



**MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES EN
LA INDUSTRIA CÁRNICA**



A. INTRODUCCIÓN

El pasado 24 de septiembre de 1996, el Consejo de la Unión Europea aprobó la **Directiva 96/61**, relativa a la *prevención y control integrado de la contaminación*, que afecta entre otros sectores productivos a la industria agroalimentaria.

El objetivo de esta Directiva es **Reducir y Prevenir** los impactos que las actividades industriales producen en el medio ambiente en su conjunto (*atmósfera, agua y suelo*).

Esta Directiva supone un importante cambio de enfoque en el tratamiento de la prevención y control de la contaminación industrial basado en el concepto de "**Mejores Técnicas Disponibles**" (comúnmente conocidas como MTD's o BATs).

De un lado, se produce un cambio de punto de vista en la relación entre industria y medio ambiente, ya que tiene en cuenta las particularidades y posibilidades de cada proceso productivo de forma independiente (las MTD's, lo son para cada proceso en particular). De otro, puede suponer para las empresas afectadas la necesidad de realizar un esfuerzo a la hora de adaptarse a la Directiva.

La Directiva IPPC 96/61/CE, se diferencia de las anteriores normativas sobre protección medioambiental en la forma de abordar la prevención y el control público de la contaminación industrial, ya que introduce nuevos enfoques para resolver estos problemas:

La mejor forma de reducir la contaminación es reducirla en origen, es decir, en el proceso productivo.

Considerando el medio ambiente en su conjunto, debe evitarse que la contaminación pueda pasar de un medio receptor a otro (p.e. del agua al suelo).

Para cada proceso, los valores límite de emisión tendrán como referencia aquellos producidos con el uso de las Mejores Técnicas Disponibles y éstos variarán con el tiempo a medida que evolucione la técnica disponible.



Las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) para cada proceso productivo son aquellas técnicamente relevantes por su eficacia, comercialmente disponibles y que se puedan encontrar tanto en instalaciones existentes como futuras, caracterizadas por:

- generar pocos residuos
- usar sustancias menos peligrosas
- fomentar la recuperación
- reducir el uso de materias primas
- aumentar la eficacia del consumo de energía
- disminuir el riesgo de accidentes

Según la lista que aparece en el Anexo I de la Directiva, las actividades de la industria agroalimentaria afectadas por la Directiva IPPC son las siguientes:

- Instalaciones para el **curtido de cueros** con una capacidad de producción de más de *12 Tm/día*.
- **Mataderos** con una capacidad de producción de canales superior a *50 T/día*.
- 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 de productos acabados superior a *75 T/día*.
 - **Materia prima vegetal** de una capacidad de producción de productos acabados *superior a 300 T/día (valor medio trimestral)*.
- **Tratamiento y transformación de la leche**, con una cantidad de leche recibida superior a *200 T/día (valor medio anual)*.
- Instalaciones para la eliminación o el **aprovechamiento de canales o desechos de animales** con una capacidad de tratamiento superior a *10 T/día*.
- Instalaciones destinadas a la **cría intensiva de aves de corral y cerdos** que dispongan de más de:
 - *40.000 emplazamientos para aves de corral*.
 - *2.000 emplazamientos para cerdos de cría (de más de 30 Kg)*
 - *750 emplazamientos para cerdas*.



Además de estos hechos, la puesta en práctica de los principios de ésta norma requiere una importante fase previa de recopilación de información, con el fin de establecer cuales son las Mejores Técnicas Disponibles, desde el punto de vista medio ambiental, para cada proceso productivo en particular y, lo que no es menos importante, en la situación específica de cada país miembro de la UE.

El presente documento forma parte de la documentación final correspondiente al proyecto "Difusión, Promoción e Intercambio de Información acerca de las Mejores Técnicas Disponibles en los Sectores Industriales Agroalimentarios y Afines afectados por la Directiva IPPC 96/61/CE", que bajo el criterio de aunar esfuerzos de las entidades, administraciones públicas, industrias y asociaciones implicadas en esta problemática, ha sido promovido por AINIA. Desde 1998, la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB) participa junto a AINIA en el desarrollo del proyecto.

El proyecto está financiado por el MINER a través de la iniciativa ATYCA y el programa ADAPT del Fondo Social Europeo, y ha sido incluido en una iniciativa global para todo el conjunto de sectores industriales afectados en la que participa también la Fundación Entorno.

Para el desarrollo del proyecto, es de importancia capital la participación de técnicos de industrias y asociaciones industriales del sector, conocedores de la problemática tecnológica y medioambiental de la industria, así como la de técnicos de Centros Tecnológicos, que pueden aunar conocimientos específicos en el campo medio ambiental y en el de nuevas técnicas.

Las mesas de trabajo subsectoriales, que comenzaron su andadura durante 1997 para alguno de los subsectores agroalimentarios, formadas por técnicos de empresas y asociaciones han permitido obtener información de primera mano y contrastar los datos obtenidos de otras fuentes.

B. EL SECTOR CÁRNICO EN ESPAÑA

La industria cárnica constituye un subsector en crecimiento en nuestro país, que se nutre fundamentalmente de animales de ciclo corto y alimentación intensiva. La producción porcina y avícola ha sufrido un notable desarrollo debido principalmente a la introducción de técnicas modernas, alcanzándose costes de producción muy competitivos con respecto a otras especies como vacuno u ovino.

La producción de carne en el año 1997 fue de 4.184.898 toneladas, lo que supuso un valor estimado de 1.37 billones de pesetas para el sector.

La distribución de la producción de carne por comunidades autónomas fue la siguiente:

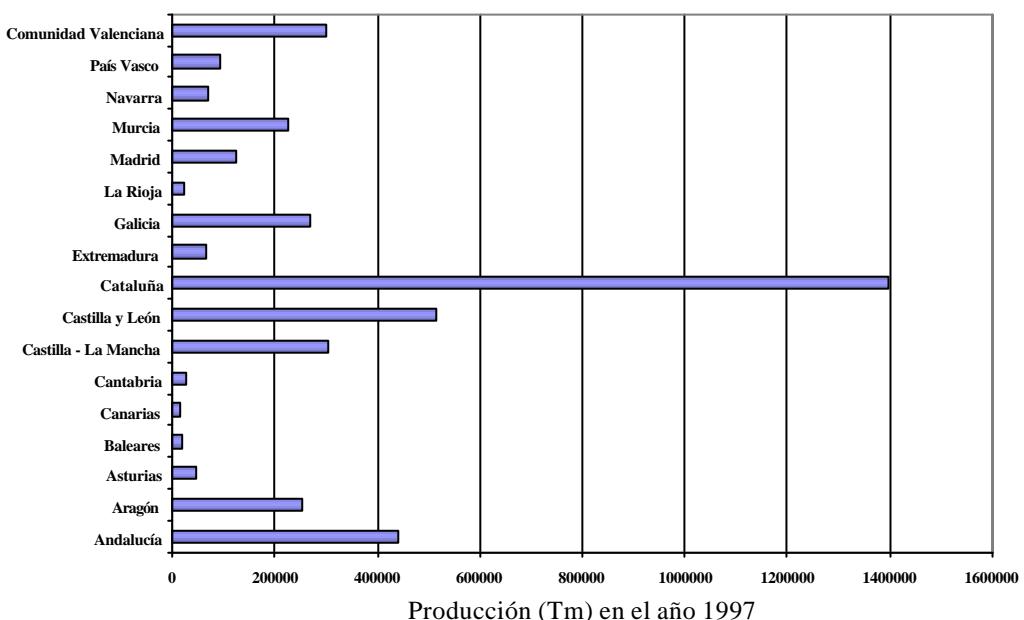


Figura 1.- Producción de carne por comunidades autónomas.

En la distribución geográfica de la producción de carne destaca la gran producción en Cataluña, que supone el 33.4% del total. En esta comunidad, destaca la producción de porcino (38.4% de la producción española). También es esta comunidad la que tiene una mayor producción de carne de ave (31.6% de la producción española), de vacuno (21.3% de la producción española), de ovino (21.7% de la producción española) y de conejo (33%

de la producción española). Las siguientes comunidades en importancia son Castilla y León (12.3% de la producción total) y Andalucía (10.4% de la producción total), siendo la producción de carne de porcino la más importante en cada una de ellas (58.1% y 58.3% respectivamente).

