energético” abarcaría en su sentido más amplio, a las anteriores más todas aquellas buenas prácticas de aplicación general que guarden relación con el consumo de energía, y que en sí, constituyen un conjunto de técnicas que en mayor o menor medida mejoran la gestión de este recurso.

Se citan a continuación una serie de prácticas a modo de ejemplo que pueden estar incluidas bajo este epígrafe genérico. Sin embargo las medidas y prácticas concretas que realice una empresa para gestionar adecuadamente su consumo energético pueden ser muchas y de distinta índole, dependiendo del estado de su situación de partida y de los objetivos que se plantee para lograr optimizar el consumo de este recurso.

#### \* CONTROL PERIÓDICO DEL CONSUMO DE ENERGÍA

Para poder realizar una adecuada gestión del consumo energético resulta esencial conocer su consumo. Los siguientes parámetros pueden resultar de utilidad:

- energía eléctrica consumida por la instalación;
- cantidad de combustible consumido en las calderas;
- cantidad de combustible consumido por los camiones y otros vehículos de transporte.

El conocimiento de estos consumos y su normalización respecto a parámetros como la unidad de producción (toneladas de carne anuales por ejemplo) permite comparar la situación del consumo energético actual con la situación de años anteriores y evaluar las mejoras obtenidas, o implantar medidas de ahorro energético en aquellos puntos donde se hayan detectado posibilidades de mejora.

La mejora de la eficiencia energética puede suponer importantes ahorros económicos.

**\* ILUMINACIÓN**

- Instalación de reflectores en lámparas fluorescentes situadas en áreas normalmente ocupadas que no dispongan de ellos o que sean inefectivos.
- Sustitución de los dos tubos fluorescentes de una lámpara por un solo tubo de ahorro de energía. De esta forma puede ahorrarse energía sin disminuir la eficacia de la iluminación.
- En áreas que no están ocupadas normalmente, como almacén de materiales de envasado, la iluminación puede estar controlada por detectores de presencia.

Hay que tener en cuenta que los requisitos de iluminación de emergencia, la iluminación de seguridad o de incendios, deben ser respetados.

**\* OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE MOTORES Y BOMBAS**

Una parte importante de la electricidad consumida en la instalación se debe al consumo de bombas y motores. La instalación de nuevos equipos más eficientes y la implantación de la gestión de recursos reduce el consumo de electricidad.

Hay dos métodos para reducir el consumo eléctrico de los motores:

- instalación de nuevos motores de mayor eficiencia;
- el rendimiento de los motores se puede mejorar instalando convertidores de frecuencia favoreciendo el control del caudal y la presión de un modo más eficaz.

** Descripción de la mejora ambiental**

---

Reducción del consumo de energía y reducción potencial de los niveles de consumo y emisión de otros aspectos ambientales (por ejemplo, gases de combustión): Al ser una MTD de aplicación general en todo el ámbito de la instalación es difícil valorarla en términos cuantitativos. Además, al poder emprenderse multitud de acciones de gestión y control, los resultados obtenidos en una instalación pueden no ser representativos ni comparables con los resultados obtenidos en otra instalación, aún realizando ambas una correcta gestión del consumo energético.

Según se cita en el BREF a modo de ejemplo, se puede alcanzar un ahorro económico del 20% en la factura energética (ejemplo de instalaciones en el Reino Unido).

**! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>30 Aislamiento térmico de superficies frías y calientes</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de la energía
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía	

### Descripción

En las industrias del sector cárnico se consume gran cantidad de energía para refrigeración en unos casos y para calentamiento de agua en otros.

Consecuentemente habrá superficies que presenten un gradiente de temperatura importante con respecto a la temperatura ambiente de la instalación. Estas superficies, si no están aisladas, suponen un foco de pérdidas de energía que puede llegar a ser muy significativo.

Cualquier superficie, equipo, tubería, depósito, etc., que se mantenga a temperaturas altas o bajas, conviene que esté aislado térmicamente del exterior para evitar estas pérdidas de energía.

Los siguientes elementos deben estar normalmente aislados:

- \* túnel de congelación;
- \* partes de los sistemas de refrigeración;
- \* la conexión de los conductos a los equipos;
- \* hornos de cocción.

Junto a los beneficios ambientales de la implantación de esta MTD, se cumplen mejor los requisitos de temperatura, lo cual va asociado normalmente en el sector cárnico a requisitos higiénicos. Además, se reduce el riesgo de quemaduras de los operarios al reducirse el número de superficies calientes al descubierto.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía: Los elementos que se pueden calorifugar en una instalación de gran tamaño son tan variados y la distribución de los mismos tan diferente que el valor de mejora resultante va a depender del grado de aislamiento aplicado, de la situación inicial de la instalación, del material aislante empleado, etc.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Las inversiones realizadas en aislamientos pueden ser importantes si existen multitud de conductos y equipos, pero se amortizan rápidamente con los ahorros económicos derivados del menor consumo energético.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

### 31 Control automático de la temperatura del agua caliente

<b>Proceso:</b> Elaborados en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de energía
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía, agua residual	

#### Descripción

En los mataderos, la temperatura del agua caliente requerida para la esterilización son 82°C. En cambio, el agua caliente para limpieza debe alcanzar menor temperatura, 60°C. En ocasiones sucede que una vez terminadas las operaciones de sacrificio, en las que se requiere agua a 82°C, el agua sigue suministrándose a la misma temperatura, empleándose agua a 82°C para la limpieza sin ser necesario. Esto supone un consumo de energía innecesario.

El calentamiento y la circulación de agua caliente a 82°C puede detenerse de forma automática cuando se detienen las operaciones de sacrificio. De esta forma puede ahorrarse energía térmica.

Como ventaja adicional, la temperatura de 60°C facilita la separación de la grasa, aunque hace necesaria mayor cantidad de productos químicos de limpieza.

La inversión es mínima, compensándose con creces con el ahorro energético conseguido.

#### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo energético, al disminuir las necesidades de calentamiento y bombeo de agua a temperaturas demasiado altas.

Reducción de la contaminación de las aguas residuales, ya que las grasas que entran en el sistema de desagüe son más fáciles de retirar a bajas temperaturas.

Como inconveniente, es necesario utilizar más cantidad de detergentes para eliminar las grasas.

#### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.



<b>32 Reducción del consumo energético de los esterilizadores de cuchillos</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Desangrado, corte de patas y cabezas, evisceración, despiece
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía (térmica), consumo de agua	

### Descripción

#### AISLAMIENTO Y COBERTURA DE LOS ESTERILIZADORES CON AGUA A 82°C

Los esterilizadores de cuchillos están situados a lo largo de toda la línea de sacrificio y elaboración. Estos equipos pueden aislarse y ser dotados con cubiertas fijas provistas de ranuras en las que colocar dos cuchillos con las hojas sumergidas en agua a 82°C. La cubierta puede diseñarse para ajustarse al tipo de cuchillo utilizado en cada estación de trabajo. El consumo de agua medido en un esterilizador de cuchillos sin aislamiento, con agua constantemente corriendo, es de aproximadamente 2.000 l/día. Aislando y cubriendo el esterilizador se puede reducir la pérdida de calor, con lo que la frecuencia de renovación y por tanto el volumen de agua caliente se reduce. Si se emplea material aislante de 20 mm de espesor reduce la pérdida de calor en un 80%, comparado con un esterilizador sin aislar y sin tapa.

Adicionalmente, se reduce el riesgo de quemaduras al estar los esterilizadores aislados y cubiertos.

#### ESTERILIZADORES DE VAPOR A BAJA PRESIÓN

En un esterilizador de vapor a baja presión el agua se calienta por inyección de vapor. Es necesario cambiar el agua manualmente o bien controlar la renovación con un temporizador. El consumo de agua es de 500 l/día o menor, dependiendo de las renovaciones de agua. El ahorro energético conseguido al cambiar el esterilizador clásico por el de vapor es de un 75% (de 17 kWh/t canal a 4,24 kWh/t canal). La esterilización se lleva a cabo a 150 kPa, y tras la esterilización la presión del vapor se reduce a 50 kPa. El calor de condensación se utiliza al máximo, lo que reduce la cantidad de agua necesaria para mantener los esterilizadores a 82°C. No existe riesgo significativo para los operarios debido al vapor, es más, el riesgo es mayor con la esterilización clásica, ya que se mantiene a 400-600 kPa.

El informe del comité científico sobre medidas veterinarias relacionadas con la salud pública titulado “Limpieza y desinfección de cuchillos en la industria cárnica y avícola” adoptado el 20-21 de junio de 2001 propone algunos métodos de esterilización alternativos al de agua a 82°C:

\* Agua a  $T^a < 82^{\circ}\text{C}$ : mata la mayor parte de bacterias patógenas y de la putrefacción que no forman esporas, siempre que no estén protegidas por el material orgánico. Para ello es necesario lavar los cuchillos con agua a 60°C antes de la desinfección.

- \* Agua entre 60°C y 82°C y ácido orgánico: los ácidos orgánicos diluidos a estas temperaturas han demostrado tener un efecto bacteriostático / bactericida.
- \* Agua a  $T^a < 60^\circ\text{C}$  y ácido orgánico: la inmersión en una solución de ácido láctico al 5% a 20°C o al 2% a 45°C es tan efectiva como la inmersión en agua a 82°C. La efectividad aumenta si la presión del agua aumenta hasta 15 atm.
- \* Higienización química con agua y productos químicos autorizados como agentes desinfectantes / higienizadores y aclarado.
- \* Técnicas de ultrasonidos: facilitan la eliminación de la suciedad de la superficie de materiales sumergidos en agua a 60°C y tiene también un efecto bactericida, aunque esta característica debe estudiarse con más detenimiento.

Estas técnicas en caso de autorizarse permitirían reducir el consumo energético al requerir temperaturas más bajas que las actuales.

En cualquier caso, y al igual que las técnicas actualmente autorizadas, hay que eliminar la materia orgánica del cuchillo por acción mecánica antes de la esterilización.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de energía térmica: Según un ejemplo del BREF europeo, el aislamiento adecuado (aislamiento de paredes laterales y tapa) de un esterilizador con agua a 82°C puede reducir las pérdidas de calor hasta en un 80%.

Reducción del consumo de agua.

### Condicionante

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>33 Mejora de la gestión del aire comprimido</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Producción de aire comprimido
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía (eléctrica)	

### Descripción

El sistema de aire comprimido consume cantidades importantes de energía eléctrica en las industrias cárnicas. Para llevar a cabo una gestión más eficiente del aire comprimido y así reducir el consumo energético pueden adoptarse varias medidas:

- \* El compresor principal para la generación de aire comprimido puede desconectarse al terminar las operaciones de sacrificio. Puede utilizarse un compresor más pequeño para las operaciones de limpieza.
- \* Un mantenimiento inadecuado de las instalaciones de aire comprimido puede conducir a la aparición de fugas y a la pérdida de grandes cantidades de aire; son habituales pérdidas del 20-25% de la capacidad instalada, pudiéndose llegar al 30%. Aplicando un mantenimiento adecuado, las pérdidas pueden mantenerse en un 7-8%.
- \* Las herramientas que funcionan con aire comprimido como sierras manuales, determinan la presión requerida. Sin embargo, otras herramientas funcionan sistemáticamente a mayor presión que la que necesitan.
- \* Optimización de la presión en la planta de aire comprimido: La presión en el sistema de aire comprimido debería ser lo más baja posible. Si esta se disminuye desde 8 hasta 7 bares, el consumo de electricidad de los compresores decrecerá en un 6%. Si una instalación ha sufrido ampliaciones es posible que la presión del sistema no pueda reducirse por debajo de un cierto valor por limitaciones del propio sistema de conducción neumática.

La inversión requerida es mínima o nula y pueden obtenerse importantes ahorros derivados del menor consumo energético.

Según el BREF, se puede producir un ahorro energético en la sala de compresores del 6%, disminuyendo la presión en 100kPa (1 bar) si se está trabajando con una presión mayor de la necesaria.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía eléctrica: Son varias las medidas prácticas que se pueden aplicar para optimizar el consumo energético de los compresores, y en consecuencia, el valor cuantitativo de mejora asociado a esta técnica dependerá de la situación inicial en cada instalación, de las medidas de optimización adoptadas y la pericia y habilidad de los responsables de la gestión del aire comprimido. Por

estos motivos, el grado de magnitud de la mejora vinculada a la aplicación de esta MTD, que se pueda calcular en cada instalación particular, será difícilmente extrapolable a otras instalaciones similares.

### **! Condicionante**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Algunas limitaciones en instalaciones que han sufrido ampliaciones.
<b>Aspectos económicos</b>	No limitante.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>34 Implementar un sistema de gestión de la refrigeración</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de energía
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía eléctrica	

### Descripción

La producción de frío representa el mayor consumo energético en las instalaciones de elaborados cárnicos, salas de despiece y mataderos, ya que la conservación de la cadena de frío es primordial para mantener los productos en las mejores condiciones. Reduciendo las pérdidas y los consumos innecesarios se pueden conseguir ahorros importantes gracias a la reducción del consumo de energía eléctrica. Se ha probado que muchas instalaciones de refrigeración pueden ser mejoradas obteniendo unos ahorros en el consumo energético superiores al 20%. Además, permite mejorar la fiabilidad de la instalación.

El examen de las instalaciones puede llevar a identificar las oportunidades técnicas y operacionales para mejorar su eficiencia energética.

Este examen unido a la adopción de buenas prácticas, la realización de una adecuada monitorización de los consumos y un adecuado mantenimiento de las instalaciones permite mejorar la eficiencia energética.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía eléctrica.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>35 Utilizar combustibles de bajo contenido en azufre</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Producción de calor
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Emisiones atmosféricas (gases de combustión)	

### Descripción

Los combustibles pesados como el fuel presentan un porcentaje de azufre en su composición que da lugar a la emisión de óxidos de azufre con los gases de combustión.

La concentración de gases de azufre  $SO_x$  en los gases de combustión de las calderas dependen fundamentalmente de la calidad del combustible utilizado. La mejor técnica para reducir la concentración de  $SO_x$  en los gases de combustión es la utilización de combustibles con contenido en azufre.

El gas natural es un combustible prácticamente libre de azufre. La sustitución de combustibles pesados como el fueloil por otros más ligeros y con menor contenido en azufre reduce las emisiones a la atmósfera de óxidos de azufre y otros gases contaminantes.

Por tanto las instalaciones que tengan fácil acceso al suministro de gas natural pueden modificar sus calderas para quemar gas natural modificando el sistema de alimentación de combustible y reemplazando los quemadores. En el caso de que dicho acceso no sea posible, se deberán utilizar combustibles con bajo índice de azufre.

En el caso de cambio de tipo de combustible, probablemente se debe proceder al cambio de los quemadores de fueloil por otros adaptados al tipo de combustible.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de las emisiones de  $SO_x$ : A modo de ejemplo, el paso de fueloil (con 1% de azufre) a gas natural puede suponer un ahorro aproximado en la emisión de  $SO_x$  de 1.8 kg/MWh.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Siempre que exista un acceso fácil al suministro de gas natural. El rendimiento de la caldera no se ve afectado.
<b>Aspectos económicos</b>	Siempre que sea económicamente viable.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>36 Optimización de la eficiencia de la ventilación</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de energía
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de energía	

### Descripción

La ventilación, aunque de forma más moderada que la refrigeración, es una operación consumidora de energía. Para mantener el consumo al nivel más bajo posible, pueden adoptarse medidas de optimización de la eficiencia de la ventilación como:

- \* Limpieza de los filtros: la caída de presión en filtros limpios puede mantenerse por debajo de 50 Pa. Los filtros deberían cambiarse cuando la caída de presión alcance los 100 Pa.
- \* Control del tiempo de funcionamiento de la ventilación: la instalación de controles de arranque y parada automáticos puede utilizarse para evitar un uso innecesario del sistema. Por ejemplo, la ventilación de confort sólo se conectaría en determinadas condiciones de temperatura y solamente durante el tiempo en que transcurren las tareas para la que es necesaria.

La aplicación de esta técnica requerirá el uso de programadores horarios e interruptores comandados por sensores de temperatura.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de energía: Normalmente se utiliza un exceso de energía para hacer pasar el aire a través de filtros sucios.

Son varias las medidas prácticas que se pueden aplicar para optimizar la ventilación, y en consecuencia, el nivel de mejora vinculado a esta técnica dependerá de la situación inicial en cada instalación y de las medidas de optimización adoptadas.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	La inversión necesaria se podría compensar con el ahorro económico derivado de la reducción del consumo energético.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>37 Implantación de un sistema de gestión ambiental</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión ambiental
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> No específico	

### Descripción

La ausencia de control sobre las operaciones que tienen un impacto ambiental significativo, o sobre las emisiones y consumos de la instalación, pueden conducir a un comportamiento ambiental deficiente.

La implantación de un sistema de gestión ambiental (SGMA) ayuda a las empresas a controlar sus impactos ambientales controlando las operaciones que los generan, comprometiéndose a una mejora ambiental continuada. Indirectamente, contribuye a mejorar la calidad del producto y a mejorar la prevención de riesgos asociados a la actividad de la industria.

Se considera MTD la implantación de un SGMA que incorpore, de un modo apropiado a las circunstancias individuales, los siguientes elementos:

- \* definición por parte de la Dirección de una política ambiental para la instalación (el compromiso de la Dirección es una condición necesaria para la correcta aplicación de otros requisitos del SGMA);
- \* planificación y establecimiento de los procedimientos necesarios;
- \* implementación de los procedimientos, prestando especial atención a: estructura y responsabilidades; formación, sensibilización y competencias; comunicación; control eficiente de procesos; programa de mantenimiento; estado de preparación y respuesta ante emergencias; salvaguarda del cumplimiento de la legislación ambiental;
- \* control del funcionamiento y acciones correctoras, prestando particular atención a: seguimiento y mejora; acciones preventivas y correctivas; mantenimiento de registros; auditorías internas independientes (donde sea posible) para determinar si el SGMA está conforme o no a las condiciones especificadas y si ha sido o no apropiadamente implantado y mantenido;
- \* revisión por la Dirección.

Es conveniente considerar los siguientes elementos en el SGMA:

- \* En la etapa de diseño de una nueva planta, considerar los impactos ambientales ocasionados por el posible desmantelamiento de la instalación.
- \* Considerar el desarrollo de tecnologías más limpias.
- \* Cuando sea posible, realizar acciones de benchmarking sectorial de un modo regular, incluyendo eficiencia energética y actividades de conservación de la energía, elección de inputs, emisiones atmosféricas, vertido al agua, consumo de agua y generación de residuos.



## Descripción de la mejora ambiental

Mejora general del comportamiento ambiental: Un SGMA asegura la mejora continua del comportamiento ambiental de la instalación.

En cada caso, el grado de avance dependerá del estado inicial de la instalación. Además, a esta MTD no se le puede imputar un valor numérico que exprese, de manera representativa para el sector, el beneficio ambiental logrado por sí misma, ya que no es fácilmente cuantificable en términos de consumo o reducción de energía, materiales, agua, carga de efluente o emisiones atmosféricas.

## Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Es muy complicado determinar el coste de implantación y mantenimiento de un sistema de gestión ambiental.
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>38 Esterilización de sierras en cabinas con boquillas de agua caliente</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Limpieza de equipos e instalaciones
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, aguas residuales, energía térmica	

### Descripción

La desinfección de las sierras utilizadas en la etapa de evisceración, mediante las que se abre el pecho y vientre de los animales para extraer las vísceras, debe realizarse bajo condiciones sanitarias correctas para evitar contaminaciones microbiológicas de canales.

Son varios los métodos que se pueden emplear para realizar la esterilización de las sierras, siendo los más habituales los que emplean agua caliente. Si bien, el empleo de agua en esta fase se puede optimizar para minimizar su consumo y posterior vertido, así como para reducir el consumo energético por calentamiento del agua.

La esterilización de estas herramientas de trabajo se puede llevar a cabo en cabinas que dispongan de un sistema de boquillas que apliquen agua a 82°C en lugar de hacerlo en recipientes con agua corriendo constantemente a la misma temperatura.

Se deduce fácilmente que la eliminación de los sistemas de aporte continuo de agua caliente sobre un recipiente están en clara desventaja desde el punto de vista ambiental respecto a las cabinas de esterilización que pulverizan agua caliente, siempre que la eficacia de la operación sea la misma.

### Descripción de la mejora ambiental

Menor consumo de agua y como consecuencia, menor consumo de energía térmica y generación de aguas residuales: Según un ejemplo del BREF, se reduce el consumo de agua entre 130-195 l/t de canal.

### Condicionante

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La esterilización de las sierras por cabinas de pulverización de agua caliente deben ser, al menos, igual de efectivas que los sistemas que trabajan por inmersión.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>39 Optimización del consumo de agua en la etapa de depilado/flagelado</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos de porcino	<b>Operaciones implicadas:</b> Depilado/flagelado
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, aguas residuales energía térmica	

### Descripción

Las operaciones de depilado y flagelado de porcino suelen llevarse a cabo en equipos automáticos en los mataderos de tamaño medio/grande. Las posibilidades de recuperación y recirculación de buena parte del agua empleada en estas operaciones son altas debido a dos factores:

- automatización de la operación en equipos de cierto volumen los cuales permiten integrar sistemas de filtrado, recogida y recirculación de agua;
- las operaciones siguientes al depilado y flagelado son el flameado y lavado. Especialmente el flameado va a hacer disminuir la población microbiana de la superficie de los animales por la intensa acción del calor, por lo tanto los requisitos de calidad del agua en la etapa de depilado no son tan estrictos (aunque no deben dejarse al margen). El lavado posterior de los animales va a contribuir a eliminar la suciedad superficial y restos de piel y pelos.

Con las premisas que se acaban de exponer, se describen a continuación dos técnicas con las que se pueden conseguir reducciones en el consumo de agua y de energía necesaria para calentar el agua del equipo de depilación y flagelación.

#### RECIRCULACION DEL AGUA EN EL EQUIPO DE DEPILADO/FLAGELADO

El agua utilizada para el arrastre de los pelos y epidermis y para lavado de las canales en las máquinas de depilado y flagelado, puede ser recirculada en la misma operación tras la separación de las cerdas y la epidermis y su recalentamiento mediante inyección de vapor hasta una temperatura de 55-60°C. Por razones higiénicas, el sistema está cerrado y tanto la recogida de agua como su recirculación se hace en condiciones higiénicas. A lo largo del ciclo se añade agua de reposición para compensar el agua que se pierde con la salida del animal.

El agua del circuito se descarga al menos una vez al día, tras lo cual el sistema se limpia y desinfecta.

#### INSTALAR BOQUILLAS DIFUSORAS EN LAS DEPILADORAS/FLAGELADORAS

Otra medida de reducción del consumo de agua consiste en reemplazar las tuberías perforadas o duchas de agua en la parte superior de la depiladora y flageladora por boquillas difusoras que proyecten chorros de agua a presión dirigidos hacia los animales o en zonas donde ayuden a evacuar las cerdas y restos de piel hasta la parte baja del equipo. El sistema de enjuagado puede estar comandado por electroválvulas accionadas por detectores de presencia para que sólo funcionen cuando haya presencia de animales en el equipo.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de agua y del vertido de agua residual: Según un ejemplo del BREF, la optimización del consumo de agua en la máquina depiladora con la instalación de boquillas difusoras reduce el consumo de agua desde 16 litros por animal hasta 6 litros por animal (desde 208 l/t canal hasta 78 l/t de canal).

Reducción del consumo de energía térmica.

### Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Se deben establecer los necesarios controles para asegurar las condiciones higiénicas del agua de recirculación.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	La existencia de máquinas depiladoras y flageladoras antiguas, así como la falta de espacio y la complejidad de los sistemas de recirculación y recalentamiento del agua, puede hacer inviable técnicamente la aplicación de estas medidas.
<b>Aspectos económicos</b>	Los costes de adaptación de las máquinas depiladoras y flageladoras para recoger y recircular el agua puede hacer que la implantación de estas técnicas no sea viable económicamente en instalaciones existentes.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>40 Optimización del desangrado y gestión de la sangre</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Desangrado
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual	

### Descripción

Siendo esta operación una de las que mayor carga contaminante puede aportar a los efluentes de matadero, se deben tener en cuenta una serie de medidas que eviten, o al menos minimicen en todo lo posible la pérdida o derrame de sangre sobre los equipos y el suelo, cuyo destino final será en estas condiciones la red de drenaje.

La sangre es el líquido que mayor DQO presenta de todos los existentes en las industrias del sector cárnico ( alrededor de 375.000 mg O<sub>2</sub>/l), así como una elevada concentración de nitrógeno (30.000 mg/l). La presencia de estos y otros parámetros contaminantes en la sangre, unido a los volúmenes importantes generados, hace que el manejo incorrecto de esta sustancia pueda tener consecuencias significativas tanto si su destino es una planta de depuración (propia o municipal) como si se vierte directamente al Dominio Público Hidráulico.

Por tanto, la contención de la sangre y su adecuado manejo dentro de la instalación es una de las prácticas ambientales más importantes en un matadero y ello se puede conseguir en gran medida a través de la optimización de las técnicas de desangrado, recogida, transporte y almacenamiento de la sangre.

La elección del sistema más adecuado de desangrado, recogida, transporte y almacenamiento estará determinado por el tipo de gestión final de la sangre, o dicho de otro modo, por sus posibilidades de valorización y el precio final de venta, de manera que unos sistemas son más higiénicos que otros en función de si la sangre se va a emplear para elaborar productos alimentarios o farmacéuticos o si se va a transformar en harinas, compost, biogás, etc.

Las alternativas más apropiadas que se pueden aplicar en esta etapa son:

#### \* GARANTIZAR UN DESANGRADO ÓPTIMO

El desangrado del animal sacrificado se realiza entre las operaciones de sacrificio y escaldado (para porcino) o corte de patas y cuernos (en vacuno), estando su duración condicionada por el diseño de la instalación y el volumen de producción del matadero. A menudo, este tiempo no es suficiente para asegurar el desangrado óptimo del animal, produciéndose un excesivo vertido de sangre a lo largo de la línea de procesado.

Si el desangrado se hace por métodos tradicionales, la mayor parte de ésta fluye en los primeros 60-90 segundos siguientes a la apertura de los vasos sanguíneos, aunque la sangría generalmente debe prolongarse para recuperar al máximo la sangre. El establecimiento de unos tiempos de desangrado mínimos que aseguren la máxima recogida de sangre es un primera medida que debe tomarse.

Según el Documento BREF, se pueden obtener los siguientes rendimientos de recogida de sangre aplicando métodos tradicionales de desangrado pero optimizando los tiempos. En el caso de vacuno se recuperan 16 litros en 1 minuto, de un total de 18 litros. En este caso la velocidad de sacrificio se puede considerar lenta y en 2 minutos se puede recoger prácticamente toda la sangre empleando bandejas más amplias.

En el caso del ganado porcino se pueden recoger 3,2 litros en los primeros 40 segundos y 3,5 litros en 1 minuto, de un total potencial de 4 litros aproximadamente.

Segun los datos anteriores, incluso en un sangrado eficiente se pierden a lo largo de la línea 0,5 l por cabeza de porcino (5,4 l/t canal) y 2 l por cabeza de vacuno (6,2 l/t canal).

#### \* RECOGIDA, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LA SANGRE. SISTEMA DE DOBLE DRENAJE

El sistema de recogida de la sangre más indicado en cada caso dependerá del destino que se le vaya a dar a la sangre recuperada. Si la sangre se va a procesar para consumo humano o para extraer compuestos de interés comercial por su alto valor añadido, se necesitará una mayor calidad higiénica que si se transforma por métodos térmicos para obtención de harinas u otros productos menos valiosos.

La instalación debe disponer de sistemas que permitan la recogida total de la sangre dentro de la zona de desangrado, reduciendo al mínimo la caída de sangre en otras partes de la instalación y evitando que restos de la misma lleguen a los sistemas de recogida de aguas.

Para ello, en la zona de desangrado se instala un sistema de drenaje con dos tuberías: una que conduce al tanque de almacenamiento de la sangre y otro que lleva al desagüe. Durante las operaciones de sacrificio, se utiliza la tubería que conduce al tanque de almacenamiento de la sangre, mientras que durante la limpieza, se utiliza la que conduce al desagüe. De esta forma, la sangre recogida no está diluida con agua y se reduce al mínimo la cantidad de sangre presente en las aguas residuales.

Existen algunos sistemas automatizados que impiden el comienzo de las operaciones de sacrificio si el drenaje que conduce al desagüe está abierto.

Como medida adicional, al terminar la operación de sacrificio y antes de comenzar la limpieza con agua, puede recogerse la sangre restante de forma que se incorpore al tanque de almacenamiento de la sangre en lugar de ir al desagüe.

El transporte desde la zona de recogida hasta los depósitos de almacenamiento se debe realizar mediante conducción cerrada y desinfectada.

Los sistemas de recogida de la sangre deben incorporar varios depósitos intermedios de menor tamaño que el tanque de almacenamiento, antes de bombearla a éste.

El objeto de esta medida es retener transitoriamente y tener perfectamente identificada en los depósitos intermedios, la sangre correspondiente a un mismo lote de animales, hasta que el veterinario inspeccione y en su caso, de la conformidad sanitaria de cada lote. A partir de ese momento se puede transferir la sangre del lote verificado hasta el tanque de almacenamiento, donde se mezclará con sangre perteneciente a animales de otros lotes conformes.

De esta manera se evitan los mayores inconvenientes de gestionar grandes volúmenes de sangre que puedan haber sido contaminados por un pequeño volumen de sangre no apta para su valorización por ningún método.

La sangre puede ser valorizada en la propia instalación o vendida a gestores externos.

\* Cuando la sangre se vende a gestores externos o no se puede transformar en ese momento en la instalación, ésta se debe enfriar y almacenar en tanques refrigerados a una temperatura que variará en función del destino final de la sangre. La refrigeración permite el almacenamiento durante al menos 5 días. Así mismo, es habitual el uso de anticoagulantes en este caso.

— Si el aprovechamiento es para obtener plasma, el almacenamiento se debe hacer en tanques refrigerados 2-4 °C, con agitación y con adición de sustancias anticoagulantes.

— Si el aprovechamiento es para transformación en harinas, las temperaturas oscilan entre 7-10°C.

\* Cuando las técnicas de valorización comienzan en la propia instalación, un ejemplo de tratamiento es la coagulación con vapor antes de su transformación en harinas, tratando el suero en la depuradora de aguas.

El fomento por parte de la administración de empresas dedicadas a la valorización de la sangre es esencial para permitir que la sangre pueda ser considerada como un subproducto de valor en cualquier zona geográfica.

Según ejemplo del BREF, la instalación de un sistema de drenaje doble combinado con bandejas de recogida de sangre hasta la zona de eviscerado y una bomba para alimentar el tanque de recogida de sangre, redujo el vertido total de DQO en un 22% (alrededor de 1,25 kg DQO/t de canal de porcino).

## Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la carga contaminante total del vertido: Dada la elevada carga orgánica de la sangre, su recogida segregada de las aguas residuales reduce de forma muy importante la carga contaminante de estas últimas. También se reduce la contaminación por nitrógeno y otras sustancias contaminantes.

Por tanto, cualquier técnica que elimine el vertido de sangre en favor de su recuperación supone una mejora ambiental importante, no obstante cuanto más

higiénica sea la recogida de la sangre mayores serán sus posibilidades de valorización.

Según datos bibliográficos, la cantidad total de sangre por animal puede suponer entre un 4-4,5% del total del peso del animal, y de este volumen, el 20-25% permanece en el animal tras un desangrado tradicional. La sangre tiene una elevada DQO (375.000 mg O<sub>2</sub>/l), por lo que la minimización de la cantidad de sangre que acaba incorporándose a las aguas residuales supone una gran reducción de su carga contaminante. Según estos datos, la DQO asociada a la sangre recuperada sin optimizar el tiempo de desangrado será de aproximadamente, 11 a 15 kg DQO/t de animal.

Un indicador que representa de un modo más preciso el nivel de mejora asociado a esta MTD, es la reducción de la carga orgánica del vertido expresada como kg de DQO/t de canal.

El grado de magnitud del indicador va a depender de la cantidad de sangre que se recoja actualmente por animal y de la cantidad de sangre que se puede llegar a recoger en condiciones y tiempos adecuados. Según el BREF europeo, se pueden recoger hasta 16 l/cabeza de vacuno y 3,5 l/cabeza de porcino.

La DQO aproximada que se evita aportar en el agua residual al recoger estas cantidades de sangre son:

- Para vacuno (considerando un peso vivo del animal de 450 kg aprox.); 24 kg DQO/t de canal.
- Para porcino (considerando un peso vivo del animal de 100 kg aprox.); 19 kg DQO/t de canal.

## ! Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	La eliminación de la sangre en las piezas cárnicas utilizadas en la elaboración de productos cárnicos puede ser crítica en algunos casos. Los sistemas de recogida y almacenamiento de la sangre deben diseñarse de modo que no se produzcan contaminaciones cruzadas de producto, ni durante su manejo en condiciones normales ni por avería o rotura.
<b>Riesgos laborales</b>	Riesgos asociados a la manipulación de una sustancia problemática, como es la sangre. No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	Beneficio por venta de la sangre: muy variable en función de la calidad higiénica de la sangre y de la distancia al centro de valorización. La sangre que se recoge higiénicamente puede venderse, obteniéndose un beneficio económico. La recogida de la sangre implica mayor consumo energético, pero generalmente resultan más caros los sistemas de depuración y la energía empleada en depurar los efluentes cargados de sangre, así como el pago de los cánones de vertido. Se necesitan 30,5 kWh de electricidad para refrigerar 1 t de sangre hasta 5°C.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.