Respecto a la distribución de producción según el tipo de carne, destaca la producción de porcino (2.331.490 Tm), quedando a gran distancia la aviar (886.339 Tm), la de vacuno (593.381 Tm), la de ovino (226.569 Tm), la de conejo (122.546 Tm), la de caprino (17.064 Tm) y la de equino (7.529). En el siguiente gráfico se representan estas cifras:

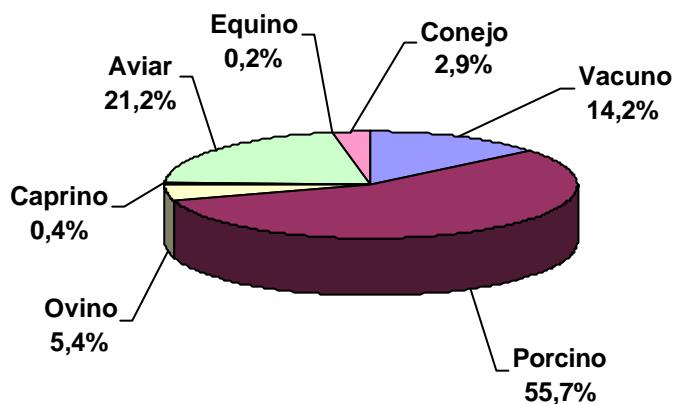


Figura 2.- Distribución de la producción según el tipo de carne.

En el sector porcino, la producción en 1997 superó los 2.3 billones de toneladas, con un valor de la producción de 623.000 millones de pesetas. Esta cifra de producción representó un 14.1% de la producción total europea, dejando a España en el segundo puesto dentro de los países de la Unión Europea. En el ámbito mundial, la producción fue del 2.6%. Aunque España es un gran consumidor de carne de porcino, también es un país netamente exportador.

La carne de porcino se produce en todas las comunidades autónomas, siendo la principal producción en todas menos en la comunidad de Madrid, el País Vasco, Cantabria y Canarias.

La distribución por comunidades fue la siguiente en el año 1997:

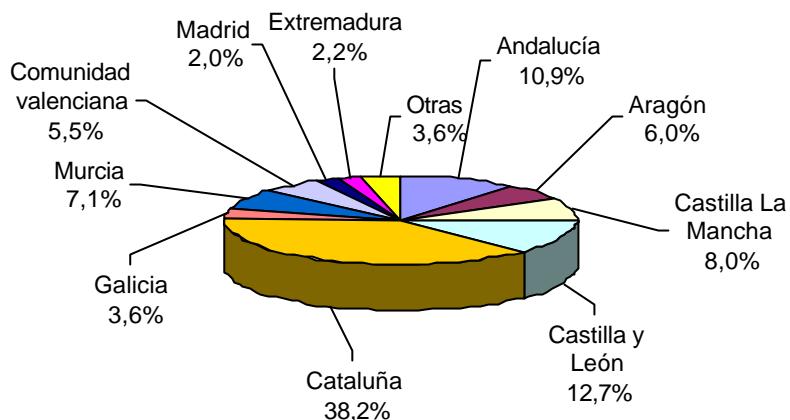


Figura 3.- Distribución de la producción de porcino por comunidades autónomas.

El sector aviar es el segundo en importancia en cuanto a producción, con un total de 886.000 Tm en el año 1997, obteniéndose un total de 209.000 millones de pesetas. Respecto a la producción de la Unión Europea, España representa el 9.8%, y respecto a la producción mundial un 1.4%.

Por comunidades autónomas, Cataluña encabeza la producción con 280.083 toneladas, seguida por Andalucía con 132.951 toneladas y la Comunidad Valenciana con 114.339 toneladas. La distribución de la producción por comunidades es la siguiente:

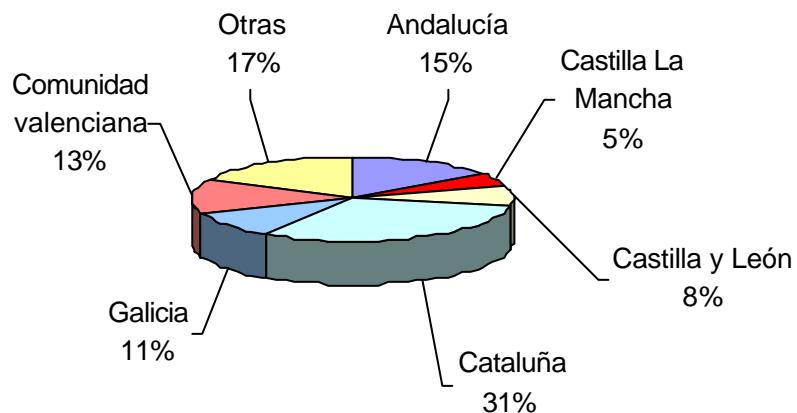


Figura 4.- Distribución de la producción aviar por comunidades autónomas

El sector vacuno es el tercero en volumen de producción con 593.381 Tm, aunque tiene el segundo puesto en cuanto al valor de la producción con 284.000 millones de pesetas en el año 1997. Respecto a la Unión Europea, España representa el 6.5% de la producción, y no llega al uno por ciento de la producción mundial.

En España, las principales comunidades productoras son Cataluña, Castilla y León, Galicia y Madrid, quedando la distribución de la producción española como muestra el siguiente gráfico:

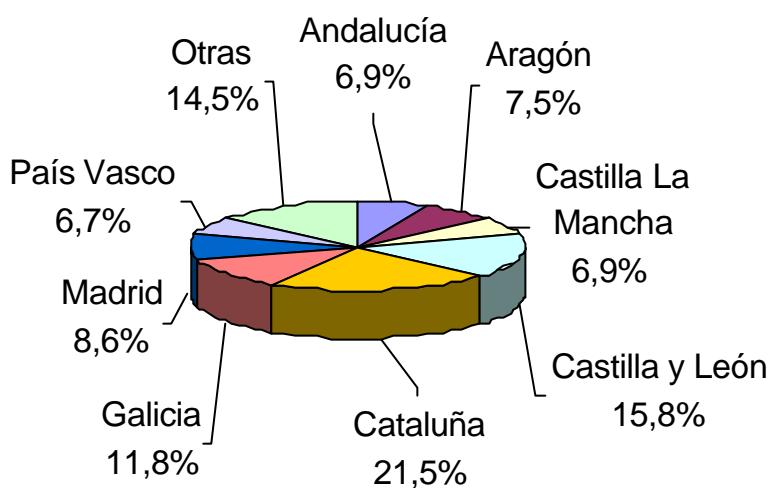


Figura 5.- Distribución de la producción de vacuno por comunidades autónomas.

En el año 1998 había registrados un total de 1.833 mataderos, teniendo en cuenta tanto los mataderos autorizados para el comercio intracomunitario (868) como los mataderos con excepción permanente (aproximadamente 965). En ellos produjeron un total de 4.184.898 toneladas durante el año 1997, siendo España el país con un mayor número de mataderos y el cuarto en producción de carne.

Los mataderos son la base de la producción española de carne, siendo muy numerosos y de tamaño pequeño y mediano comparándolos con los grandes mataderos europeos.

Del total de mataderos autorizados para el comercio intracomunitario, 552 correspondieron a mataderos de mamíferos, 180 de aves, 125 de conejos y 11 de caza de cría.

La distribución de mataderos no es uniforme en toda España, ya que en Cataluña, Castilla y León o Andalucía existe un gran número de mataderos homologados (autorizados para el tráfico comunitario), mientras que en Castilla La Mancha o Aragón abundan los mataderos con excepción permanente.

Por comunidades autónomas, encontramos la siguiente distribución de mataderos:

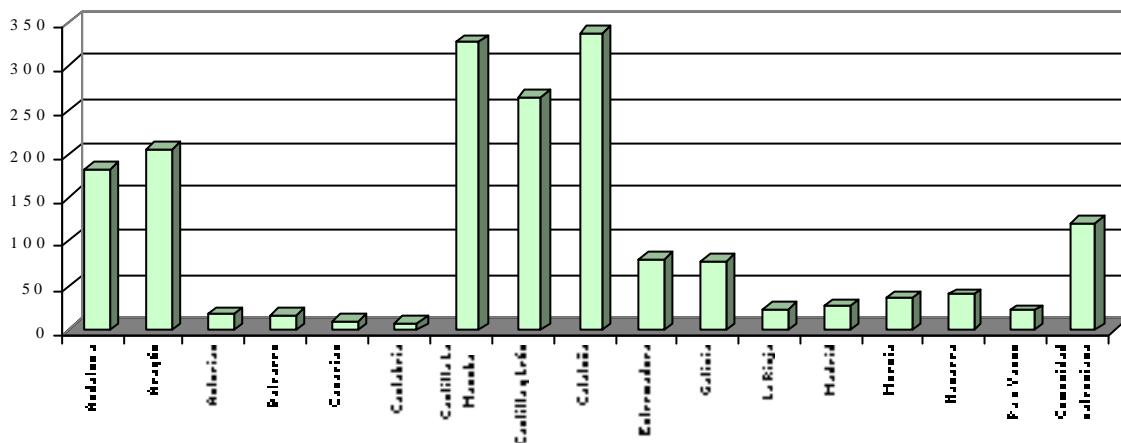


Figura 6.- Distribución de los mataderos por comunidades autónomas.