## 41 Escaldado por duchas o escaldado por condensación de vapor

**Proceso:** Mataderos de porcino

**Operaciones implicadas:** Escaldado

**Aspectos ambientales que mejora:** Consumo de agua, consumo de energía (térmica)

### ■ Descripción

Desde el punto de vista ambiental, la operación de escaldado destaca por la producción de un elevado volumen de aguas residuales con elevada carga orgánica, además del consumo de energía térmica para el calentamiento del agua de escaldado.

La sustitución del escaldado por inmersión en un baño con agua a alta temperatura por el escaldado mediante duchas o por condensación de vapor, es una solución que implica un cambio en la tecnología existente en muchas instalaciones, pero que sin embargo, soluciona de raíz gran parte de la problemática ambiental asociada a esta operación.

Seguidamente se describen las dos alternativas tecnológicas al tradicional escaldado por inmersión, a saber escaldado por condensación de vapor y escaldado por duchas.

\* El ESCALDADO MEDIANTE DUCHAS (también llamado escaldado por aspersión) consiste en un sistema vertical en el que las duchas rocían agua caliente a más de 60°C sobre la superficie del animal a través de boquillas situadas a diferentes alturas. La canal es transportada verticalmente en los railes portantes a través de un túnel cerrado de gran altura donde recibe la ducha de agua caliente. El calentamiento del agua se realiza con vapor en un intercambiador de calor. El agua es recirculada hasta que su calidad higiénica ya no permite su reutilización en el proceso, con el consiguiente ahorro del consumo de agua, energía y agua residual que ello implica.

Este sistema, además de las mejoras ambientales respecto a la inmersión, también reduce la penetración de agua en el animal, evitando de este modo una posible fuente de contaminación, por tanto, se puede conseguir una mejor calidad higiénica de las canales, además de prevenir el riesgo de sobreescaldado.

\* En el ESCALDADO POR CONDENSACIÓN DE VAPOR, las canales también se introducen en un túnel suspendidas verticalmente. En el túnel se inyecta vapor a través de ventiladores. Un sistema de agua fría reduce la temperatura hasta los 63-64°C provocando la condensación del vapor en forma de gotitas de agua caliente que caen sobre la superficie de los cerdos y provocan el efecto de escaldado. Este proceso puede mantener una temperatura constante y 100% de humedad bajo cargas variables, lo cual es crucial para una buena operación de escaldado.

Su duración ronda los 7 minutos y se necesita para cada cerdo unos 3,5 kg de agua en forma de vapor.

Este sistema evita en gran medida la contaminación de las canales por el agua de

escaldado y la entrada de agua y gérmenes en los pulmones y a través de la herida de sacrificio. Al igual que la técnica anterior mejora la calidad higiénica de las canales y reduce el riesgo de sobreescaldado.

A pesar de las ventajas ambientales del escaldado por condensación de vapor y por duchas de aspersión, los costes de sustitución de los tanques de escaldado por inmersión no es rentable atendiendo únicamente a los criterios de ahorro energético y agua.

No obstante, esta medida debe observarse en la previsión de futuras ampliaciones, cambios en los procesos o instalaciones, inversiones en sustitución de equipos obsoletos, etc.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de agua: Según el BREF, el consumo de agua en escaldadores de condensación es de 40-65 l/t de canal. La reducción en el consumo de agua respecto a la inmersión para escaldado por duchas es del 40%, llegando hasta el 92% para los sistemas de condensación de vapor.

Reducción del consumo de energía térmica: Según el BREF, el consumo energético en escaldadores de condensación es de 5,2 kWh/t de canal.

Reducción del volumen de agua residual generado durante el escaldado, aunque puede que aumente la carga orgánica disuelta.

### Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En el caso de escaldado por condensación de vapor, los cerdos se deberían limpiar previamente con agua para evitar que la suciedad impida el adecuado contacto del vapor con la piel.
<b>Aspectos económicos</b>	La inversión necesaria es elevada. Por ejemplo, el período medio de retorno estimado para un escaldador por duchas de aspersión es superior a 5 años. La inversión en el caso de los escaldadores por condensación de vapor es aún mayor, aunque los ahorros en el consumo de agua y energía también son mayores. La implantación de estos sistemas en sustitución de tanques de inmersión no es viable por motivos puramente de ahorro de agua y energía, aunque sí debe estudiarse su viabilidad en instalaciones nuevas, construcción de líneas nuevas en plantas existentes.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>42 Minimización del consumo de agua durante la estabulación de los animales</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos de porcino	<b>Operaciones implicadas:</b> estabulación, limpieza de establos
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, agua residual	

### Descripción

Durante el breve periodo de estabulación de los animales previo al sacrificio hay que asegurar un suministro adecuado de agua evitando aportes excesivos que redunden tanto en un alto e innecesario consumo como en el vertido de ese exceso de agua como corriente residual.

Para conseguir minimizar el consumo de agua en esta etapa es conveniente evitar los sistemas de aporte continuo de agua de bebida y en el caso del ganado porcino, el duchado no planificado y/o manual.

Existen una serie de técnicas que se pueden aplicar durante la estabulación de los animales y que permite reducir el consumo de agua y la generación de aguas residuales. Estas técnicas son:

\* En instalaciones nuevas, duchado de los cerdos con un sistema de difusores de accionamiento temporizado.

El duchado de los cerdos se realiza especialmente durante periodos de clima seco y caluroso por razones de bienestar del animal. Esta técnica ayuda a calmarlos durante la estabulación y a prevenir situaciones de estrés. Las boquillas de las duchas se pueden diseñar e instalar de modo que solo se activen cuando haya cerdos en los establos y sea necesario aplicar una ducha. El caudal de las duchas y la duración de la operación se controlan automáticamente.

El duchado también mejora las condiciones de trabajo y salud de las personas que desarrollan su actividad diaria o parte de ella en la zona de los establos, ya que se reducen los niveles de polvo en el ambiente.

\* Instalación de sistemas más eficientes para el suministro de agua de bebida a los animales como alternativa a los abrevaderos.

El suministro de agua en los establos puede controlarse según la demanda por parte del animal. De esta manera se puede suministrar la ración de agua apropiada a intervalos adecuados. La cantidad de agua de bebida se puede optimizar instalando sistemas de aporte discontinuo de agua, que sean accionados directamente por los animales o bien por boyas de nivel al alcanzarse un nivel mínimo establecido en los abrevaderos.

El uso de sistemas de aporte discontinuo de agua en lugar de abrevaderos de aporte continuo de agua tiene la ventaja de que solo se suministra el agua que el animal necesita consumir, evitando despilfarros.

El concepto de “minimización” no debe interpretarse como un ajuste al límite del aporte de agua de bebida o duchado. Esta medida está orientada a suprimir los despilfarros de agua que se puedan producir en esta etapa, pero garantizando en cualquier caso un acceso suficiente al agua de modo que la salud y bienestar del animal no se vea mermada.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción del consumo de agua y de generación de aguas residuales: El duchado de los cerdos, mediante sistemas difusores de accionamiento temporizado, permite ahorrar agua y vertidos de media-alta carga contaminante ya que se elimina la posibilidad de que el operario encargado de realizar la operación manual utilice a su voluntad un volumen excesivo de agua o que aplique mayor número de duchas de las necesarias y durante más tiempo. Así mismo, también se economiza y mejora la operación respecto al simple duchado automático por difusores pero sin planificación ni control temporal de la operación.

El nivel de mejora logrado dependerá del estado inicial de la instalación en la zona de recepción y estabulación. El ahorro del consumo de agua y reducción de la carga contaminante del agua residual, pueden ser datos no extrapolables a otras instalaciones, ya que las tareas realizadas en el ámbito general de la gestión de los animales en la zona de recepción y estabulación, pueden ser muy variables.

### ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Siempre se deben de contemplar los requisitos de bienestar del animal y su correcta hidratación. Es una técnica aplicable solamente a ganado porcino.
<b>Aspectos económicos</b>	El cambio de los sistemas de duchado de animales y suministro de agua actuales a sistemas más óptimos, requiere de un estudio previo de viabilidad económica. Esto puede resultar no rentable en el caso de instalaciones existentes, por tanto esta técnica se aplica a instalaciones nuevas.
<b>Aplicable en</b>	Para instalaciones nuevas de ganado porcino.

### 43 Sustitución del transporte hidráulico de subproductos por sistemas mecánicos o neumáticos o bandejas

**Proceso:** Mataderos en general

**Operaciones implicadas:** Evisceración

**Aspectos ambientales que mejora:** Agua residual, consumo de agua, residuos orgánicos

#### Descripción

Las vísceras y recortes retirados en la fase de evisceración de los animales, tanto los despojos comestibles como los no comestibles deben ser transportados para su aprovechamiento o eliminación posterior. Si dichos materiales no son transportados higiénicamente resultan inservibles y pasan a ser considerados como residuos.

El transporte hidráulico era uno de los sistemas más utilizados en las instalaciones de nuestro país en tiempos no demasiado lejanos, aunque actualmente son más los mataderos que emplean sistemas más respetuosos con el medio ambiente.

El transporte hidráulico se basa en el arrastre de los materiales cárnicos en el agua que circula por los canales de transporte. Lógicamente, el sistema precisa de un determinado volumen de agua que será proporcional a las necesidades de transporte de material, y que se va contaminando con el tiempo debido a los aportes de carga orgánica soluble, sangre, grasas y sólidos por parte del material transportado. El agua de transporte si no es manejada adecuadamente se convierte fácilmente en un caldo de cultivo adecuado para el crecimiento de microorganismos y puede actuar como vehículo de contaminación de los materiales cárnicos transportados.

En muchos casos, el transporte húmedo de los subproductos supone un punto crítico de calidad y condiciona su posterior uso o aprovechamiento, especialmente en el caso de los despojos para consumo humano.

Por otra parte, el transporte con agua incrementa la humedad de los despojos dificultando su manejo posterior y provocando la generación de lixiviados.

La sustitución del transporte hidráulico de los subproductos o residuos cárnicos dentro de la instalación por sistemas en seco, que no utilizan agua como medio de transporte, permite evitar la generación de un volumen de agua de transporte con una elevado grado de contaminación orgánica (sangre, sólidos, grasas, pelos) debido a la transferencia de dichos materiales desde los residuos al agua de transporte. Otra ventaja es que estos sistemas de transporte en seco permiten obtener subproductos en mejores condiciones sanitarias debido a que se reduce la posibilidad de contaminación microbiológica por el agua de transporte, así como el grado de humedad de los mismos.

\* Los sistemas mecánicos utilizan para el transporte vagonetas, cintas transportadoras, contenedores, etc. Precisan generalmente de más mano de obra que los hidráulicos, aunque son los más sencillos de instalar y mantener.

\* Los sistemas neumáticos aprovechan corrientes o depresores de aire en conducciones cerradas. Precisan de sistemas más complejos de control, están sometidos a un mayor mantenimiento y pueden ser más complicados de limpiar que los hidráulicos.

En general, además de los beneficios ambientales de esta MTD, los subproductos transportados por medios mecánicos o neumáticos tienen menor riesgo de contaminación microbiológica que en el caso del transporte hidráulico. Asimismo, los subproductos tienen un menor grado de humedad.

### Descripción de la mejora ambiental

---

Reducción de la carga contaminante de las aguas residuales, debido a las menores posibilidades de transferencia de sustancias desde los restos sólidos orgánicos hasta las aguas residuales.

Adicionalmente, se obtienen subproductos/residuos con menor humedad y por tanto más fácilmente gestionables.

Al no haber contaminación por el agua de transporte, los subproductos tienen mejor calidad microbiológica y menor humedad, con el consiguiente aumento de su aceptación en otros mercados.

### Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	En instalaciones nuevas no se prevén. En instalaciones existentes pueden existir condicionantes técnicos.
<b>Aspectos económicos</b>	En instalaciones existentes, además del estudio de viabilidad técnica, es necesario el estudio de rentabilidad económica, aunque la sustitución de sistemas y tecnologías de cierta envergadura siempre supone un nivel de inversión elevado.
<b>Aplicable en</b>	Instalaciones nuevas.

<b>44 Evitar y/o minimizar el enjuague de las canales, utilizando técnicas limpias de evisceración</b>	
<b>Proceso:</b> Mataderos en general	<b>Operaciones implicadas:</b> Evisceración
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Consumo de agua, agua residual	

### Descripción

Si el sacrificio y la evisceración se realiza hábilmente y con cuidado, se minimiza el riesgo de contaminación de la canal, aumentando la calidad del producto y disminuyendo al mismo tiempo la necesidad de lavados tras la inspección veterinaria.

La extracción de las tripas durante el eviscerado es una operación crítica desde el punto de vista sanitario, ya que cualquier rotura del paquete intestinal o escapes del contenido del mismo obligan a rechazar la canal o a realizar intensas limpiezas de la canal y del área de trabajo.

Además de las implicaciones sanitarias, estas operaciones tienen implicaciones ambientales importantes ya que durante las limpiezas se generan aguas residuales con elevada carga contaminante, además del residuo que se genera si se desecha la canal.

En resumen, debe prestarse especial atención a las operaciones de faenado de las canales para evitar dejar en ellas suciedad, manchas de sangre, pequeños restos de músculo, grasa y huesos adheridos, pelos, etc., lo cual implica un lavado final exhaustivo con el consiguiente aumento del volumen y carga contaminante de las aguas residuales.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción del consumo de agua.

Reducción del volumen y carga contaminante de las aguas residuales.

Hay una serie de factores externos que pueden afectar al correcto desarrollo de esta MTD como puede ser la dieta de los animales previa al sacrificio o la experiencia de los operarios. Un indicador de la mejora podría ser el grado de reducción de canales que es necesario lavar por rotura de los paquetes intestinales.

### Condicionantes

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	El enjuague en profundidad de las canales se realizará cuando haya claras evidencias de riesgo en la calidad y seguridad de las piezas.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>45 Eliminación en seco de sal previo al lavado de perniles</b>	
<b>Proceso:</b> Elaborados curados	<b>Operaciones implicadas:</b> Desalado
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Agua residual, consumo de agua, residuos	

### Descripción

La operación del lavado húmedo de los perniles tras el salado de los mismos, es quizá la que genera las emisiones más problemáticas del proceso de elaboración de jamón serrano. Se generan aguas residuales de elevada conductividad eléctrica (más de 15.000  $\mu\text{S/cm}$ ).

Una forma de reducir la conductividad eléctrica de las aguas de lavado es eliminar en seco la mayor parte posible de la sal presente en la superficie de los perniles. Generalmente se retira parte de esta sal de forma manual mediante golpes secos sobre una superficie o rascado manual. Sin embargo, estas técnicas no son capaces de eliminar eficazmente la sal adherida en la superficie del jamón. En los últimos años se han desarrollado sistemas automáticos para la eliminación en seco de la sal de la superficie del jamón que mejoran considerablemente la eficiencia de dicha retirada. Estos sistemas pueden ser:

- Mecánicos (aplicación de cepillos sobre la superficie del jamón).
- Neumáticos (chorros de aire o aspiración).
- Mixtos (cepillado mecánico combinado con aspiración de la sal).

Existen en el mercado sistemas adaptados a diferentes condiciones de operación (capacidad de trabajo) y que dan resultados variables en la reducción de la contaminación salina. En todo caso, los aspectos que se deben de tener en cuenta a la hora de seleccionar estos equipos son:

- el rendimiento de eliminación de sal;
- el control de la posible contaminación microbiológica a través de los cepillos;
- daños mecánicos en la superficie de los perniles.

### Descripción de la mejora ambiental

Recuperación de sal que se puede reutilizar en el proceso: Se puede llegar a recuperar una cantidad de sal comprendida entre 95-98% aplicando un sistema combinado mecánico y neumático, frente a un nivel de recuperación de 70-80% si solo se utiliza un sistema mecánico.

Reducción del consumo de agua.

Reducción de la conductividad en el efluente.



## ! Condicionantes

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	No limitante.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	No limitante.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

<b>46 Contar con un sistema adecuado para la gestión de residuos</b>	
<b>Proceso:</b> Matadero y elaborados	<b>Operaciones implicadas:</b> Gestión de residuos
<b>Aspectos ambientales que mejora:</b> Residuos	

### Descripción

Como se ha visto en el capítulo tercero, en las industrias cárnicas se genera un conjunto de subproductos y residuos en cantidades y tipologías variables, que en cualquier caso deben ser gestionados de un modo correcto para evitar consecuencias ambientales e higiénico-sanitarias negativas que se pudieran derivar de su manipulación incontrolada en los centros productivos.

Además, si los subproductos generados no se manejan adecuadamente pueden convertirse en residuos orgánicos sin ningún tipo de valor comercial y con difícil aceptación a un precio razonable por las empresas de gestión, tratamiento y eliminación de residuos.

Según se indica en el apartado 3.1.7 de esta guía, el Reglamento 1774/2002 establece tres categorías de subproductos y especifica las condiciones en las que debe realizarse su gestión o valorización. En la mayor parte de los casos, la valorización o eliminación de estos subproductos son realizadas por empresas diferentes al propio centro productivo, siendo obligación de la industria cárnica realizar una adecuada gestión de los mismos hasta su cesión a dichas empresas.

La gestión de los subproductos en las industrias cárnicas puede basarse en tres principios básicos, a partir de los cuales cada instalación debe identificar y evaluar una serie de alternativas, de entre las cuales seleccionar, desarrollar y ejecutar el sistema que más se adapte a sus necesidades. Estos principios o criterios básicos pueden resumirse en:

- \* Identificación y cuantificación de los principales subproductos y residuos.
- \* Adecuar la gestión de cada subproducto/residuo a la legislación vigente (ambiental e higiénico-sanitaria).
- \* Adecuada segregación.

No obstante, para que esta medida sea acorde con los principios de actuación de las recientes Directivas europeas y Leyes nacionales y autonómicas (la Ley IPPC como ejemplo más claro), a saber PREVENCIÓN, VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN, en este orden decreciente de importancia, la alternativa por la que opte la empresa debe observar en primer lugar medidas prácticas que promuevan la prevención, o al menos la reducción de la generación de residuos.

Atendiendo al principio anterior, el objetivo principal de una gestión adecuada de los subproductos y residuos debe ser, en primer lugar, reducir el impacto ambiental de las operaciones de procesado tanto como sea posible en la práctica, teniendo en cuenta los aspectos económicos y el beneficio ambiental, y siendo acorde con el

cumplimiento de los requisitos legales. Es decir, en primer lugar hay que analizar la situación justo antes del momento en que se genera el residuo y tratar de aportar soluciones en ese punto, para con ello minimizar la cantidad de materiales desperdiciados con el fin de:

- reducir los costes asociados a las mermas de producto y pérdida de materia prima y los costes asociados a la eliminación de residuos;
- conservar los recursos naturales;
- adaptarse a la legislación.

La implantación de buenas prácticas de prevención y gestión de residuos encaja perfectamente con los objetivos perseguidos en la aplicación de esta MTD. Como ejemplo de buenas prácticas se pueden tener en cuenta las siguientes:

- mantener un buen control de inventarios para evitar la pérdida de materia prima;
- llevar a cabo una apropiada recepción y manejo de la materia prima;
- asegurar que los empleados están informados de los aspectos ambientales que las operaciones de la empresa genera y sus responsabilidades personales al respecto;
- mantener el área de trabajo ordenada, y así también se pueden evitar accidentes;
- formar a la plantilla en buenas prácticas de limpieza y manipulación de subproductos y residuos;
- evaluar los sistemas de recolección de residuos para comprobar si pueden ser mejorados, por ejemplo eliminando la fuente de generación o colocando bandejas para recoger el residuo en caso que se produzcan derrames;
- segregar los residuos sólidos para su reutilización o reciclaje;
- almacenamiento cerrado y de corta duración para los subproductos. Si los subproductos y/o residuos van a abandonar la instalación en el plazo de pocas horas desde su recogida puede no ser necesario su almacenamiento refrigerado.

### Descripción de la mejora ambiental

Reducción de la generación de residuos y mayor control sobre las operaciones o procesos donde se generan.

Reducción de la emisión de olores.

Mayores posibilidades de valorización de los subproductos, pudiendo tener estos mayor aceptación en otros mercados.

Se reduce el riesgo de infestación por insectos, roedores y aves.

Como consecuencia directa de todo lo indicado, se mejoran, en general, las condiciones ambientales, sanitarias e higiénicas de la instalación.

Al tratarse de una MTD de carácter general, los resultados cuantificables obtenidos van a depender, entre otros factores, del alcance y la ambición de los objetivos marcados. Además, al poder emprenderse multitud de acciones de gestión y control, los niveles de mejora no serán, en la mayoría de los casos, ni comparables ni aplicables a otras instalaciones del sector, aún realizando ambas una correcta gestión de los residuos.

### **! Condicionantes**

---

<b>Calidad, seguridad alimentaria</b>	Las medidas adoptadas para gestionar los subproductos y residuos no deben cruzarse de ningún modo con las operaciones de obtención de canales, despiece o elaboración de productos para evitar contaminaciones. Por tanto, estas dos actividades tienen que estar físicamente separadas de un modo claro.
<b>Riesgos laborales</b>	No limitante.
<b>Aspectos técnicos</b>	Es posible que se deban habilitar determinadas zonas para el almacenamiento de subproductos y residuos.
<b>Aspectos económicos</b>	
<b>Aplicable en</b>	Todas las instalaciones.

### 4.3.1. MTDs genéricas

#### Consumo de agua

<b>Mejora de la gestión del agua</b>
<p><input type="checkbox"/> Aplicar buenas prácticas ambientales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— avisar y reparar las fugas de agua lo más rápidamente posible;</li> <li>— instalar sondas de nivel en depósitos de agua;</li> <li>— realizar un programa rutinario de auditoría visual del manejo del agua y del agua residual en la instalación. Es recomendable que sea dirigido periódicamente por un experto;</li> <li>— controlar la presión del agua y el estado de las boquillas de pulverización de agua.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Mejora de las operaciones de mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— régimen de mantenimiento que asegure la reparación inmediata de fugas de agua y averías;</li> <li>— operar las torres de refrigeración de modo que se eviten al máximo las pérdidas de agua a la atmósfera.</li> </ul>
<b>Buenas prácticas en operaciones de limpieza</b>
<p><input type="checkbox"/> Realizar limpieza en seco siempre que sea posible. Retirar en seco la mayor cantidad de subproductos, residuos y restos sólidos orgánicos en general, de los tanques, equipos y superficies, antes de proceder a su limpieza con agua.</p>
<p><input type="checkbox"/> Aplicar buenas prácticas ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— instalar bandejas de recogida en puntos de caída habitual de materia orgánica;</li> <li>— barrer, recoger con pala o con aspiradores el material derramado en vez de arrastrarlo hasta el desagüe con mangueras de agua;</li> <li>— evitar el uso de mangueras a modo de cepillos o escobas;</li> <li>— asegurarse de que los equipos de limpieza en seco están siempre fácilmente disponibles;</li> <li>— disponer de los contenedores más adecuados al tipo de subproductos y/o residuos recogidos;</li> <li>— asegurar la existencia de rejillas y trampas de retención de sólidos en las bocas de los desagües y de que éstas están colocadas en el momento de las limpiezas.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Para la limpieza manual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— limpieza con agua a alta presión (bajo volumen) en las zonas sucias como la de recepción y espera y las zonas de carga y descarga;</li> <li>— utilizar mangueras con sistemas de cierre rápido y regulación de caudal en el extremo;</li> <li>— formación del personal en materia de buenas prácticas de reducción del consumo de agua en las operaciones de limpieza.</li> </ul>

#### Consumo de materiales

<b>Selección de materiales</b>
<p><input type="checkbox"/> Eliminación de sustancias halogenadas como refrigerantes, con especial atención a los CFCs (clorofluorocarbonos) y los HCFCs (hidroclorofluorocarbonos).</p>
<p><input type="checkbox"/> Elección de materiales de envase con el menor impacto ambiental, teniendo en cuenta peso, volumen, componentes y potencialidad para su recuperación, reutilización y reciclaje.</p>

**Buenas prácticas en operaciones de limpieza**

- Reducción del consumo de productos químicos mediante:
  - sustitución de las operaciones de limpieza manual por sistemas automáticos CIP (Cleaning In Place) en aquellos puntos que sea posible;
  - reducción del consumo de EDTA (Ácido etilendiamintetraacético) en detergentes industriales;
  - evitar el uso de biocidas oxidantes basados en compuestos organohalogenados.

**Consumo de energía**

**Mejora de la gestión de la energía**

- evitando el uso de más energía de la necesaria:
  - reduciendo los tiempos de calentamiento/enfriamiento sin perjuicio para el producto;
  - controlando en cada proceso los parámetros clave como la temperatura, presión, caudal, nivel de llenado de depósitos, etc.

**Buenas prácticas en operaciones auxiliares**

- Para los sistemas de generación de vapor
  - maximizar la recirculación de condensados;
  - aislamiento de las tuberías de nueva instalación;
  - mejorar la descarga de condensados, aire y otros gases no condensables, evitando o minimizando la salida de vapor en la descarga;
  - reparar las fugas de vapor lo antes posible;
  - reducir las operaciones de purga.
- Para la generación de aire comprimido
  - en el tratamiento del aire comprimido:
    - revisar y efectuar el mantenimiento regular del sistema de tratamiento del aire de un modo regular;
    - controlar la temperatura del secador de aire;
    - examinar el uso que se hace del aire comprimido y su necesidad;
    - comprobar si existen pérdidas de aire comprimido por fugas y repararlo inmediatamente;
- Para la generación de frío
  - mantener los condensadores limpios;
  - asegurarse que el aire que entra en los condensadores está lo más frío posible;
  - comprobar que no haya fugas de refrigerante;
  - comprobar los niveles de aceite, etc.
- Para las salas o cámaras climatizadas
  - mantener las puertas y ventanas cerradas siempre que sea posible;
  - refrigerar durante la noche;
  - verificar adecuadamente el desescarchado de los evaporadores;
  - evitar refrigerar las cámaras más de lo necesario.

<p><input type="checkbox"/> Emplear combustibles y productos de baja emisión.</p>
<p><input type="checkbox"/> Aplicar procesos y sistemas productivos de baja emisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— teniendo en cuenta la optimización de la energía en la planificación, construcción y explotación de los sistemas;</li> <li>— sustituyendo las sustancias que destruyan la capa de ozono, como son los CFCs y los HCFCs.</li> <li>— las operaciones que implican la parada o desviación de los sistemas de tratamiento de gases (en caso de que existan dichos sistemas) deben ser diseñados y maniobrados de modo que se garantice una baja emisión y debe estar sometido a un seguimiento especial mediante el registro de parámetros de proceso relevantes;</li> <li>— estableciendo planes y medidas de emergencia para reducir inmediatamente las emisiones en caso de avería de los sistemas de tratamiento o reducción de gases (en caso de que existan dichos sistemas).</li> </ul>

## **Residuos**

<b>Minimización de residuos</b>
<p><input type="checkbox"/> Aplicación de buenas prácticas ambientales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— mantener un buen control de inventarios para evitar la pérdida o deterioro de materias primas, secundarias o auxiliares;</li> <li>— asegurar que los empleados están informados de los aspectos ambientales que las operaciones de la empresa genera y sus responsabilidades personales al respecto;</li> <li>— mantener el área de trabajo ordenada para evitar accidentes;</li> <li>— evaluar los sistemas de recolección de residuos para comprobar si pueden ser mejorados;</li> <li>— identificar y marcar todas las válvulas y accesorios de la maquinaria para reducir el riesgo de que sean accionadas incorrectamente por personal inexperto;</li> <li>— segregar los residuos sólidos para su reutilización o reciclaje.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Mejora de las prácticas operacionales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— llevar a cabo una apropiada recepción y manejo de la materia prima;</li> <li>— equipos de limpieza en seco;</li> <li>— selección de agentes de limpieza y desinfección considerando las implicaciones ambientales.</li> </ul>
<p><input type="checkbox"/> Optimización del proceso de control de inputs, especificaciones, manipulación y almacenamiento y producción de efluentes, para minimizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— producto no apto;</li> <li>— deterioro de materiales;</li> <li>— pérdidas por la red de drenaje;</li> <li>— sobrellenado de depósitos;</li> <li>— uso del agua y otras pérdidas.</li> </ul>

## **Ruido**

<input type="checkbox"/> Utilizar silenciadores en los sistemas de ventilación.
<input type="checkbox"/> Utilizar uniones elásticas entre ventiladores y conductos.
<input type="checkbox"/> Instalar tuberías con mejores propiedades aislantes del ruido: — incrementar el grosor de las tuberías — dotar a las tuberías de camisas aislantes.
<input type="checkbox"/> Aislar partes de las naves industriales.
<input type="checkbox"/> Instalar la maquinaria sobre una base de goma.
<input type="checkbox"/> Mantener puertas y ventanas cerradas.

## **Emisiones accidentales**

<b>Gestión de emergencias ambientales</b>
<input type="checkbox"/> Identificar las fuentes potenciales de incidentes/descargas accidentales (operación anómala) que puedan tener un impacto adverso sobre el medio ambiente.
<input type="checkbox"/> Llevar a cabo una evaluación de riesgos de las descargas potenciales identificadas para determinar su riesgo sobre el medio.
<input type="checkbox"/> Desarrollar medidas de control para prevenir, eliminar o reducir los riesgos asociados a los incidentes potenciales identificados.



## 5. MEDICIÓN Y CONTROL DE EMISIONES

Por medición y control de emisiones (monitorización) entendemos la vigilancia o seguimiento sistemático de las variaciones de un determinado compuesto químico o de una característica física de una emisión, vertido, consumo, parámetros equivalentes o medidas técnicas, tal como se menciona en el *Documento de Referencia de los Principios Generales de Monitorización*. La medición y control de emisiones debe realizarse por dos razones principales:

- ❑ para verificar que las emisiones están dentro de los límites autorizados;
- ❑ para la adecuada elaboración de los informes ambientales periódicos para las autoridades competentes.

Por otra parte, las instalaciones deben efectuar mediciones y controles para realizar la declaración EPER (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes), el cálculo de tasas/cánones de emisión, la medición de los objetivos y metas del sistema de gestión ambiental en su caso, para controlar el rendimiento de los equipos de tratamiento y depuración o como medio de control de la eficiencia del proceso productivo.

La identificación de los parámetros que se van a controlar, las condiciones y metodología de muestreo, los métodos de análisis, la periodicidad con la que se realizan y las condiciones de muestreo, dependerán del uso y destino que se vaya a dar a los datos, así como de las exigencias que, en cada caso, pueda establecer la administración que solicita la información. Por ello, es necesario definir claramente los objetivos de la medición y control de emisiones entre las partes implicadas (titulares de la instalación, administración, terceras partes) para asegurar su utilidad y evitar pérdidas de tiempo y extracostes. Asimismo, será necesario establecer los requisitos de calidad necesarios.

Además, es muy importante tener un buen conocimiento de los procesos de los cuales derivan los parámetros que se van a controlar, tanto para garantizar en todo lo posible la fiabilidad y utilidad de los datos obtenidos, teniendo siempre presente la dificultad y el coste de los distintos métodos de control, como para realizar cálculos y tomar decisiones a partir de los datos de monitorización relacionadas con otros propósitos, al margen de cumplir con los requisitos establecidos en la autorización ambiental integrada. Por ejemplo, el cálculo de los parámetros EPER o la identificación de operaciones anómalas.

Independientemente de los sistemas de medida y control, que se prescriban en las autorizaciones ambientales integradas, éstos deben reunir dos características esenciales para asegurar el valor práctico de los datos obtenidos:

- **fiabilidad**, entendiéndose ésta como la corrección o cercanía de los datos respecto al valor real, es decir el grado de confianza que se le puede atribuir a los resultados.
- **que sea comparable**, siendo una medida de la confianza con la que un grupo de datos puede compararse con otro.

En este capítulo se indican los procedimientos más usuales para la medición y control de los parámetros que definen: los consumos de recursos, los vertidos de agua residual, las emisiones a la atmósfera y la generación de residuos en la industria cárnica.

Los métodos de medición y control, que se exponen en este capítulo, no tienen carácter exhaustivo ni mucho menos preceptivo, ya que en algunos casos la propia legislación no determina métodos específicos. Además, la legislación estatal, autonómica y local, que de algún modo hace referencia a los procedimientos y técnicas de medición y control, es tan amplia que sería inviable recopilarla en el alcance de esta guía de modo que todas las instalaciones cárnicas españolas, incluidas en los umbrales de capacidad productiva del anejo 1 de la Ley IPPC, estuvieran representadas.

Asimismo, se menciona brevemente la normativa aplicable más relevante.

## 5.1. CONSUMO DE RECURSOS

Los principales recursos consumidos en la industria cárnica son: agua, electricidad y combustibles fósiles.

**Tabla 24. Principales recursos consumidos en la industria cárnica**

Recurso	Parámetro	Tipo	Observación
Agua	Consumo <i>m<sup>3</sup>/año</i>	Medición en continuo	Contadores, facturas
Electricidad	Consumo <i>kWh/año</i>	Medición en continuo	Contadores, facturas
Combustible	Tipo, consumo <i>m<sup>3</sup> o t/año; kWh/año; Thermia/año</i>	Cálculo	Facturas

El consumo de estos recursos se debe controlar en la medida que, un uso irracional o incontrolado de los mismos, puede originar directa o indirectamente impactos significativos en el medio ambiente. Por ejemplo, el consumo de agua en una instalación cárnica está estrechamente relacionado con el volumen de aguas residuales generado.