Los mataderos se pueden distinguir según sean polivalentes o de una sola especie, y entre ellos según la especie o especies a las que estén dedicados.

En el siguiente gráfico se representan los mataderos según las líneas existentes (los datos del gráfico están obtenidos del MISACO, al que los propios mataderos suministran los datos, por lo que puede existir un cierto error en ellos):

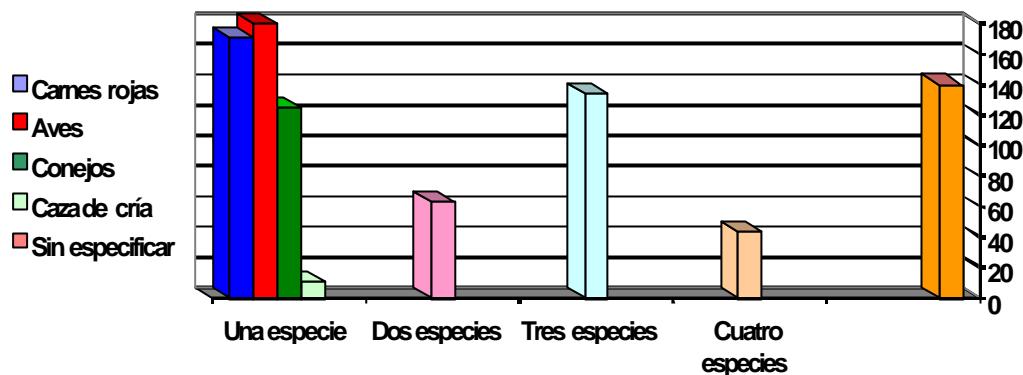


Figura 7.- Distribución de los mataderos según las líneas existentes. Fuente: MISACO

También se pueden distinguir los mataderos según sean públicos o privados, siendo los primeros importantes en el sacrificio de vacuno y ovino y los segundos en el de porcino y de aves. El despiece suele realizarse en salas anejas al matadero o en salas independientes a él.

Los productos cárnicos elaborados tuvieron una producción de 740.000 toneladas en el año 1997, sufriendo un ligero estancamiento ya que el crecimiento del sector fue tan solo del 0.6%. La elaboración de estos productos en España suele realizarse en factorías generalmente de pequeño tamaño.

En volumen de ventas, la distribución de estos productos en el año 1997 fue la siguiente:

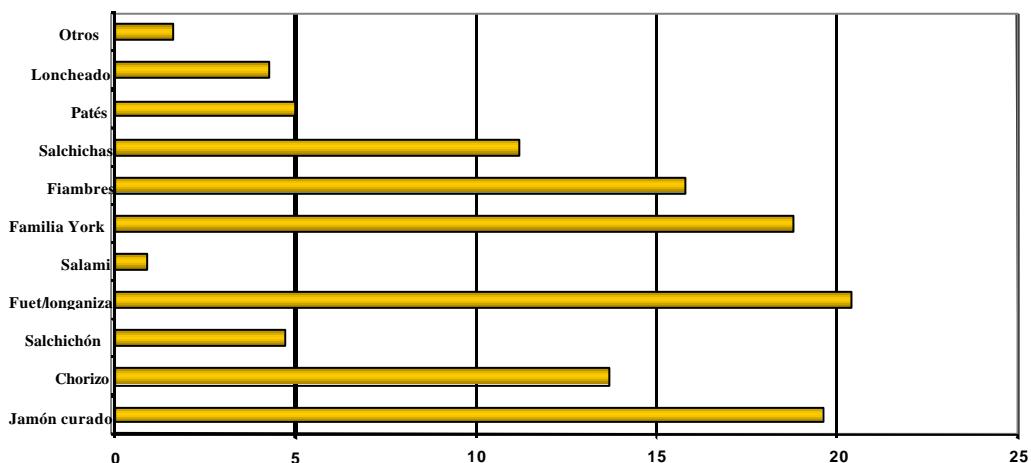


Figura 8.- Porcentaje de ventas de los productos cárnicos elaborados

En 1997 se fabricaron en España 126.000 Tm. de línea “york” (jamón y paleta cocidos), 95.000 Tm. de fiambres (chopped, fiambres de jamón, mortadelas...) y 75.000 Tm. de salchichas.

En cuanto a productos curados, en España se fabricaron 320.000Tm.. La mayor producción fue para el jamón y paleta curada (182.500 Tm), seguido de chorizos en todas sus variedades (65.000 Tm) y de salchichón y similares (55.000 Tm). Otros embutidos curados (longaniza, lomo, sobrasada...), alcanzaron una producción menor cercana a los 16.500 Tm.

Según la clasificación de la directiva, los mataderos afectados por la IPPC son aquellos cuya capacidad de producción de canales es superior a 50T/día, mientras que las salas de despiece y transformación están afectadas a partir de la fabricación de más de 75T/día de productos acabados. Es necesario comentar que una parte importante de los mataderos existentes en España tienen además sala de despiece, por lo que estarán afectados de forma especial por la directiva.

Según datos consensuados entre AINIA y el MAPA, las plantas industriales que están afectadas por la Directiva IPPC son 187, siendo las Comunidades Autónomas de Andalucía, Cataluña, Comunidad Valenciana, Galicia y Castilla-La Mancha.

Tabla 1. Establecimientos industriales afectados por la Directiva IPPC dentro del epígrafe 6.4 a y 6.4 b apartado “tratamiento y transformación de materia prima animal”. Fuente: INE 1994, MAPA,

AINIA

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Mataderos: producción de canales >50 t/día	Tto.y transf. de materia prima animal, no leche: productos cárnicos acabados >75 t/día	TOTAL
ANDALUCÍA	31	28	59
ARAGÓN	11	3	14
ASTURIAS	1	0	1
ISLAS BALEARES	0	0	0
CANARIAS	0	0	0
CANTABRIA	1	0	1
CASTILLA-LEÓN	5	2	7
CASTILLA-LA MANCHA	6	6	12
CATALUÑA	29	11	40
CEUTA	0	0	0
COMUNIDAD DE MADRID	4	1	5
COMUNIDAD VALENCIANA	16	4	20
EXTREMADURA	2	0	2
GALICIA	12	1	13
LA RIOJA	0	0	0
MELILLA	0	0	0
NAVARRA	2	2	4
PAÍS VASCO	3	0	3
MURCIA	5	1	6
TOTAL	128	59	187

El número total de mataderos afectados es de 128 y el número de empresas afectadas en el tratamiento y transformación de materia prima animal (no leche) es de 59 en ambos casos estas empresas se encuentran principalmente en Andalucía, Cataluña y Comunidad Valenciana.

En este documento se ha estructurado el sector cárnico en cuatro subsectores, de acuerdo con los problemas medioambientales ligados a los procesos productivos que engloban.

- Mataderos Polivalentes
 - Elaboración y acondicionamiento en fresco (salas de despiece)
- Mataderos Avícolas
- Productos elaborados cocidos
- Productos elaborados curados

La estructura del sector se muestra en el siguiente diagrama:

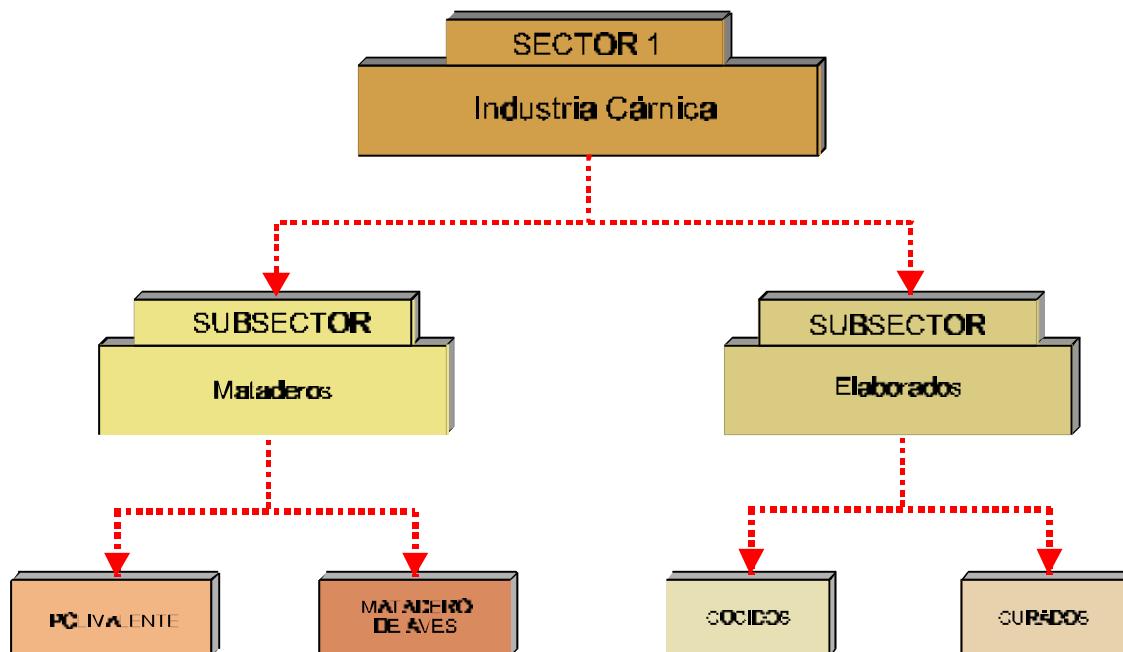


Figura 9.- Actividades del sector cárnico estudiadas

C. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES

Los mataderos son establecimientos en los que se sacrifican los animales, constituyendo la primera etapa en el proceso de industrialización de la carne, considerando la canal como producto final del proceso.

El aumento del consumo de la carne de ave, por su precio más económico, ha determinado una importante mejora, tecnificación y automatización de las explotaciones avícolas de los mataderos de aves.

Los mataderos de aves están en manos privadas en nuestro país, y en muchos casos están conectados con las explotaciones avícolas a fin de conseguir un mayor aprovechamiento económico. Los avances y desarrollos tecnológicos en el sector van dirigidos sobre todo a una más completa mecanización y automatización.

Tanto el transporte de las aves como su recogida y captura, influye en la calidad de la carne obtenida, de ahí la necesidad de que estas operaciones se lleven a cabo de la forma más favorable posible.

La transformación de piezas de carne y despojos mediante una serie de acciones entre las que se incluye un tratamiento térmico da lugar a los productos cárnicos cocidos. Entre ellos podemos citar el jamón y paleta cocida, los fiambres y salchichas

Los productos crudo curados se obtienen, bien a partir de piezas de carne enteras como en el caso del jamón, paleta o lomo, o bien a partir de recortes de magro y grasa sometidos a las operaciones de picado y amasado en el caso de salchichones, chorizos... A todos ellos se les adicionan sales de curado, junto con especias y otros ingredientes. Posteriormente son sometidos a un proceso de secado natural o artificial hasta que el producto es estable a temperatura ambiente y ha alcanzado las características organolépticas adecuadas.

C.1. MATADEROS POLIVALENTES

Dado que dentro de los mataderos polivalentes los dedicados a ganado porcino son mayoritarios, en este apartado describiremos el proceso para este caso particular, resaltando posteriormente las diferencias existentes en el caso del ganado vacuno, ovino y bovino.

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.

Tras el traslado al matadero los animales deben permanecer 24 horas en las cuadras previamente al sacrificio. En ella, y antes del desangrado, los animales son aturdidos, tanto por necesidades técnicas como para evitar el sufrimiento. Posteriormente, los cerdos son degollados y desangrados en posición vertical u horizontal dependiendo de la línea existente.

La sangre puede ser recogida y almacenada a baja temperatura en tanques refrigerados para ser utilizada posteriormente como subproducto. Tras el desangrado se procede al escaldado y depilado del animal.

La evisceración es una operación muy complicada desde el punto de vista higiénico, debiéndose proceder de forma limpia y con precaución. Durante esta operación que se realiza a mano, tiene lugar la inspección sanitaria.

Una vez obtenidas las canales, se procede a una limpieza de las canales para eliminar la contaminación superficial por microorganismos así como por restos de sangre.

La carne se puede preservar mediante refrigeración y/o congelación.

La higiene debe de considerarse por su importancia, como una etapa mas del proceso productivo con influencia directa sobre la calidad de los alimentos que se elaboran.

MATADERO POLIVALENTE

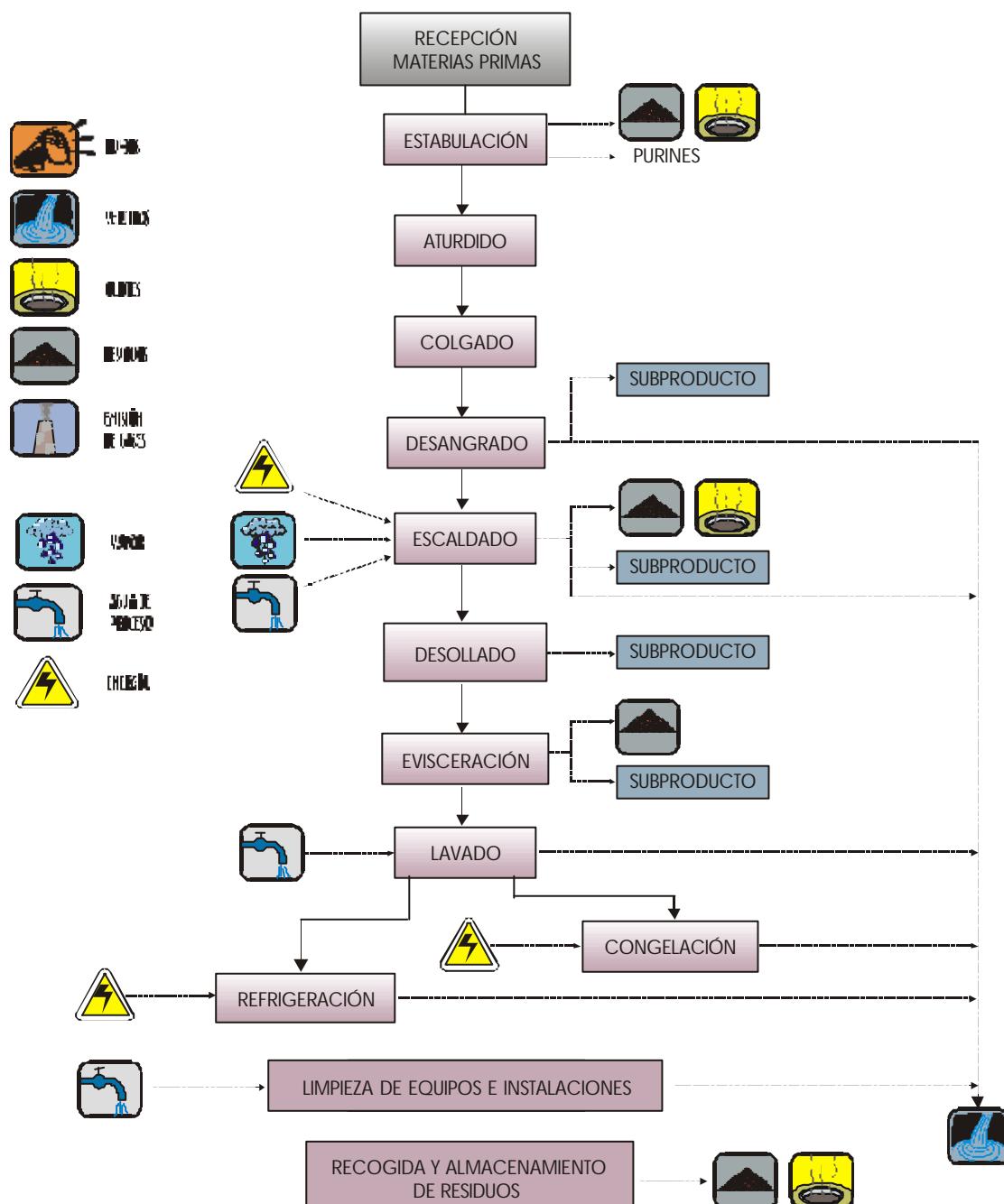


Figura 10.- Diagrama de flujo de mataderos polivalentes.