A esto hay que añadir, el propio impacto que supone el consumo de recursos naturales siempre limitados.

Su monitorización por parte de la empresa suele ser sencilla ya que se trata de recursos consumibles que las industrias adquieren generalmente de terceras empresas y los datos de las transacciones están perfectamente documentados y registrados.

En los casos de autoabastecimiento, como puede ser la extracción de agua de un pozo propio o la autogeneración energética (cogeneración), se deben instalar contadores para medir los consumos realizados.

## 5.2. AGUAS RESIDUALES

La generación de aguas residuales es quizá el aspecto ambiental más significativo de la industria cárnica. Una adecuada monitorización de las aguas residuales debería permitir controlar tanto los valores máximos de concentración de parámetros químicos como la cuantificación de las cantidades anuales vertidas.

Antes de realizar el plan de monitorización es conveniente disponer de información referente al proceso, los principales flujos de agua residual (proceso productivo, limpiezas, refrigeración, sanitarias, etc.), la jornada de trabajo, el diseño del sistema colector, las características de la estación depuradora de aguas residuales, etc. El conocimiento de estos aspectos permitirá adecuar el plan de medición y control de emisiones a las características de cada instalación.

A continuación se describe con más detalle la metodología a seguir para realizar una medición y control de las aguas residuales, agrupada en los siguientes apartados: determinación del caudal, la toma de muestras, los parámetros de control y los métodos analíticos más habituales.

### 5.2.1. Caudal/volumen

Cuando se necesita disponer de información sobre la distribución de caudal a lo largo de la jornada laboral es necesario utilizar sistemas de medición, mientras que cuando sólo se necesite conocer el volumen de agua residual generada en un determinado periodo de tiempo pueden utilizarse alternativamente métodos de cálculo indirectos basados en balances de masa. Cuando interesa conocer el valor de ambas magnitudes lo más conveniente es realizar la medición con registro de caudales y totalizador del volumen vertido.

En todo caso, la calidad de la medida del caudal/volumen va a tener una gran relevancia en el cálculo posterior de la carga total de los contaminantes presentes en las aguas residuales. Una inadecuada determinación del caudal de efluentes, puede hacer inútil un laborioso y correcto proceso de determinación analítica de concentraciones de parámetros en una muestra.

Existen principalmente dos métodos para la medida del caudal en un canal abierto; los métodos de descarga directa y el de cómputo área-velocidad.

#### Métodos de descarga directa

Son aquellos que determinan el caudal midiendo la altura de la lámina de agua en las inmediaciones de una estructura que restringe el paso del agua en el canal. Dicha restricción provoca una carga hidráulica que es proporcional al flujo.

En función del tipo de restricción hidráulica podemos distinguir dos grandes grupos:

- *Canal de aforo Parshall*. Es un canal abierto compuesto de tres secciones: una convergente aguas arriba, una garganta, y una divergente aguas abajo. Para un canal

Parshall de sección conocida, el caudal se determina midiendo la altura de la lámina de agua en un punto determinado de la sección convergente. La altura de lámina se puede obtenerse mediante sondas de ultrasonidos.

- *Vertedero*. Es un sistema parecido al anterior pero en este caso la restricción al flujo es una sección rectangular o en “V”. Para un vertedero de sección conocida, el caudal se determina midiendo la altura de la lámina de agua aguas arriba de la abertura.

### Cómputo área-velocidad

Estos sistemas se basan en el cálculo del flujo mediante la multiplicación del área transversal por la velocidad del agua. Los dos sistemas más habituales son:

- *Caudalímetro*. Calcula el caudal a partir de la sección mojada del canal y de la velocidad del agua. La velocidad media la calcula por ultrasonidos utilizando el efecto Doppler. Una sonda calcula la altura de la lámina de agua por diferencias de presión respecto a la ambiental. También puede medir la altura con sondas de burbujeo o con medidores ultrasónicos.

Los caudalímetros suelen contar con la opción de incorporar diferentes sondas que miden simultáneamente, a los mismos intervalos que la sonda de caudal, distintos parámetros como pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, etc.

- *Molinetes*. Se introduce un eje que lleva acopladas en su extremo unas aspas que giran por la corriente del agua. Se utiliza para mediciones precisas de la velocidad del flujo en grandes canales, siempre que no haya demasiada materia en suspensión.

El volumen total de agua vertida en un determinado intervalo de tiempo (volumen diario o anual suele ser lo más habitual) es un dato de interés que se puede obtener directamente a partir de los datos de caudal medidos.

Otra forma de obtener esta información es realizando un balance de agua, calculado como el consumo de agua total menos las pérdidas por evaporación y las que se incorporen en productos, subproductos o residuos. Si algunos aportes al vertido final, como salmueras o sangre, son significativos deberían de considerarse también como términos del balance. En general, entre el 80-95% del agua total consumida forma parte del efluente final.

En la siguiente tabla se resumen los enfoques posibles para la monitorización del volumen/caudal de agua residuales.

**Tabla 25. Métodos habituales para la medición del volumen/caudal de aguas residuales**

Parámetro	Tipo de enfoque	Descripción
Caudal $m^3/h$	Medida directa en continuo	Métodos de descarga directa o área-velocidad
Volumen $m^3/h$ o período	Balance de masas	Teniendo en cuenta los consumos, las pérdidas por evaporación, la incorporación a producto y subproductos
	Cálculo	En base a los datos de caudal disponibles y las horas de funcionamiento de la instalación
	Medida directa en continuo	Equipos de medición de caudal con totalizador de volumen

### 5.2.2. Toma de muestras

El objetivo de la toma de muestras es la obtención de una porción de material que represente con exactitud al material de donde procede y cuyo volumen sea lo suficientemente pequeño como para que pueda ser transportado y manipulado con facilidad. La fiabilidad de los resultados analíticos posteriores en laboratorio dependerá en gran medida de la calidad del muestreo realizado.

A la hora de planificar el muestreo hay que tener en cuenta que el agua residual generada en las industrias cárnicas, especialmente en los mataderos, se caracteriza por presentar variaciones importantes tanto en su caudal como en sus características físicas y químicas a lo largo de la jornada laboral.

Este hecho va a condicionar el tipo de muestreo a realizar, ya que si el objetivo del muestreo es obtener una muestra representativa del vertido generado durante una jornada laboral, será necesario realizar muestreos integrados en función del caudal. Sin embargo, si la instalación dispone de una estación depuradora con capacidad para homogeneizar el vertido de toda la jornada, será suficiente con tomar una muestra puntual a la salida de la misma para que sea representativa del vertido. A continuación se describen los tipos de muestreo y las condiciones en las que son aplicables.

Muestreo simple, puntual o instantáneo. Es una muestra de un volumen determinado y tomada de una sola vez. Representa las condiciones que se dan en ese preciso momento. Este tipo de muestra puede ser suficiente en las instalaciones cárnicas que disponen de una planta de depuración con tiempos de retención suficientes y sistemas adecuadamente dimensionados, donde la salida del efluente depurado se produce con caudal apreciablemente constante.

Muestreo integrado o compuesto. Se utilizan para caracterizar la composición media de las aguas residuales a lo largo de jornadas de trabajo durante las diferentes etapas de funcionamiento de la industria. Pueden ser muestras integradas en función del tiempo o en función del caudal. La **integrada en función del tiempo** es una muestra compuesta formada a partir de muestras simples de un volumen determinado, tomadas a intervalos de tiempo fijados. Es interesante para obtener una muestra representativa del vertido en una jornada en la que siendo el caudal apreciablemente constante, algún parámetro pueda variar significativamente. La **integrada en función del caudal** es una muestra compuesta en la que el volumen de cada una de las muestras simples tomadas es proporcional al caudal de agua residual en el momento de la toma. Se utiliza cuando el vertido tiene puntas importantes a lo largo de la jornada. Este método, en alguna de sus dos variantes, es el apropiado para instalaciones que carezcan de planta depuradora o aún en el caso de disponer de ella, las dimensiones de los sistemas que la componen o los tiempos de retención no sean suficientes para asegurar una salida constante del efluente y los demás parámetros puedan variar significativamente.

El proceso de toma de muestras debe estar bien planificado, detallado y escrito en el plan de muestreo, incluyendo donde se ha de realizar la toma de muestras y el procedimiento que ha de seguirse para su obtención, conservación y transporte hasta el laboratorio.

La legislación actual no prescribe métodos oficiales de toma de muestra de aguas residuales. Se pueden adoptar opcionalmente métodos normalizados de muestreo. En este caso se pueden tomar como referencia las normas que a modo indicativo se citan en la siguiente tabla.

**Tabla 26. Métodos normalizados relativos al muestreo de aguas residuales**

Norma española	Aplicación	Correspondencia con normas Internacionales
UNE-EN 25667-1:1995	diseño de programas de muestreo	ISO 5667-1:1980
UNE-EN 25667-2:1995	técnicas de muestreo	ISO 5667-2:1991
UNE-EN ISO 5667-3:1996	conservación y manipulación de muestras	ISO 5667-3:1994
UNE-EN ISO 5667-13:1998	muestreo de lodos procedentes de aguas residuales y de las instalaciones de tratamiento de agua	ISO 5667-13:1997

### 5.2.3. Parámetros de control

La medición y control de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales se realiza generalmente mediante medidas directas, normalmente en discontinuo. En la siguiente tabla se muestran los parámetros de monitorización típicos de la industria cárnica.

**Tabla 27. Parámetros de monitorización típicos de la industria cárnica**

Clase	Parámetro	Unidades	Tipo
<b>Materia orgánica</b>	DQO	mg O <sub>2</sub> /l	En discontinuo
<b>Sólidos no disueltos</b>	Sólidos en Suspensión (S.S.)	mg/l	
<b>Aceites y grasas</b>	AyG	mg/l	
<b>Nitrógeno</b>	NKT(1)	mg N/l	
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg N-NH <sub>4</sub> /l	
<b>Fósforo</b>	P Total	mg P/l	
<b>Conductividad eléctrica</b>	CE	μS/cm	En continuo o discontinuo
<b>pH</b>	pH		En continuo o discontinuo

(1) NKT = Nitrógeno Kjeldahl Total.

Los parámetros pH y CE (conductividad eléctrica) se pueden medir en continuo instalando sondas en los puntos donde se quiera caracterizar el vertido. Existen publicaciones normalizadas de acuerdo a los estándares UNE relacionados con la instrumentación de medida en continuo de estos dos parámetros, en concreto:

- UNE 77078:2002 Especificaciones técnicas de carácter general para los instrumentos de medida en continuo de pH en vertidos industriales.
- UNE 77079:2002 Especificaciones técnicas de carácter general para los instrumentos de medida en continuo de conductividad en vertidos industriales.

El resto de parámetros se suele controlar en discontinuo, tomando una muestra de agua representativa y analizándola posteriormente *in situ* mediante un kit adecuado o en laboratorio. En las dos tablas siguientes se indican, a modo de ejemplo, algunos

métodos para la determinación analítica en laboratorio de los parámetros de control más característicos de la industria cárnica. Algunos de estos métodos analíticos son oficiales según la legislación autonómica o local.

El análisis de los vertidos los realiza normalmente un laboratorio colaborador de los organismos de cuenca en materia de control de vertido, o en cualquier caso, un laboratorio homologado o designado por la Administración competente, que debería cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2000, relativa a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

La frecuencia con la que se realicen los análisis vendrá especificada en la autorización ambiental integrada, junto con la indicación de los sistemas y procedimientos de control, así como la especificación de la metodología de medición y los procedimientos de evaluación de las mediciones.

En algunos casos, los organismos estatales, autonómicos o entidades locales que otorgan las autorizaciones de vertido en los distintos medios receptores, establecen métodos oficiales para la caracterización de los vertidos conforme a los “Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water”<sup>11</sup>. Este texto tiene una traducción al castellano de la 17ª edición original, “Métodos Normalizados de Análisis de Aguas Potables y Residuales”<sup>12</sup>. Los métodos de referencia de análisis de aguas según los “Standard Methods” se aplican ampliamente en los laboratorios homologados o colaboradores de los organismos de cuenca, o alternativamente procedimientos internos basados en estos métodos.

La tabla siguiente muestra, a título de ejemplo, algunos de los parámetros más habituales de las aguas residuales y la referencia al método analítico de la versión castellana de los “Standard Methods”.

**Tabla 28. Métodos de referencia de análisis de aguas residuales según los “Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water”**

Parámetro	Código del parámetro	Método de análisis
DQO	SM 5220	B. método de refluo abierto. C. refluo cerrado, método titulométrico. D. refluo cerrado, método colorimétrico.
Fósforo	SM 4500-P	B. método de digestión con distintos ácidos. C. método colorimétrico del ácido vanadomolibdofosfórico. D. método del cloruro estannoso. E,F. método del ácido ascórbico.
N (orgánico)	SM 4500-Norg	B, C. método Kjeldahl.
N (amoníaco)	SM 4500-NH <sub>3</sub>	B, C, D, E, F, G y H
N (nitrito)	SM 4500-NO <sub>2</sub> -	B. método colorimétrico. C. método cromatográfico de iones.
N (nitrato)	SM 4500-NO <sub>3</sub> -	C, D, E, F
S.S.	SM 2540	D. sólidos totales en suspensión secados a 103-105°C.
Aceites y Grasas	SM 5520	B. método de partición-gravimetría. C. método de partición-infrarrojo. D. método de extracción de Soxhlet.

<sup>11</sup> Publicado por W.E.F. (Water Environment Federation), A.P.H.A. (American Public Health Association) y A.W.W.A. (American Water Works Association). Última edición, 20ª (1998).

<sup>12</sup> Publicada por Díaz de Santos Ediciones en 1992. Traducción de la 17ª edición de la WEF-APHA-AWWA.

Las Normas UNE están, en muchos casos, relacionadas con los “Standard Methods” por la gran semejanza existente entre algunos métodos analíticos. En la tabla siguiente se muestran, a modo de ejemplo, las Normas UNE para los métodos de análisis de los parámetros más habituales en las aguas residuales de las instalaciones de la industria cárnica.

**Tabla 29. Métodos de análisis de aguas residuales según las Normas UNE**

Parámetro	Norma	Correspondencia con normas internacionales	Método
DQO	UNE 77004:2002	ISO 6060:1989	Método del dicromato
Fósforo total	UNE-EN 1189:1997	EN 1189:1996	Método espectrométrico con molibdato amónico
NKT	UNE-EN 25663:1994	EN 25663:1993 ISO 5663:1984	Método de mineralización con selenio
Nitritos	UNE-EN 26777:1994	EN 26777:1993 ISO 6777:1984	Espectrofotometría de absorción molecular
N total	UNE-EN ISO 11905-1:1998	EN ISO 11905-1:1998 ISO 11905-1:1997	Parte 1: método por mineralización oxidante con peroxidisulfato
Nitritos + Nitratos	UNE-EN ISO 13395:1997	EN ISO 13395:199 ISO 13395:1996	Determinación de nitrito y nitrato y la suma de ambos por inyección de flujo flujo (CFA y FIA) con detección espectrométrica
N amoniacal	UNE 77028:2002 UNE-EN ISO 11732/1M:1999 UNE-EN ISO 11732:1997	EN ISO 11732:1997  ISO 11732:1997	Destilación y valoración o colorimetría. Análisis en flujo y (CFA y FIA) y detección espectrométrica
S.S.	UNE-EN 872:1996 UNE 77034:2002	EN 872:1996	Filtración por filtro de fibra de vidrio S.S. fijos y volátiles

Otros procedimientos analíticos, reconocidos y determinados en algunos reglamentos autonómicos y locales para las aguas residuales, se basan en normas como la AFNOR, ANSI, ISO, EN y en procedimientos tales como; “Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes”<sup>13</sup> o “ASTM Standards for Water and Environmental Technology (Section 11)”<sup>14</sup>.

Además de los métodos de referencia indicados hasta ahora, en ocasiones los Organismos de la Administración admiten otros por motivos de prestigio y oportunidad, y así se reconoce en el articulado de diversa normativa.

#### 5.2.4. Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER)

La Decisión 2000/479/CE de la Comisión Europea, relativa a la realización de un inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER), establece reglas de notificación periódica por parte de los Organismos estatales correspondientes de los

<sup>13</sup> Publicado por EPA, United States Environmental Protection Agency. Última revisión, marzo 1983.

<sup>14</sup> Publicada por ASTM, American Society for Testing and Materials. Última edición, Volumen 11.01 & 11.02, 2001



Estados Miembros, de determinados parámetros de emisión a la atmósfera y al agua para aquellas actividades industriales incluidas en el anejo 1 de la *Directiva 96/61/CE*, y por ende en la *Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación*.

Esta Decisión, aunque obliga expresamente a los Estados miembros a la transmisión de los datos a la Comisión Europea, afecta directamente a los sectores industriales listados en la Ley IPPC, ya que son éstos los que en primera instancia deben suministrar la información que se les requiere en cada caso particular.