C.1.1. Estabulación

Una vez que los animales son transportados desde las granjas al matadero, éstos deberán permanecer en los establos al menos 24 horas antes de ser sacrificados bajo ayuno y dieta hídrica. Este es un punto crítico en cuanto a la emisión de olores, y es una de las causas de que los mataderos sean considerados como actividades molestas.

Durante la estabulación de los animales se producen cantidades importantes de purines y deyecciones que son factores de impacto relevantes.

C.1.2. Desangrado

En la línea de sacrificio, y antes del desangrado, los animales son aturdidos. Para ello existen diferentes técnicas de aturdimiento, empleándose en el caso del vacuno, ovino y equino las pistolas de bala cautiva de punzón penetrante, mientras que para el porcino se emplean descargas eléctricas y en algunos casos se utiliza el dióxido de carbono.

Una vez que son aturdidos y colgados, se procede al degollado y desangrado de los animales. La sangre se recolecta y se filtra para separar posibles residuos sólidos. Posteriormente se transporta a un tanque refrigerado donde permanecerá hasta su posterior uso como subproducto.

C.1.3. Escaldado

En los mataderos polivalentes la operación de escaldado-depilado se realiza con el ganado porcino, debido a que la carne de cerdo se comercializa con piel incluida. Cuando se procesa ganado bovino u ovino esta operación es sustituida por un desollado.

Con la operación de escaldado se elimina el pelo que cubre la superficie de los animales, y para ello se utiliza agua lo suficientemente caliente que asegure su caída. Posteriormente se realiza un depilado por medio de rodillos que permiten retirar la práctica totalidad de las cerdas presentes en la piel de los cerdos. Una vez que los cerdos son depilados por

escaldado y rascado son sometidos a un proceso de chamuscado con un soplete para quemar aquellas cerdas que no han sido eliminadas en el proceso anterior, tanto por su dureza como por su inaccesibilidad.

En el caso de bovino y ovino, tras el desangrado se procede a la eliminación de la piel. Esta operación se realiza a mano, o bien mecánicamente por tracción con la ayuda de máquinas automáticas. Las pieles son retiradas de la línea de producción para ser empleadas posteriormente como subproducto.

C.1.4. Evisceración

La evisceración 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 por medio de sierras obteniéndose las medias canales.

C.1.5. Limpieza de canales

Obtenidas las canales, se realiza una limpieza de éstas para eliminar la contaminación superficial compuesta principalmente por microorganismos y restos de sangre.

C.1.6. Refrigeración

Una posibilidad para preservar las canales, es la refrigeración de las mismas. Esta operación se realiza normalmente en dos fases. En la primera fase las canales se introducen en cámaras de oreo a una temperatura de entre -3° y 0°C con el objetivo de reducir rápidamente el calor corporal de las canales que en ese momento ronda los 40°C.

Tras una o dos horas, las canales son almacenadas en cámaras a una temperatura de entre 0° y 4°C (segunda etapa) donde permanecerán hasta su posterior traslado a las salas de despiece.

C.1.7. Congelación

La congelación es la alternativa a la refrigeración para preservar las canales durante un largo periodo de tiempo.

Salas de Despiece

El despiece de las canales suele realizarse en salas contiguas a los mataderos siendo frecuente en España el binomio matadero-sala de despiece.

En estas instalaciones las canales y medias canales procedentes del matadero son deshuesadas y divididas en partes más pequeñas.

El grado de división a que se llega en este tipo de establecimiento es muy variable. Y dependiendo del tipo de carne, el tamaño de las piezas, la finalidad de empleo y los medios técnicos, las canales se despiezan colgadas o tendidas.

Una vez despiezada la canal, se procede al envasado y/o congelado.

C.1.8. Despiece y Categorización

El despiece y categorización se puede realizar antes de someter a frío la canal (despiece en caliente, con uso o no de estimulación eléctrica) o después de someterla a una refrigeración. En el primer caso (despiece en caliente) las canales son trasladadas directamente desde la línea de sacrificio a la sala de despiece anexa, ya que el despiece debe de ser inmediato.

Una innovación tecnológica de importancia, ha sido el despiece de cuartos de vacuno mediante brazos mecánicos, facilitando enormemente el deshuesado.

El despice comprende las siguientes etapas:

- Despiece mayor de la canal en grandes tajos de carne.
- Despiece menor de los grandes tajos.
- Deshuesado de las piezas
- Corte al detalle de las piezas o categorización de la carne deshuesada.

La operación de despice debe realizarse en una sala refrigerada para reducir al máximo la contaminación de la carne, que es especialmente delicada en esta fase.

C.1.9. Envasado

En muchos casos la distribución de las piezas tanto grandes como pequeñas se hace sin envasado previo sino que se transportan en bandejas de plástico hasta su destino final.

En el caso de que se envasen, existen dos tipos de envasado distintos según que las piezas sean grandes o pequeñas. El envasado de piezas grandes se realiza, generalmente, al vacío, mientras que el de piezas pequeñas se suele realizar en atmósfera de aire o bien en atmósfera controlada o modificada.

C.1.10. Congelación/ Refrigeración

Dependiendo del destino del producto final se realiza una congelación o una refrigeración como sistema de conservación.

C.1.11. Limpieza e higiene

Tanto la limpieza como la desinfección deben ser consideradas como operaciones de máxima importancia y que deben incluirse como un paso más en el proceso productivo.

C.2. MATADEROS AVÍCOLAS

Dentro del matadero existen varias zonas claramente diferenciadas dependiendo del tipo de operaciones que en ellas se llevan a cabo, y que deberán estar aisladas unas de otras según se especifica en la legislación.

Existe una zona de animales vivos donde éstos esperan a ser sacrificados. En esta zona se realiza el sacado de las jaulas y el colgado de las aves en la cadena de sacrificio.

Desde el área de recepción se trasladan al área de colgado usando cintas transportadoras. En esta área las aves son suspendidas de las extremidades posteriores siendo dirigidas a la zona de sacrificio.

Otra zona aislada en el matadero es la zona de sacrificio, donde se realizan las operaciones de aturrido, desangrado, escaldado y desplumado, quedando de esta manera las aves listas para la evisceración.

Separada de la zona de sacrificio se encuentra la nave de evisceración, donde se procede a la apertura de la cavidad abdominal para extraer las vísceras que tendrán diferente destino dependiendo de si son despojos comestibles o no comestibles. Durante esta operación se realiza la inspección post-mortem.

El duchado de los canales una vez finalizada la evisceración es una operación obligatoria. Una vez terminado el duchado, las canales son descolgadas automáticamente de la línea transportadora de evisceración y pasan a las instalaciones de refrigeración.

Después de la operación de enfriamiento se realizan las operaciones de clasificación, envasado y embalaje.

A partir de este punto los productos se pueden refrigerar a 0°C o se pueden congelar a una temperatura inferior a -18°C antes de su expedición.