En el caso del sector cárnico, según las listas sectoriales específicas de contaminantes emitidos al agua y que figuran en el “Documento de orientación para la realización del EPER”, se deben notificar las cantidades anuales emitidas de Nitrógeno Total, Fósforo Total, Carbono Orgánico Total (COT) y Cloruros.

Los valores de emisión deben estar expresados en kg/año y redondeados a tres dígitos significativos. Los datos deben ir acompañados de la letra (M, C o E) en función del método de obtención utilizado: medido (M), calculado (C) o estimado (E). En el caso de las industrias cárnicas, se suelen utilizar métodos de medición o cálculo.

- Código M: datos basados en mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados, aunque sea necesario realizar cálculos para transformar los resultados de las medidas en datos de emisiones anuales. Se utiliza cuando las emisiones se calculan a partir de datos obtenidos de mediciones reales de las concentraciones de contaminantes existentes en el agua multiplicados por el caudal anual vertido. También se utiliza este código cuando el cálculo de las emisiones anuales se basa en resultados de mediciones discontinuas y de corta duración.
- Código C: datos basados en cálculos mediante balance de masas o factores de emisión aceptados en el ámbito nacional o internacional y representativo del sector cárnico. El método de balance de masas puede utilizarse con bastante fiabilidad, para el cálculo del volumen de agua vertido en un determinado periodo, si los datos de partida y las suposiciones realizadas en el balance son adecuados. La utilización de factores de emisión para el cálculo de la emisión de contaminantes al agua no está suficientemente desarrollada para el caso de las industrias cárnicas.
- Código E: datos basados en estimaciones no normalizadas fundamentadas en hipótesis óptimas o en opiniones de expertos. También se aplica si se utilizan previsiones por falta de metodologías de estimación reconocidas o directrices de buenas prácticas.

Todos los parámetros de emisión al agua asignados al sector cárnico, sometidos a control para la notificación, disponen de métodos comunes de toma de muestras y metodologías de medición específicas recomendados por el Ministerio de Medio Ambiente a través del portal EPER-España, de los cuales se hace un resumen en el apartado de anejos de esta guía.

### 5.2.5. Valores límite actuales en la legislación española y europea

Los requisitos exigidos para el vertido de aguas residuales, de aquellas actividades industriales incluidas en el anejo 1 de la *Ley 16/2002*, se regulan en la Autorización Ambiental Integrada, expedida por la comunidad autónoma en la que radique la instalación.

Los límites cuantitativos máximos asignables a los vertidos dependen del destino final que tengan, pudiendo ser:

- vertido al mar
- vertido a colector
- vertido a cauce público

#### **Vertido a cauce público:**

Realizar un vertido a cauce público es equivalente a verter al dominio público hidráulico, el cual está constituido por las aguas continentales, los cauces de corrientes naturales, los lechos de lagos y lagunas y los acuíferos subterráneos.

La autorización de vertido a dominio público hidráulico perteneciente a una cuenca intracomunitaria, queda sustituida por la autorización ambiental integrada para aquellas actividades industriales incluidas en el anejo 1 de la *Ley 16/2002*.

Por el contrario, en el caso de que el vertido sea a cuencas intercomunitarias, los organismos de cuenca correspondientes emitirán un informe sobre la admisibilidad del vertido o, en su caso, sobre las características, condiciones y medidas correctoras del vertido. Este informe tiene carácter vinculante para el órgano autonómico competente para otorgar la autorización ambiental integrada y sustituye a la autorización de vertido de aguas residuales. Por tanto, cuando el informe del organismo de cuenca imponga valores límites de emisión, deberán incorporarse necesariamente al contenido de la autorización ambiental integrada.

Para establecer las condiciones de los permisos se tendrá en cuenta el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el *Real Decreto 849/1986, de 11 de abril* y modificado por el *Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo* y los requisitos mínimos fijados por los Organismos de Cuenca correspondientes.

#### **Vertidos al mar**

Cuando los vertidos de aguas residuales se realizan **desde tierra al mar** se aplica el régimen legal en materia de costas, el cual se fundamenta sobre dos normas básicas de ámbito estatal:

- *Ley 22/1988 de costas, de 28 de julio.*
- Reglamento de Costas aprobado por el *Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre* y modificado por el *Real Decreto 1112/1992, de 18 de septiembre.*

La autorización de vertido desde tierra al mar queda sustituida por la autorización ambiental integrada para aquellas actividades industriales incluidas en el anejo 1 de la

*Ley 16/2002*. La principal diferencia respecto del vertido a cauce público es que no es necesario un informe vinculante de un organismo estatal, ya que es el mismo órgano autonómico quien gestiona ambos procedimientos administrativos.

### Vertido a colector

El tercer caso, en cuanto al medio receptor donde se vierten las aguas residuales, es cuando se realiza a una **red de saneamiento, colector o estación depuradora**. El titular de la instalación donde se realiza el vertido puede ser un ente público o privado. La autorización de vertido a colector queda sustituida por la autorización ambiental integrada para aquellas actividades industriales incluidas en el anejo 1 de la *Ley 16/2002*.

El agua vertida por la instalación al colector será depurada, junto con otras aguas residuales urbanas y/o industriales, en una estación depuradora antes de su vertido a cauce público o al mar. Por tanto, en la determinación de los valores límite de emisión de cada parámetro contaminante habrá que considerar las características de la depuradora que las recibe, su capacidad, el destino de las aguas depuradas, la calidad de los fangos generados, así como cualquier otra consideración que pueda provocar el mal funcionamiento de la misma.

## 5.3. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las emisiones atmosféricas generadas en la industria cárnica corresponden fundamentalmente a los gases de combustión generados en la sala de calderas, por lo que las concentraciones de gases contaminantes emitidos dependerán fundamentalmente del tipo de combustible utilizado, el tipo de caldera empleada y las condiciones de combustión. En mataderos de ganado porcino existe otro foco de emisión de gases de combustión en la actividad de chamuscado, aunque su importancia relativa es menor.

Existen también otras emisiones atmosféricas de menor importancia en cuanto a volumen generado que se producen en otras partes de la instalación como los sistemas de generación de frío (gases refrigerantes), sistemas de aturcido con CO<sub>2</sub> o la manipulación de estiércol y purines (metano, amoníaco y partículas). Estas emisiones suelen ser de carácter difuso.

En la siguiente tabla se resumen las principales focos de emisión, los procesos en los que se pueden producir, su naturaleza y los principales parámetros.

**Tabla 30. Principales focos de emisión en la industria cárnica**

Focos	Procesos	Naturaleza	Parámetros
Caldera	Mataderos e industria de elaborados	Localizada	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub>
Chamuscado	Matadero porcino	Localizada	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>
Manejo y almacenamiento del estiércol/purín	Mataderos	Difusa	PM10, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub>
Sistemas de refrigeración/congelación	Mataderos e industria de elaborados	Difusa	NH <sub>3</sub> , HCF

A continuación, se describen más detalladamente las técnicas de muestreo y determinación cuantitativa de las sustancias potencialmente emitidas a la atmósfera en una industria cárnica.

### 5.3.1. Análisis de gases de combustión

El análisis de la concentración de los gases de combustión se suelen realizar mediante sistemas de medición *in situ*. Estos equipos suelen ser móviles y permiten analizar diferentes parámetros al mismo tiempo ( $O_2$ ,  $CO_2$ , exceso de aire, tiro de la chimenea,  $CO$ ,  $NO$ ,  $NO_2$  y  $SO_2$ ).

La norma EPA-CTM-030 describe métodos de análisis de uno o varios compuestos gaseosos, cuando éstos se realizan con células electroquímicas.

El caudal de los gases de salida se suele calcular multiplicando la velocidad de salida de los gases por la sección interna de la chimenea. La velocidad se suele calcular a partir de los datos de presión en el interior y en el exterior de la chimenea.

Existen procedimientos normalizados UNE relacionados con el muestreo en continuo y más concretamente con la medición de caudales, como la UNE 77227:2001 *Determinación del caudal volumétrico de corrientes de gases en conductos. Método automático*. También hay una norma que establece procedimientos normalizados referentes a la medición de las características del flujo de gases: UNE 77225:2000 *Medidas de velocidad y caudal volumétrico de corrientes de gases en conductos*.

El parámetro “partículas” en gases de combustión es un contaminante poco relevante en las industrias cárnicas y se suele determinar utilizando el parámetro denominado opacidad. El sistema más utilizado para la medición de la opacidad es hacer pasar una cantidad normalizada de gas a través de un papel de filtro cuyo ennegrecimiento se compara después con una escala de referencia (Escala de Bacharach, Escala de Ringelmann). Otros sistemas que se pueden utilizar son los opacímetros continuos o los impactadores con muestreo isocinético.

Las inspecciones reglamentarias y, por tanto, el análisis de los contaminantes atmosféricos corresponde a los Organismos de Control Autorizado (OCA). Sin embargo, los autocontroles periódicos para el seguimiento del cumplimiento normativo se pueden realizar tanto por el titular de la instalación, como por una OCA. En cualquier caso, en la legislación aplicable se establecen unos requisitos mínimos para el desarrollo de las tareas de medición y control de la contaminación atmosférica, como estar homologado respecto a la competencia técnica y la disponibilidad organizativa y de medios.

Hay que destacar que la normativa española vigente en materia de emisiones atmosféricas no prescribe métodos de medición y análisis de sustancias contaminantes. Por lo general se utilizan normas nacionales y europeas, como UNE y EN o internacionales como ISO, así como de otros organismos internacionales como Methods of Air Sampling and Analysis de la APHA Intersociety Committee o la U. S. Environmental Protection Agency (EPA).

Como regla general, la técnica de análisis seleccionada debe ser específica para la sustancia a analizar y por tanto libre en la medida de lo posible de interferencias de otros compuestos. Además debe ser lo más exacta posible.

En la tabla 31 se exponen, a título de ejemplo, algunos de los métodos de análisis para sustancias comunes en la industria cárnica. Se hace referencia a los estándares recogidos en las Normas UNE.

La concentración de los contaminantes presentes en las emisiones atmosféricas se expresan por medio de las unidades de masa y volumen usuales, normalmente como mg/Nm<sup>3</sup> o como partes por millón (ppm). También pueden expresarse los valores resultantes de las mediciones como factores de emisión, referida la magnitud másica a la unidad de tiempo (g/h) o a la unidad de producción (g/kg de producto acabado).

**Tabla 31. Métodos de análisis de sustancias emitidas a la atmósfera, según las Normas UNE**

Sustancia	Continuo	
	Norma	Método análisis
NO <sub>x</sub>	UNE 77224:2000 Determinación de las concentraciones másicas de óxidos de nitrógeno.	Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.
SO <sub>2</sub>	UNE 77222:1996 Determinación de la concentración másica de dióxido de azufre.	Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.
Partículas sólidas	UNE 77209:1989 Características de los monitores en continuo para la medida de la opacidad. UNE 77219:1998 Medición automática de la concentración másica de partículas. Características de funcionamiento, métodos de ensayo y especificaciones.	Método opacimétrico.
CO <sub>2</sub>	UNE 77229:2004 Determinación de monóxido de carbono, dióxido de carbono y oxígeno. Características de funcionamiento y calibración de los sistemas automáticos de medida.	-

### 5.3.2. Cálculo de emisiones difusas

Las emisiones difusas son, por su propio carácter, imposibles de medir de forma directa. La medición de las concentraciones en inmisión, en ciertos puntos de la instalación, puede permitir detectar si se superan ciertos umbrales, aunque es muy difícil relacionar dichos valores con las emisiones reales. Además, multitud de factores climáticos (viento, temperatura humedad,..) y locales (geografía, cercanía a otras actividades industriales, urbanas o ganaderas, carreteras,...) pueden influir en los valores de inmisión medidos.

Por lo general, es más adecuada la utilización de métodos de cálculo o estimación para determinar dichas emisiones. En la tabla 32 se proponen algunos métodos de cálculo.

### 5.3.3. Registro europeo de emisiones y fuentes contaminantes (EPER)

A lo largo de este documento se ha utilizado el término *industria cárnica*

para referirse indistintamente a las instalaciones de matadero, despiece, elaborados cárnicos o a centros productivos que combinan todas o dos de estas actividades. Sin embargo en el ámbito de aplicación del inventario EPER, se debe distinguir entre:

- mataderos con una capacidad de producción de canales superior a 50 t/d;
- tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de materia prima animal (que no sea leche) de una capacidad de producción superior a 75 t/d.

**Tabla 32. Métodos de cálculo propuestos para determinar emisiones difusas**

Parámetro	Origen o fuente	Método de cálculo
PM10	Manejo del estiércol	Muy difícil de calcular. En su caso, se puede estimar su escasa importancia en el conjunto de las emisiones.
CH <sub>4</sub>	Generación y manejo del estiércol	Utilización de factores de emisión en función del tipo de animal y teniendo en cuenta el tiempo en el que permanece vivo el animal en el matadero y el tipo de gestión del estiércol.
NH <sub>3</sub>	Generación y manejo del estiércol	Utilización de factores de emisión en función del tipo de animal y teniendo en cuenta el tiempo en el que permanece vivo el animal en el matadero y el tipo de gestión del estiércol.
NH <sub>3</sub>	Sistemas de refrigeración	Mediante balance de masas, teniendo en cuenta la saturación en NH <sub>3</sub> de los aceites usados en refrigeración que finalmente se gestionan como residuos peligrosos.
HCF	Sistemas de refrigeración	Mediante balance de masas.

Según las sublistas sectoriales específicas de contaminantes emitidos a la atmósfera, y que figuran en el “Documento de orientación para la realización del EPER”, los mataderos deben notificar las cantidades anuales emitidas de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, HFCs, NH<sub>3</sub>, PM10 y NO<sub>x</sub> (expresado en NO<sub>2</sub>). Mientras que las industrias que cumplan el segundo de los casos, solo deben notificar los valores anuales emitidos de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.

Los valores de emisión a la atmósfera, al igual que en el caso de las emisiones al agua, deben estar expresados en kg/año y redondeados a tres dígitos significativos, así como ir acompañados del pertinente código identificativo del método de determinación empleado (M, C o E, ver sección 5.2.4)

En todas las tablas publicadas en el portal EPER-España del Ministerio de Medio Ambiente, referentes a *los métodos recomendados para la toma de muestras, se indica expresamente la observación de la Orden 18/10/1976 sobre prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial*, y más concretamente el anexo III de la citada Orden, donde se describen los requisitos referentes al

acondicionamiento de la instalación para mediciones y toma de muestra en chimeneas, situación, disposición, dimensión de conexiones y accesos.

En las tablas del apartado de anejos se presentan las distintas alternativas metodológicas de muestreo y análisis recomendadas por el Ministerio de Medio Ambiente, a través del portal EPER-España, aplicables a los dos parámetros atmosféricos solicitados al sector cárnico.

### 5.3.4. Valores límite actuales en la legislación española y europea

Los requisitos exigidos para las emisiones atmosféricas de aquellas actividades industriales incluidas en el anejo 1 de la *Ley 16/2002* se regulan en la Autorización Ambiental Integrada, expedida por la comunidad autónoma en la que radique la instalación.

El cuerpo legal básico en materia de contaminación atmosférica está constituido por las tres disposiciones siguientes:

- *Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de la Atmósfera.*
- *Decreto 833/1975, de 6 de febrero, que desarrolla la Ley anterior.*
- *Orden de 18/10/76, sobre Prevención y Corrección de la Contaminación Industrial de la Atmósfera.*

En el anexo IV del Decreto 833/75, se establecen los niveles de emisión de contaminantes para 26 tipos de actividades industriales, entre las que no se encuentra la industria cárnica.

Por lo tanto, los límites de emisión que en principio serían de aplicación son los indicados en el punto 27 del anexo IV.

**Tabla 33. Niveles de emisión del punto 27, “Actividades industriales diversas no especificadas” en el anexo IV de Decreto 833/1975**

Parámetro	Unidad de medida	Nivel de emisión
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sub>3</sub>	4.300
CO	ppm	500
NO <sub>x</sub> (medido como NO <sub>2</sub> )	ppm	300
Opacidad	Escala de Ringelmann	1
	Escala de Bacharach	2

En la sección 2.2 del anexo IV del *Decreto 833/1975* se establecen los límites de emisión para instalaciones que utilizan fuel-oil, en cuyo caso serían de aplicación los límites de emisión indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 34. Niveles de emisión del punto 2.2, “Instalaciones que utilizan fueloil” del anexo IV de Decreto 833/1975**

Combustible	Parámetro	Unidad de medida	Nivel de emisión
Fuel-oil o gasoil doméstico	Opacidad	Escala de Ringelmann	1
		Escala de Bacharach	2
Fuel-oil pesado nº 1 o BIA	Opacidad	Escala de Ringelmann	2
		Escala de Bacharach	4
Fuel-oil BIA o gasoil doméstico	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	850
Fuel-oil pesado nº 1	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	1700
Cualquier potencia y combustible	CO	ppm	1445

#### 5.4. SUBPRODUCTOS/RESIDUOS

El control de residuos y subproductos en una instalación cárnica debe considerar todo el proceso de gestión interna de estos materiales, que incluye desde la caracterización, clasificación y cuantificación del subproducto/residuo, el patrón de generación, las condiciones de recogida, almacenamiento y acondicionamiento, hasta su cesión a un gestor autorizado.

##### Caracterización y cuantificación

En las industrias cárnicas hay dos tipos de materiales residuales: los subproductos derivados de la manipulación de la materia prima, que están regulados por el *Reglamento (CE) N.º. 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre de 2002, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano* y el resto de residuos asociados al proceso productivo como pueden ser: plásticos, cartones, madera, residuos peligrosos (mantenimiento y limpieza) o residuos orgánicos asimilables a urbanos, que están regulados por la *Ley 10/1998, de residuos* y el *RD 833/88 de residuos peligrosos*. Estos residuos se codifican según la Lista Europea de Residuos (LER), que figura en la *Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos*.

El objetivo de la clasificación de los subproductos/residuos es, en primer lugar, determinar su adecuación legal en el marco de la legislación existente. Esta clasificación determinará en gran medida las condiciones en las que se deberá realizar la recogida, almacenamiento, acondicionamiento y gestión final del mismo.

En la industria cárnica, en general, no es preciso realizar ensayos analíticos para clasificar los residuos, pues en la legislación aplicable existen tablas y listados con descripciones precisas que permiten identificar cada tipo de residuo generado con un código o denominación específica.

Una vez realizada la clasificación de los residuos se debe proceder a su cuantificación mediante balances de masas o directamente por pesada en báscula, cuyos valores quedarán reflejados además en los documentos que avalan su cesión a un gestor externo.



---

Al final de este capítulo puede verse a modo de ejemplo, una tabla resumen que sintetiza los aspectos más relevantes del control y medición de residuos, es decir, identificación de los distintos tipos de residuos, clasificación y cuantificación.

### **Recogida, almacenamiento y acondicionamiento en la instalación**

La segregación en origen es una regla básica, además de ser un requisito legal, que siempre debe observarse para realizar una correcta gestión interna de residuos, con el fin primordial de evitar la mezcla de tipologías distintas de materiales. Por tanto, cada tipo de residuo se deberá recoger, almacenar y en su caso identificar adecuadamente para asegurar el cumplimiento de la legislación y optar por la mejor gestión final de los mismos. En algunos casos, es posible acondicionar los residuos (deshidratación, prensado,...) para mejorar las condiciones de su gestión final.

#### **5.4.1. Subproductos orgánicos**

Los subproductos de naturaleza orgánica constituyen a priori el grupo de subproductos más abundante en el sector cárnico. De acuerdo con el mencionado *Reglamento (CE) N° 1774/2002*, se pueden clasificar los subproductos en tres categorías, designadas como “Material de categoría 1, 2 ó 3” según cada caso. Para cada categoría de subproductos se fijan los distintos destinos autorizados.

Los lodos de depuradora de industrias cárnicas catalogados como material de Categoría 1 y 2 por el Reglamento 1774/2002, deben ser gestionados tal como se indica en los artículos 4 y 5 de este Reglamento.

En cualquier caso, los centros productivos deberían disponer de las instalaciones que permitan un almacenamiento adecuado de los subproductos, de modo que se evite el vertido directo de los lixiviados producidos, se minimice la emisión de olores y se mantengan unas condiciones adecuadas para evitar su descomposición.

En el caso de los mataderos de vacuno, habrá que atender a los requisitos establecidos en la normativa higiénica que establece las condiciones de acondicionamiento necesarias.

Además de las opciones clásicas de eliminación y valorización externa, existen otras alternativas como el compostaje con otros materiales, la biometanización, la gasificación o la obtención de sustancias de valor añadido para la industria agroalimentaria, química o farmacéutica.

#### **5.4.2. Peligrosos**

Como ya se comentó en el capítulo tercero, los residuos peligrosos que se generan en el sector cárnico constituyen la categoría menos abundante en el cómputo global de los residuos generados. Son residuos que se generan básicamente en las actividades de mantenimiento de la instalación y que son comunes a los que se puedan generar en este tipo de actividades de cualquier otro tipo de sector industrial. Las

actividades de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios también generan residuos peligrosos, fundamentalmente envases.

Los más relevantes suelen ser envases que han contenido sustancias peligrosas, aceites usados, disolventes, tubos fluorescentes, baterías y otros, como residuos de laboratorio. Estos residuos están claramente identificados en la lista europea de residuos (LER).

A pesar de su escaso volumen relativo de generación en las industrias cárnicas, este tipo de residuos está sujeto a una normativa básica y específica que prescribe ciertas obligaciones de control y gestión.

La legislación básica sobre la producción y la gestión de los residuos peligrosos descansa sobre la *Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos*. Esta ley derogó a la anterior *Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos*. No obstante, se mantiene vigente el Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, así como el *Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 833/1988*.

Para las actividades incluidas en el anejo 1 de la *Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación*, la Autorización Ambiental Integrada sustituye a la autorización de productor de residuos peligrosos en cantidad superior a 10 t/año. En todo caso, las instalaciones industriales deben cumplir con los requisitos legales relativos al control y gestión de los residuos peligrosos.

Dentro de los distintos tipos de residuos que forman la categoría de los residuos peligrosos, los aceites usados, además de estar sujeto a la legislación básica citada lo están a una normativa específica recogida en la *Orden de 28 de febrero de 1989 y su modificación en la Orden del 13 de junio de 1990*.

### **5.4.3. Otros residuos**

En las industrias cárnicas se generan una serie de residuos clasificados como no peligrosos y que por sus características pueden asimilarse a los producidos en los domicilios particulares.

Dentro de esta categoría de residuos se incluye plástico, cartón, papel, metales, madera o basura procedente de los servicios de cafetería, comedor o jardinería y otros como el material de oficina.

La mayor parte de estos residuos se producen en las operaciones de desembalaje de materia prima secundaria y auxiliar y el envasado y embalaje de producto acabado.

Respecto a las medidas de control, se debe prestar especial atención a una correcta segregación de los distintos tipos de residuos de acuerdo al material principal que lo constituye. La correcta segregación, cuantificación y almacenamiento interno es muy importante por el alto potencial de reciclaje que tienen estos residuos en empresas externas.

En esta tabla se muestran a modo de ejemplo algunos de los subproductos/

residuos más habituales de las industrias del sector cárnico. No obstante, cada centro productivo debe identificar, clasificar y cuantificar aquellos que efectivamente se generen en sus instalaciones.

**Tabla 35. Subproductos/residuos más habituales en la industria cárnica**

<b>Subproducto</b>	<b>Código LER</b>
material de categoría 1	-
material de categoría 2	-
material de categoría 3	-
lodos de depuradora <sup>(1)</sup>	-
estiércol <sup>(2)</sup> /purines <sup>(2)</sup>	-
sangre <sup>(3)</sup>	-
<b>Residuo</b>	<b>Código LER</b> (* indica residuo peligroso)
tubos fluorescentes	200121*
aceites usados	130204* o 130205* o 130206* o 130207* o 130208*
trapos y papel absorbente usados	150202*
baterías	200133*
envases de productos peligrosos	150110*
residuos de laboratorio	160506* o 180206
disolventes	140602* o 140603* o 200113*
papel y cartón	150101 o 200101
madera y palets	150103 o 200138
plástico	150102 o 200139
metal	150104 o 160216

<sup>(1)</sup> puede ser material de categoría 1 ó 2

<sup>(2)</sup> es material de categoría 2

<sup>(3)</sup> la sangre de porcino es material de categoría 3, así como la de bovino cuando procede de animales sanos.

Los tres tipos de residuos/subproductos con comentario a pie de tabla se consideran por separado a pesar de pertenecer a alguna de las tres categorías de materiales recogidas en el Reglamento (CE) N° 1774/2002. El motivo es que estos materiales se habitualmente se vienen recogiendo y gestionando separadamente del resto de subproductos de su misma categoría.

---

## 6. TÉCNICAS EMERGENTES

### 6.1. Técnicas emergentes

En este apartado se presentan las técnicas ambientalmente avanzadas pero que no alcanzan la viabilidad técnico-económica suficiente o no se encuentran totalmente desarrolladas para el sector cárnico a escala industrial.

#### 6.1.1. Recirculación del agua utilizada en la desalación de los perniles

**Operaciones implicadas:** Cepillado/Lavado.

**Descripción:** tras la operación de salado, los jamones son acondicionados antes de su entrada a las cámaras de postsalado, en una operación conocida como cepillado o lavado, dependiendo de como se realice la retirada de sal de la superficie de las piezas.

El proceso de desalado en húmedo del jamón consiste en un lavado y posterior enjuagado. Es habitual la utilización de máquinas lavadoras. Estas máquinas proyectan agua a presión sobre las piezas desprendiendo la sal que está fuertemente adherida. Algunos equipos realizan también un aclarado con agua limpia de la red que se incorpora al tanque de lavado.

El agua que se produce durante el aclarado ha sufrido un moderado aumento de su conductividad eléctrica, carga orgánica y sólidos, tiene unas características adecuadas para ser reutilizada en la operación previa de lavado.

**Descripción de la mejora ambiental:** se realiza un menor consumo de agua y consecuentemente, menor generación de aguas residuales por recirculación del volumen de agua empleado en la fase de aclarado de las piezas.

#### 6.1.2. Recirculación del agua de enfriamiento del chamuscador para su uso en otras fases del proceso

**Operaciones implicadas:** Flameado/chamuscado.

**Descripción:** El agua de enfriamiento de los equipos de chamuscado se puede recoger y reutilizar en otras operaciones del proceso como el escaldado, depilado o flagelado, o en general en aquellas operaciones donde se requiera el uso de agua caliente.

**Descripción de la mejora ambiental:** reducción del consumo de agua y menor consumo energético al prescindir de la necesidad de calentar el agua expresamente para la operación a la que está destinada.

### 6.1.3. Recuperación de calor de los gases de combustión del chamuscador para precalentar agua

**Operaciones implicadas:** Flameado/chamuscado

**Descripción:** El calor de los gases de combustión generados en el chamuscador pueden ser recuperados para precalentar agua o para mantener la temperatura de escaldado en el tanque.

**Descripción de la mejora ambiental:** Reducción del consumo energético empleado para calentamiento de agua a utilizar, por ejemplo, en el escaldado o las tareas de limpieza.

Así mismo, se reduce la emisión de olores ya que no se emiten directamente los gases producidos en los equipos de chamuscado.

### 6.1.4. Utilización de válvulas mezcladoras de agua y vapor controladas termostáticamente

**Operaciones implicadas:** limpieza de equipos e instalaciones.

**Descripción:** Se trata de válvulas mezcladoras controladas termostáticamente que ajustan automáticamente la temperatura del agua. De este modo se reduce el riesgo de que operarios no formados o excesivamente cautos utilicen agua demasiado caliente, consumiendo más energía de la necesaria.

Si el agua caliente se obtiene mediante el mezclado de agua fría y vapor en el punto de uso, la temperatura del agua suele controlarse manualmente, ajustando las válvulas de mezclado de agua fría y vapor. La presión del vapor y del agua pueden variar a lo largo del día, por lo que la temperatura también variará.

Para asegurar los requisitos mínimos de temperatura del agua de lavado, el operador puede abrir la válvula del vapor lo suficiente como para que el agua permanezca por encima de una cierta temperatura. Esto conduce a temperaturas innecesariamente elevadas cuando la presión del vapor o del agua es baja. Si se utilizan válvulas de mezclado controladas termostáticamente, la temperatura se controla automáticamente y no recae sobre el operador el juicio de ajustar la temperatura correcta.

**Descripción de la mejora ambiental:** reducción del consumo de energía térmica. Además, la eliminación de grasas en los equipos de depuración correspondientes, se produce más fácilmente si la temperatura de las aguas residuales es menor.

## ANEJOS

### MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EPER QUE AFECTAN A LAS AGUAS

Todos los parámetros de emisión al agua asignados al sector cárnico, sometidos a control para la notificación, disponen de métodos comunes de toma de muestras recomendados por el Ministerio de Medio Ambiente a través del portal EPER-España ([www.eper-es.com](http://www.eper-es.com)), de los cuales se hace un resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 36. Métodos recomendados de muestreo de aguas residuales (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados para la toma de muestras de N, P, COT y Cl<sup>-</sup></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método de muestreo</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
	Las tomas de muestras serán convenientemente preservadas y analizadas conforme a las normas de los “Métodos Normalizados de Análisis de Aguas Potables y Residual” de la APHA–AWWA–WEF.	Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water	—
	Parte 1: Guía para el diseño de los programas de muestreo.	UNE-EN 25667-1:1995	Utilizado por OCAs(2)
	Parte 2: Guía para las técnicas de muestreo.	UNE-EN 25667-2:1995	Utilizado por OCAs
	Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de las muestras.	UNE-EN ISO 5667-3:1996	Utilizado por OCAs
	Especificaciones técnicas de carácter general para los instrumentos que realizan las mediciones en continuo	UNE 77077:2002	—
Aguas residuales	Métodos suficientemente contrastados por organismos oficiales y/o entidades nacionales o internacionales de reconocido prestigio, que alcancen los requisitos de límite de detección, exactitud y precisión.	—	—

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España

<sup>(2)</sup> OCA: Organismo de Control Autorizado.

En las tablas siguientes se exponen las distintas metodologías de medición específicas recomendadas por el Ministerio de Medio Ambiente, que pueden utilizarse por el sector cárnico.

**Tabla 37. Métodos recomendados de medición del COT (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados en la medición de Carbono Orgánico Total (COT)</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Aguas para uso industrial y aguas residuales industriales	Determinación de la DQO por espectrofotometría UV-VIS (método del dicromato potásico).	UNE 77004:2002	Equivalente a las normas: ISO 6060:1989 NFT 90-101:2001 EPA 410.4 (1978)
Aguas residuales y lixiviados	Determinación de COT.	UNE-EN 1484:1998	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión Europea(2)
	Determinación de la DQO en muestras con contenidos salinos > 2g/l. Método alternativo.	Standard Methods SM 5220 (20ª Ed.)	-
	Determinación de la DQO en muestras con contenidos salinos < 50 mg/l. Reflujo abierto.	SM 5220 B 4b(17ª Ed.)	-
	DQO por titulación volumétrica.	NFT 90-101:2001 DIN 38414-9:1986 SM 5220 C (17ª Ed.)	Utilizada por laboratorios de inspección
	DQO por espectrofotometría UV-VIS. Reflujo cerrado.	SM 5220 D (19 Ed.)	Utilizada por laboratorios de inspección
	Determinación de COT y COD (carbono orgánico disuelto).	Método italiano estándar 5310 C	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión Europea
	Determinación de COT y COD	ISO 8245:1999	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión Europea
Aguas naturales, subterráneas y residuales	Determinación de COT por espectrofotometría IR	EPA 415.1 (1974) SM 5310 B (17ª Ed.) SM 5310 B (20ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección Utilizado por OCAs
	Determinación de COT mediante un detector de IR del CO <sub>2</sub> (obtenido por oxidación química del carbono orgánico). Método alternativo	-	Utilizado por OCAs
	Determinación de la DQO en muestras con contenidos salinos > 3g/l	SM 508 D (16 Ed.)	-
	Determinación de COT por oxidación y espectrometría IR.	EPA 415.1 (1974 Rev.)	Utilizado por laboratorios de inspección

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España

<sup>(2)</sup> Traducción al español: "Documento de orientación para la realización del EPER", disponible en el portal de EPER-España.

**Tabla 38. Métodos recomendados de medición de cloruros (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados en la medición de Cloruros</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(2)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Aguas debilmente contaminadas <sup>(1)</sup>	Medición por espectrometría de absorción molecular.	-	-
	Medición por titrimetría.	-	-
	Determinación por cromatografía iónica en fase líquida. Parte 1 y 4.	UNE-EN-ISO 10304-1:1995 UNE-EN-ISO 10304-4:1999	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
Aguas naturales y residuales industriales	Determinación por cromatografía iónica en fase líquida. Parte 2.	UNE-EN-ISO 10304-2:1997	-
	Análisis por inyección en flujo/análisis en flujo continuo (FIA/CFA).	DIN 38405-1:1985	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Determinación por potenciometría.	SM 4500 D (20ª Ed.)	Utilizada por OCAs
		CNR-IRSA 4070 UNE 77041:2002	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
Titulación volumétrica (método argentométrico).	UNE 77041:2002 SM 4500-Cl- B (20ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección	

<sup>(1)</sup> Métodos diseñados para analizar el agua potable, pero en determinadas condiciones pueden utilizarse con las aguas residuales

<sup>(2)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.