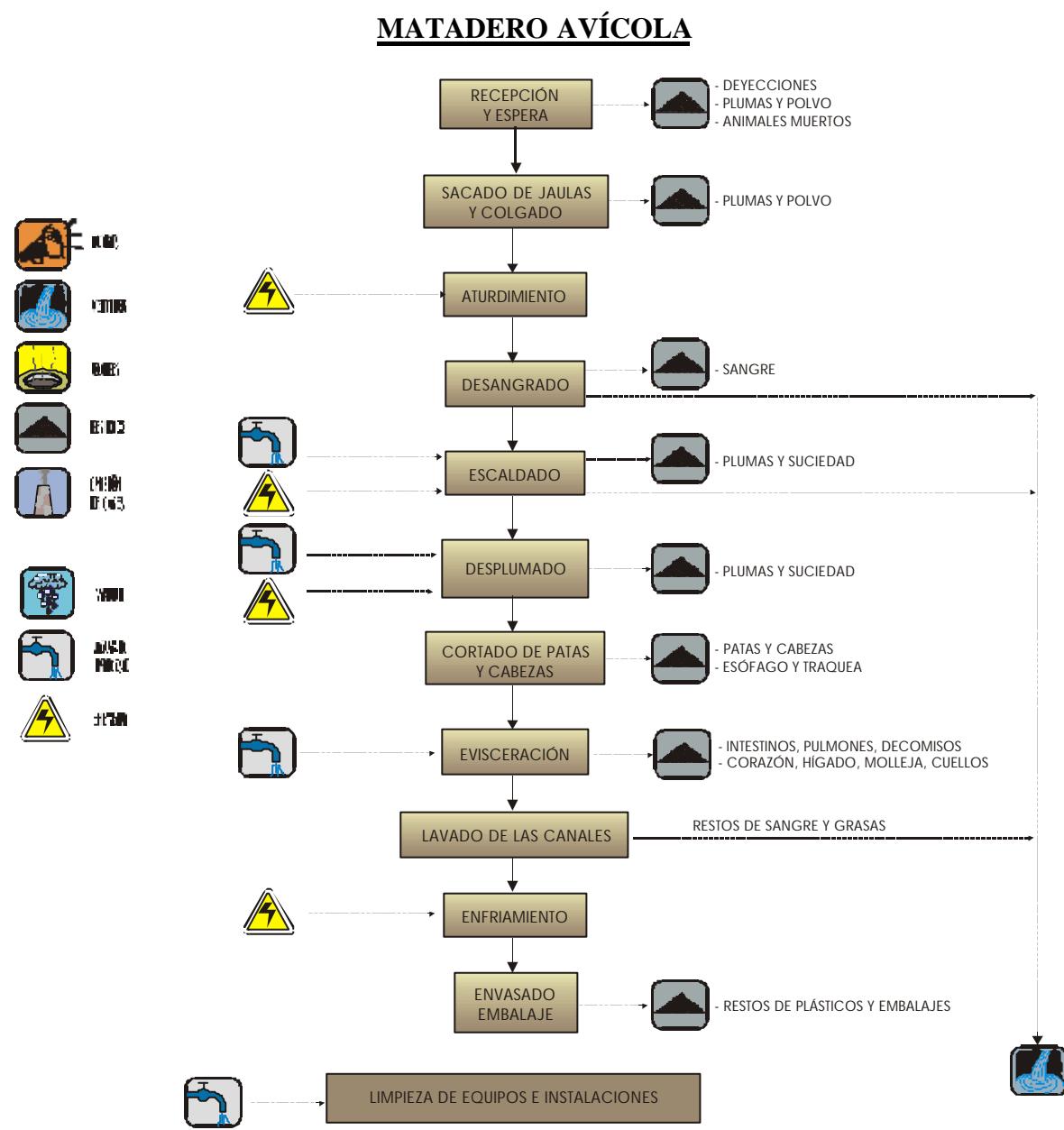


Figura 11.- Diagrama de flujo de mataderos avícolas.

C.2.1. Recepción y espera

En los mataderos de aves, los animales se descargan en el momento que van a ser sacrificados. La operación de espera se suele realizar en las jaulas de los mismos camiones de transporte. El lugar dentro del matadero destinado a la espera de los camiones debe ser un lugar preferiblemente tranquilo con buena ventilación. Por otra parte las aves deberán sacrificarse en un plazo inferior a 24 horas desde su llegada al matadero.

C.2.2. Colgado

La operación de sacado de las jaulas y colgado en la cadena de sacrificio se realiza en un lugar separado y aislado de la nave de sacrificio debido a la gran cantidad de polvo y plumas que se producen.

El sacado de las aves de las jaulas y el colgado o suspensión, por las extremidades posteriores a los ganchos individuales que cuelgan de la cadena de sacrificio, constituyen operaciones críticas desde el punto de vista de la calidad por la facilidad con la que las aves sufren traumatismos que repercuten en la calidad de la carne.

De igual forma que en los mamíferos, es obligatorio el aturdido de los animales. Existen diferentes sistemas de aturdimiento, siendo los más utilizados: el método de contacto con medio líquido y aplicación de corriente eléctrica, el sistema de rejilla o parrilla, anestesia con dióxido de carbono y el aturdidor en forma de V.

C.2.3. Desangrado

El desangrado debe realizarse poco después del aturdimiento aunque es conveniente esperar unos 30 segundos debido a que el aturdimiento eléctrico produce braquicardia durante este periodo de tiempo.

El desangrado puede realizarse de forma manual o automática.

El tiempo de sangría debe de ser de más de 2 minutos para asegurarse que los animales no entran vivos en el proceso de escaldado.

C.2.4. Escaldado

El escaldado se realiza para aflojar la inserción de las plumas en los folículos, ya que su eliminación no es posible realizarla en seco, y de esta manera facilitar la posterior operación de desplumado.

Normalmente el escaldado se realiza por inmersión, y se distinguen dos tipos, el escaldado alto y el escaldado bajo, dependiendo del binomio temperatura-tiempo utilizado.

C.2.5. Desplumado

La operación de desplumado sigue a la de escaldado y se realiza mediante máquinas que poseen una serie de discos, tambores u otros dispositivos provistos con dedos de goma que al pasar las aves en sentido contrario a su sentido de rotación arrancan las plumas de los folículos. También es frecuente el uso de latiguillos que finalizan la operación. Esta actuación va acompañada de una ducha que arrastra las plumas desprendidas hacia un canal inferior por el que son transportadas hasta su lugar de recogida.

Desde el punto de vista higiénico, esta operación supone un punto crítico, ya que al realizarse en un ambiente húmedo y cálido favorece el crecimiento microbiano. Este aspecto se ve amplificado por la posibilidad de que los dedos de goma propaguen la contaminación de un animal a otro. Por este motivo es necesario realizar una ducha abundante una vez acabada la operación.

C.2.6. Evisceración

Las operaciones de evisceración se realizan en una nave diferente a las de escaldado y desplumado, donde la temperatura esta controlada.

La evisceración es necesaria desde el punto de vista higiénico, ya que de esta manera se evita la migración de microorganismos a partir del intestino y la aparición de olores y colores anormales. Además se facilita así la inspección post-mortem.

En la línea de evisceración, los pollos son colgados de los ganchos por ambos muslos con el dorso hacia el operario. En primer lugar y mediante pistolas de cloaca que trabajan a vacío, se succiona y colapsa la cloaca, se realiza el corte y se profundiza hacia el interior, rompiendo las inserciones viscerales. Se suele practicar también un corte de la pared abdominal para ampliar la apertura.

Las vísceras deben extraerse convenientemente para que puedan ser inspeccionadas, y generalmente se separan los llamados despojos comestibles (corazón, molleja e hígado) de los que no son.

Los despojos comestibles son clasificados, enfriados y seguidamente envasados en bolsas de plástico. Los demás despojos, desechos y plumas son retirados lo antes posible para evitar contaminaciones.

C.2.7. Duchado

El duchado de las canales tras la evisceración es una operación de obligado cumplimiento. La finalidad de esta operación es la de limpiar las canales tanto externamente como internamente, arrastrando con el agua una parte de los microorganismos superficiales.

Tras el duchado, las canales son descolgadas automáticamente de la línea transportadora de evisceración y pasan a las instalaciones de refrigeración.

C.2.8. Enfriamiento

El enfriamiento inmediato tiene como finalidad frenar o inhibir el crecimiento de los microorganismos presentes en la canal y en los despojos comestibles. Retrasa también la maduración enzimática, que podría determinar la formación de olores.

Durante el enfriamiento se persigue bajar la temperatura de la carne hasta los 4-6°C.

C.2.9. Envasado y embalaje

El envasado se refiere a la introducción de las canales en bolsas de materiales plásticos y el embalaje a las cajas o envolturas externas protectoras en las que se introducen las canales envasadas. Las operaciones de envasado y embalaje deben realizarse después del enfriamiento, no obstante podrían realizarse antes del enfriamiento siempre que se eviten retenciones innecesarias.

El siguiente destino para estos productos envasados y embalados es la conservación en refrigeración (0°C) o la congelación (-18°C).

C.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS

Antes de proceder a la elaboración de productos cocidos la materia prima debe mantenerse en refrigeración y/o congelación antes de proceder a su tratamiento.

En cuanto a las distintas líneas de procesado, debemos hacer una distinción entre el proceso de elaboración de jamón y paletas cocidas y los embutidos cocidos.

En el caso del **jamón y paleta cocidos**, tras la elección de las piezas con mejores características se procede al deshuesado y en algunos casos al cortado en piezas que más tarde se unen en un envase. Las piezas deshuesadas son inyectadas con la salmuera de curado mediante un inyector multiagujas.

Una vez inyectada la salmuera, la carne se somete a un masaje de forma discontinua, alternándose los tiempos de masaje y los de reposo.

Previamente a la cocción, el producto se introduce en moldes. El enfriado de las piezas se realiza por duchas o en baños con agua fría. Una vez enfriados los jamones se extraen de los moldes. Por último los productos cocidos deben envasarse al vacío y almacenarse en la oscuridad.

Los **embutidos cocidos** se elaboran a partir de carne fresca de cerdo y/o ternera. Es aconsejable utilizar la carne de animales jóvenes y magros recién sacrificados.

La primera etapa en la elaboración de embutidos cocidos es el picado, que resulta ser un punto decisivo. La siguiente etapa es el amasado en la que la carne picada se mezcla con aditivos, grasa, especias etc.

El embutido es la siguiente operación en la que la masa de carne se extrusiona en tripas o envases flexibles. Posteriormente se realiza la cocción.

En el caso de que el producto sea ahumado, una vez se encuentran embutidos en envolturas semipermeables sufren el proceso de ahumado, este se puede realizar en combinación con la cocción en hornos.

Una vez finalizado el tratamiento térmico, los productos se enfrian, se envasan al vacío y se almacenan.

PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS

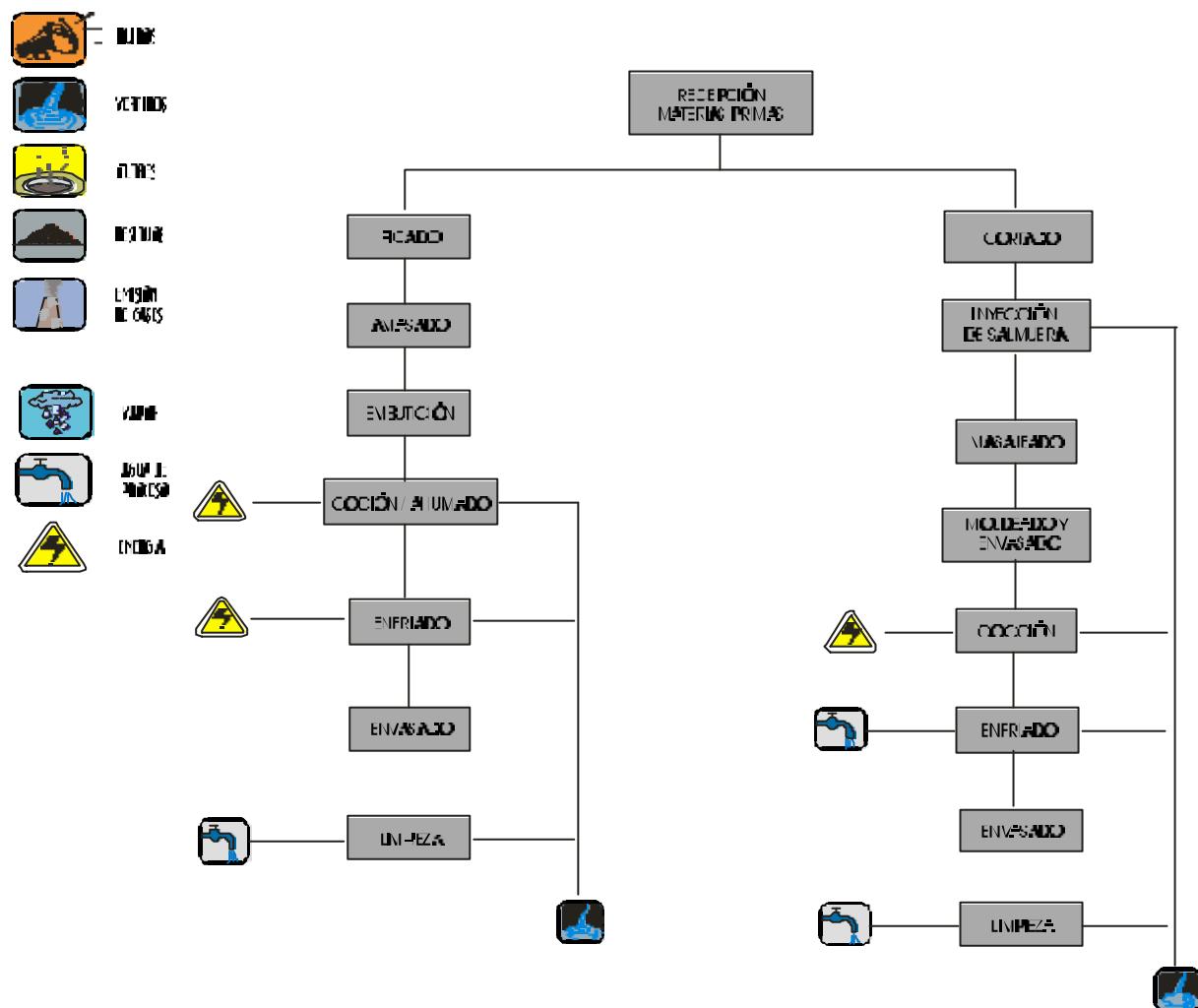


Figura 12.- Diagrama de flujo de la elaboración de productos cocidos.

C.3.1. Jamones y paletas

C.3.1.1. Inyección de salmuera

La salmuera de curado se introduce en las piezas de los jamones mediante un inyector multiaguja. En esta operación la carne avanza por una cinta transportadora mientras que es penetrada por un sistema doble de agujas que suben y bajan alternativamente.

La inyección se debe de hacer de forma fraccionada para evitar el desgarrado de las fibras musculares y la formación de huecos.

Tanto la velocidad de subida y bajada de las agujas como la de la cinta transportadora es regulable en función de la cantidad de salmuera que se desee inyectar.

C.3.1.2. Masajeado

Una vez inyectada la salmuera, la carne se somete a un masaje de forma discontinua, alternándose tiempos de masaje y de reposo.

Durante esta operación se favorece el reparto homogéneo de la salmuera y se mejora la blandura, la jugosidad y la cohesión de los fragmentos.

El tratamiento de masajeado dura aproximadamente 24 horas y se realiza en grandes contenedores de acero inoxidable cuyas paredes internas están provistas de nerviaduras y en cuyo centro hay brazos mezcladores de tal forma que se dañe lo menos posible a la carne. Debido al calentamiento de la carne producido por el rozamiento, es práctica habitual refrigerarla para mantenerla por debajo de 8°C.

C.3.1.3. Cocción

El proceso de cocción es especialmente delicado, ya que deben compaginarse la capacidad de conservación, enrojecimiento y estabilidad del color con un buen rendimiento y sabor.

Por todo esto la operación de cocción se realiza en dos etapas: una en la que la temperatura se mantiene por debajo de 60°C (temperatura de coagulación proteica), y otra en la que la temperatura se eleva gradualmente hasta superar los 70°C.

C.3.1.4. Enfriado

El enfriado se realiza mediante el uso de baños o duchas de agua fría. Una vez enfriados, los jamones se extraen de los moldes.

C.3.1.5. Envasado

Los productos cocidos se almacenan al vacío en envases de plástico, procurando que durante el almacenaje permanezcan en la oscuridad, ya que tanto la luz como el oxígeno actúan de forma negativa sobre el color y la duración de conservación de dichos productos.

C.3.2. Embutidos cocidos

C.3.2.1. Picado

La primera etapa en la elaboración de productos embutidos cocidos es el picado, que resulta ser un punto decisivo.

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.

C.3.2.2. Amasado

La siguiente etapa es el amasado en la que la carne picada se mezcla con aditivos, grasa, especias etc. Es importante que esta etapa se realice en condiciones de ausencia de aire para evitar oxidaciones indeseables, por ello se está extendiendo el uso de equipos de picado y amasado que trabajan al vacío.

C.3.2.3. Embutición

Durante la operación de embutido la masa de carne se extrusiona en tripas o en envases flexibles. Se suelen utilizar embutidoras de pistón o de aire comprimido.

C.3.2.4. Ahumado

Antes del escaldado algunos productos sufren un proceso de ahumado, que se realiza en caliente en cámaras de secado y ahumado dotadas de control automático de temperatura y humedad.

Durante el ahumado en caliente se dilata la envoltura de tripa permeable, mientras que en el enfriado se arruga.

C.3.2.5. Cocción

El proceso de cocción se puede realizar tanto por inmersión del producto en agua caliente como en cámaras de vapor que actúan como un horno-armario de cocción. En estas cámaras las distintas clases de embutidos se someten a la acción de aire húmedo calentado alrededor de 80°C, temperatura a la que las proteínas coagulan totalmente.

C.3.2.6. Enfriado

El enfriado se realiza mediante el uso de baños o duchas de agua fría.

C.3.2.7. Envasado

Los productos cocidos se almacenan al vacío en envases de plástico, procurando que durante el almacenaje permanezcan en la oscuridad, ya que tanto la luz como el oxígeno actúan de forma negativa sobre el color y la duración de conservación de dichos productos.

C.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS

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

En el primer caso, **jamones y paletas curados**, la materia prima de la que partimos suele ser carne fresca a la que se le ha dado una forma comercial y homogénea en la sala de despiece durante la operación de perfilado y recortado. La mayoría de las industrias del jamón trabajan con materia prima fresca aunque algunos secaderos están empezando a trabajar con materia prima congelada. En este caso, se procede a una descongelación de los mismos en una cámara alrededor de 5°C.

Previamente a la operación de “salado” se suele hacer un desangrado que consiste en hacer un masaje para eliminar cualquier resto de sangre que permanece dentro del pernil.

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

En las cámaras de post-salado, los jamones son almacenados durante el tiempo necesario para el equilibrio salino en el interior de la pieza. La última etapa y más prolongada es la de secado o maduración propiamente dicha.

Tras el secado/maduración, se puede realizar la operación de estufaje, que consiste en dar un golpe de calor a las piezas durante un corto período de tiempo.

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

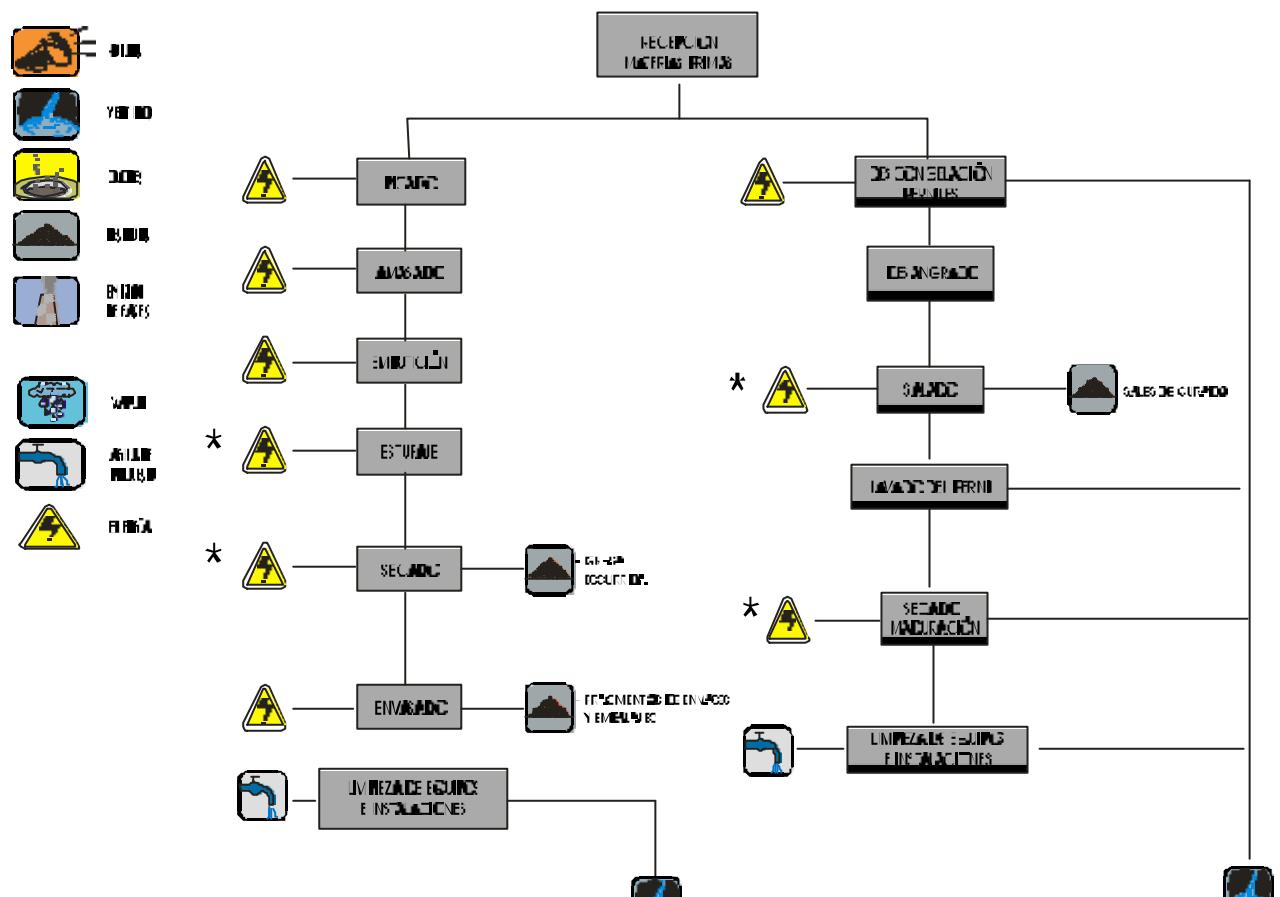
En la elaboración de **embutidos crudo-curados**, se utiliza carne, grasa, sustancias curantes, condimentos y tripas.

La primera etapa en la elaboración, es el picado de la carne. Seguido del amasado, donde se mezclan las carnes procedentes de la picadora con la grasa, los aditivos y las especias.

Posteriormente la embutición se realiza con tripas naturales o artificiales. Tras el embutido, las piezas son sometidas a un corto estufaje de 24-48 horas a 25°C para favorecer el proceso de fermentación y descenso del pH.

A continuación comienza el proceso de secado con reducción progresiva del contenido en agua del producto que migra del interior al exterior del producto. El secado se realiza en secaderos naturales o en secaderos con atmósfera controlada.

PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS



* En el caso del secado natural, no existe tal consumo de energía.

Figura 13 - Diagrama de flujo de la elaboración de productos curados

C.4.1. Jamones y paletas curados

C.4.1.1. Salazón de los perniles

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

Antes del salado se mantienen las piezas durante al menos 24 horas en cámara frigorífica para que la temperatura sea homogénea. Despues 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. A continuación, los jamones son salados con sal seca en cámaras a 1-3°C y alta humedad (90%), 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 penetra y por encima se favorece la contaminación microbiana. La permanencia de los jamones en sal oscila entre un día y un día y medio por filo de jamón fresco. Los dos sistemas de salado más empleados son el salado en pilas y el salado en contenedores, aunque se ha ensayado el salado húmedo mediante salmueras o la inyección de salmuera en máquinas inyectoras.

C.4.1.2. Lavado

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

Es habitual, la utilización de máquinas lavadoras. Estas máquinas poseen un sistema de recirculación de agua mediante bomba con la que se proyecta agua a presión sobre la superficie de los jamones desprendiendo la sal que está fuertemente adherida. Algunas llevan también cepillos que realizan o complementan esta función. A su vez, realizan una

operación de aclarado con agua limpia de la red que se incorpora al tanque de lavado y un secado de las piezas mediante soplado con ventilador.

C.4.1.3. Post-salado

En esta etapa de post-salado 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 post-salado en las que existen temperaturas que rondan los 5°C y el 85% de humedad relativa. Normalmente, el fin del post-salado coincide con una pérdida de peso del jamón, incluida la etapa de salado, del 10-12%. El tiempo mínimo de permanencia suele ser de 45 días.

C.4.1.4. Secado-maduración

Durante la etapa de secado-maduración se produce una progresiva pérdida de agua y al mismo tiempo el desarrollo del aroma y sabor gracias a ciertos fenómenos enzimáticos.

El desecado se debe realizar de modo escalonado y progresivo, empezando por temperaturas de 10-12°C y siguiendo progresivamente hasta alcanzar los 20-22°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. 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.

C.4.1.5. Estufaje final

Consiste en someter a los jamones a temperaturas y humedades extremas debidamente controladas durante un periodo corto de tiempo (2-3 días de tratamiento). Este tratamiento realza al aroma y sabor del jamón.

C.4.2. Embutidos crudo-curados

C.4.2.1. Picado

El picado de la carne es la primera etapa en la fabricación de productos embutidos curados. El picado se realiza con máquinas picadoras convencionales 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 bajas temperaturas (7-12°C).

Además, la carne debe estar refrigerada o congelada para evitar que por rozamiento con las cuchillas aumente excesivamente su temperatura.

C.4.2.2. Amasado

Durante la operación de amasado se mezcla la carne previamente picada con la grasa, los aditivos y las especias.

Es importante que el amasado se realice de forma homogénea, evitando incorporar aire a la operación para que no se produzcan fermentaciones