**Tabla 39. Métodos recomendados de medición del nitrógeno (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados en la medición del Nitrógeno (en sus distintas formas químicas)</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Aguas naturales, residuales y subterráneas	Determinación de nitrógeno, parte 1. Método por mineralización oxidante con peroxodisulfato.	UNE-EN-ISO 11905-1:1998	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Reducción/quimioluminiscencia.	EN V 12260: 2003	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Oxidación-reducción/quimioluminiscencia.	DIN 38409-27:1992	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Determinación de nitrógeno total por espectrofotometría UV/VIS (método del ácido cromotrópico).	Procedimiento interno basado en SM 4500-N <sub>org</sub> D	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de nitrógeno amoniacal y Kjeldahl por titulación volumétrica.	SM 4500-NH <sub>3</sub> E (17ª Ed.) SM 4500-N <sub>org</sub> B (17ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de nitrógeno total por espectrofotometría UV-VIS.	Perkin Elmer	Utilizado por OCA's
Aguas potables, naturales y residuales	Determinación de nitritos por espectrofotometría de absorción molecular.	UNE-EN 26777:1994	Equivalente a ISO 6777:1984
	Determinación de nitritos por espectrofotometría UV-VIS (método de diazotación).	EPA 354.1	Utilizado por laboratorios de inspección
Aguas subterráneas, potables, superficiales y residuales	Determinación de nitrito y nitrato y la suma de ambos por análisis por inyección de flujo (CFA/FIA) con detección espectrométrica.	UNE-EN-ISO 13395: 1997	–
Aguas residuales	Determinación de nitritos, y nitratos disueltos por cromatografía iónica en fase líquida, parte 2.	UNE-EN-ISO 10304-2:1997	–
Aguas naturales y residuales	Determinación de nitritos y nitratos por inyección de flujo (FIA)/espectrofotometría UV-VIS (método de diazotación).	EPA 353.2 (1978)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de nitratos por espectrofotometría UV-VIS (método de la reducción con cadmio).	SM 4500-NO <sub>3</sub> B y E (17ª Ed.) SM 4500-NO <sub>3</sub> E (19ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de nitratos por potenciometría.	SM 4500-NO <sub>3</sub> D (19ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección
Aguas naturales, potables y residuales	Determinación de nitrógeno Kjeldahl por el método de mineralización con selenio.	UNE-EN 25663:1994	–
Aguas naturales y residuales	Determinación de nitrógeno Kjeldahl total por quimioluminiscencia.	ASTM D-5176 (1991)	Utilizado por laboratorios de inspección
Lixiviados	Determinación de nitrógeno Kjeldahl. Mineralización, destilación por el método Kjeldahl y determinación del amonio por espectrometría de absorción molecular o titrimetría.	–	–

Fuentes	Método analítico	Norma de referencia <sup>(1)</sup>	Observaciones
Lixiviados	Determinación de nitrógeno Kjeldahl por titulación volumétrica	NF EN 25663:1994 DIN 38414:1984	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de nitrógeno Kjeldahl total por volumetría.	SM 4500 N <sub>org</sub> B (19ª Ed.) SM 4500 NH <sub>3</sub> E (19ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de amoníaco por espectrofotometría de absorción molecular.	–	–
	Determinación de amoníaco por el método del electrodo selectivo.	–	–
	Determinación de amoníaco por el método titulométrico.	–	–
Aguas residuales litorales y continentales	Determinación de nitrógeno amoniacal por inyección en flujo (CFA/FIA) y detección espectrométrica.	UNE-EN-ISO 11732:1997 UNE-EN-ISO 11732/1M:1999	–
	Determinación de nitrógeno amoniacal por el procedimiento de destilación.	UNE 77028:2002	–
	Determinación de amonio por inyección de flujo (FIA)/espectrofotometría UV-VIS (método de indofenol).	EPA 350.1 (1978)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de amonio por electrometría (potenciometría).	EPA 350.3 (1974)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de nitrógeno amoniacal por titulación volumétrica.	SM 4500-NH <sub>3</sub> B y E (18ª Ed.) DIN 38414:1984	Utilizado por laboratorios de inspección

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

**Tabla 40. Métodos recomendados de medición del fósforo total (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados en la medición del P Total</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
–	Peroxidisulfato/inyección de flujo.	DIN 38405-30	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
Toda clase de aguas incluidas los efluentes y aguas del mar	Determinación por el método espectrométrico con molibdato amónico.	UNE-EN 1189:1997	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
Aguas residuales y lixiviados	Fósforo disuelto por espectrofotometría UV-VIS.	SM 4500-P D (17ª Ed.) SM 4500-P C (19ª Ed.) SM 4500-P B y E (20ª Ed.) NFT 90-023:1997 Aptdo. 5.1 DIN 38414:1984	Utilizados por laboratorios de inspección y OCAs
Aguas residuales	Determinación de ortofosfato disuelto por cromatografía iónica en fase líquida.	UNE-EN-ISO 10304-2:1997	–
	Fósforo total por espectrofotometría UV-VIS (método del ácido ascórbico).	SM 4500-P E (17ª Ed.) SM 4500-P B y E (20ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Fósforo total por espectrofotometría UV-VIS (método del ácido vanadomolibdofosfórico).	SM 4500-P A, B y C (17ª Ed.)	Utilizado por laboratorios de inspección
Aguas naturales o residuales	Fosfatos por inyección de flujo / espectrofotometría UV-VIS (método del ácido ascórbico).	EPA 365, parte 1 y 4 (1978)	Utilizado por laboratorios de inspección

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

## MÉTODOS DE MUESTREO Y MEDICIÓN DE CONTAMINANTES EPER ATMOSFÉRICOS

En las siguientes tablas se presentan las distintas alternativas metodológicas de muestreo y análisis recomendadas por el Ministerio de Medio Ambiente, a través del portal EPER-España, aplicables a los seis parámetros atmosféricos solicitados al sector cárnico.

Las instalaciones de tratamiento y transformación destinados a la fabricación de productos alimenticios a partir de materia prima animal (que no sea leche) de una capacidad de producción superior a 75 t/d, solo deben notificar las emisiones de CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.

Las instalaciones que se dedican exclusivamente a actividad de matadero con una capacidad de producción de canales superior a 50 t/d y las instalaciones de elaborados cárnicos que además dispongan de matadero cuya capacidad de producción supere ese mismo umbral, deben notificar los seis parámetros de emisión.

**Tabla 41. Métodos recomendados de muestreo y medición de CH<sub>4</sub> (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados para la toma de CH<sub>4</sub></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
–	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979
Fuentes fijas de emisión	Muestreo para la determinación automática de las concentraciones de gas.	UNE 77218:1996	Equivalente a ISO 10396:1993

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Fuentes fijas de emisión	Determinación por cromatografía de gases	–	Utilizado por OCAs

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

**Tabla 42. Métodos recomendados de muestreo y medición de CO<sub>2</sub> (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados para la toma de CO<sub>2</sub></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
–	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979
Fuentes fijas de emisión	Muestreo no isocinético	UNE 33962:1997	Utilizado por OCAs

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Fuentes fijas de emisión	Determinación in situ mediante células electroquímicas	–	Utilizado por OCAs

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

**Tabla 43. Métodos recomendados de muestreo y medición de HFC (Fuente: España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados para la toma de muestras de HFC</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
–	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979
Emisiones de fuentes estacionarias	Muestreo para la determinación automática de las Concentraciones de gas.	UNE 77218:1996	Utilizado por ISO 10396:1993

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
No se han identificado metodologías aplicables para la medición de este parámetro.			

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

**Tabla 44. Métodos recomendados de muestreo y medición de NH<sub>3</sub> (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados para la toma de NH<sub>3</sub></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
-	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979
Fuentes fijas de emisión	Toma de muestras	NIOSH 7601 (adaptación del método)	Utilizado por OCAs

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Fuentes fijas de emisión	Determinación por espectrofotometría de UV-Visible	-	Utilizado por OCAs

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

**Tabla 45. Métodos recomendados de muestreo y medición de NO<sub>x</sub> (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados para la toma de muestras NO<sub>x</sub></b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Emisiones de fuentes estacionarias	Determinación de las concentraciones máxicas de óxidos de nitrógeno. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.	UNE 77224:2000	Equivalente a ISO 10489:1996
Fuentes fijas de emisión	Toma de muestra	método EPA 7 (1986)	Utilizada por laboratorios de inspección
	Toma de muestra	método EPA 7 (1990)	-
	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	DIN 33962:1997	-
		UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979

Nota: En el momento de la redacción de este documento, y conforme a la información disponible en ese momento en el portal de EPER España, el grupo de trabajo 9 del Comité Técnico 264 del CEN estaba trabajando en aspectos referentes al aseguramiento de la calidad de los sistemas de medición automatizados.

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Fuentes fijas de emisión	Determinación de las concentraciones máxicas de óxidos de nitrógeno. Características de funcionamiento de los sistemas automáticos de medida.	UNE 77224:2000 (Equivalente a ISO 10489:1996)	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Determinación de la concentración máxica de óxidos de nitrógeno. Método fotométrico de la naftilendiamina (NEDA).	UNE 77228:2002 (Equivalente a ISO 11564:1998)	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Determinación de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) por espectrofotometría UV-VIS.	método EPA 7 (1990)	Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación in situ mediante células electroquímicas.	método EPA 7 (1986)	-
		-	Utilizado por OCAs

Nota: En el momento de la redacción de este documento, y conforme a la información disponible en ese momento en el portal de EPER España, el grupo de trabajo 16 del Comité Técnico 264 del CEN estaba trabajando en el desarrollo de una nueva norma aplicable a los NO<sub>x</sub>

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

**Tabla 46. Métodos recomendados de muestreo y medición de PM10 (Fuente: EPER-España. Ministerio de Medio Ambiente)**

<b>Métodos recomendados para la toma de muestras PM10</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
–	Muestreo isocinético.	EPA 5 Modificación	Utilizado por OCAs
–	Análisis de gas. Preparación de las mezclas de gases para calibración. Método de permeación.	UNE 77238:1999	Equivalente a ISO 6349:1979
Fuentes fijas de emisión	Muestreo para la determinación automática de las concentraciones de gas.	UNE 77218:1996	Equivalente a ISO 10396:1973

Nota: En el momento de la redacción de este documento, y conforme a la información disponible en ese momento en el portal de EPER España, el grupo de trabajo 9 del Comité Técnico 264 del CEN estaba trabajando en aspectos referentes al aseguramiento de la calidad de los sistemas de medición automatizados.

<b>Métodos de medición recomendados</b>			
<b>Fuentes</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Norma de referencia<sup>(1)</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Fuentes fijas de emisión	Determinación de la concentración y caudal mássico de material particulado en conductos de gases. Método gravimétrico manual.	UNE 77224:1997	Corresponde a ISO 9096:1992 Propuesta en la Guía EPER de la Comisión Utilizado por laboratorios de inspección
	Medición automática de la concentración mássica de partículas. Características de funcionamiento, métodos de ensayo y especificaciones.	UNE 77219:1998	Equivalente a ISO 10155:1995 Propuesta en la Guía EPER de la Comisión
	Determinación por gravimetría.	EPA 5 (40 CFR) EPA 17 (1995)	Utilizado por OCAs. Utilizado por laboratorios de inspección
	Determinación de la concentración de masa total de polvo a bajas concentraciones (<20 mg/m <sup>3</sup> ). Parte 1. Método gravimétrico manual.	PrEN 13284 (borrador) PNE-prEN 13284-1	Propuesta en la Guía EPER de la Comisión

Nota: En el momento de la redacción de este documento, y conforme a la información disponible en ese momento en el portal de EPER España, el CEN estaba preparando un nuevo documento sobre sistemas de medición automática.

<sup>(1)</sup> Las Normas de referencia UNE han sido actualizadas con las nuevas versiones aparecidas desde el momento de su publicación en el portal EPER-España.

## GLOSARIO

### Abreviaturas

AAI	Autorización ambiental Integrada
AFNOR	Association Française de Normalisation
AICE	Asociación de Industrias de la Carne de España
ANSI	American National Standards Institute
APHA	American Public Health Association
ASOCARNE	Asociación Española de Empresas de la Carne
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWWA	American Water Works Association
AyG	Aceites y grasas
BAT	Best available technology
BIA	Bajo índice de azufre
BREF	BAT reference document
CCAA	Comunidades Autónomas
CE	Conductividad eléctrica
(CE)	Comunidad Europea. Acrónimo que acompaña a todos los textos legislativos dictados en la Unión Europea (Directivas, Reglamentos y Decisiones)
CEN	Comité Europeo de Normalización
CFA	Continuous flow analysis
CFC	Clorofluorocarbono
CIAA	Confédération des Industries Agro-Alimentaires de l'UE
CIP	Cleaning in place
Cl-	Cloruros
CNR-IRSA	Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Acque
CONFECARNE	Confederación de Organizaciones Empresariales del Sector Cárnico de España
COT	Carbono orgánico total
CTM	Conditional test method
Danish EPA	Danish Environmental Protection Agency
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DBO5	Demanda bioquímica de oxígeno medida después de 5 días de incubación
DIN	Deutsche Industrie Norm
DO	Denominación de origen
DQO	Demanda química de oxígeno
EDAR	Estación depuradora de agua residuales
EN	Norma Europea
EPA	United States Environmental Protection Agency
EPER	European Pollutant Emission Register
ETG	Especialidad tradicional garantizada
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAOSTAT	Base de datos <i>on-line</i> de estadísticas de la FAO



---

FIA	Flow injection analysis
FIAB	Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas
GWP	Global warming potential
HCFC	Hidroclorofluorocarbono
HFC	Hidrofluorocarbono
ICEX	Instituto Español de Comercio Exterior
IEC	International Electrotechnical Commission
IGP	Indicación geográfica protegida
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
IPTS	Institute for Prospective Technological Studies
IR	Infrarrojo
ISO	International Standard Organization
LER	Lista europea de residuos
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MER	Material específico de riesgo
MIMAM	Ministerio de Medio Ambiente
MISACO	Ministerio de Sanidad y Consumo
MTD	Mejor técnica disponible
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NKT	Nitrógeno Kjeldahl total
N-NH <sub>4</sub>	Nitrógeno amoniacal
NT	Nitrógeno total
OCA	Organismo de control autorizado
ODP	Ozone depletion potential
P	Presión
PNE	Présentation des normes européennes
PM-10	Materia particulada menor de 10 micras de diámetro
PrEN	Norma europea en estado de borrador
PT	Fósforo total
SGMA	Sistema de gestión ambiental
SS	Sólidos en suspensión
T <sup>a</sup>	Temperatura
TWG	Technical working groups
UNE	Una norma española
UNEP	United Nations Environment Programme
UT	Unidades de toxicidad
UV-VIS	Ultravioleta visible
VLE	Valor límite de emisión
WEF	Water Environment Federation

### Elementos y compuestos químicos

CH <sub>4</sub>	Metano
ClNa	Cloruro sódico
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
Cu	Cobre

EDTA	Ácido etilendiamintetraacético
EVA	Etilenvinilacetato
LAS	Sulfonato de alquilbenceno lineal
N	Nitrógeno
N <sub>2</sub>	Nitrógeno molecular
NEDA	Naftilendiamina
NH <sub>3</sub>	Amoniac
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ión Amonio
NO	Monóxido de nitrógeno
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
NO <sub>2</sub> Na	Nitrito sódico
NO <sub>3</sub> K	Nitrato potásico
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno (NO+NO <sub>2</sub> )
NPE	Nonilfenoletoxilato
O <sub>2</sub>	Oxígeno molecular
P	Fósforo
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
R22	Refrigerante de la familia de los HCFC
R404	Refrigerante producto de la mezcla de varios HFC
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre (SO <sub>2</sub> +SO <sub>3</sub> )
Zn	Zinc

### Unidades de medida y símbolos

atm	atmósfera (1 atm=1,013 bar) (1 atm=101,3 kPa)
bar	bar (1 bar= 0,986 atm) (1 bar=100 kPa)
°C	grado Celsius
cm	centímetro
g	gramo
GJ	gigajulio
h	hora
kg	kilogramo
kJ	kilojulio (1 kJ=0,28x10 <sup>-3</sup> kWh) (1 kJ=0,238 kcal)
kPa	kilopascal (1.000 kPa=9,86 atm) (1.000 kPa=10 bar)
kWh	kilowatio-hora (1 kWh=3.600 kJ) (1 kWh=859,84 kcal)
l	litro
m	metro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
m <sup>3</sup>	metro cúbico
mg	miligramo
mm	milímetro
m <sup>3</sup> N	metros cúbicos normales. “N” indica que la concentración de una determinada sustancia en el aire se ha expresado en condiciones “normales” de presión y temperatura. Estas condiciones son T <sup>a</sup> = 0°C y P= 1 atm.

MWh	megawatio-hora
Pa	pascal
ppm	partes por millón
s	segundo
t	tonelada
V	voltio
$\mu$ S	microsiemens
€	euro

ISBN 84-8320-326-X



9 788483 203262

P.V.P. 16,00 €  
(I.V.A. incluido)



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE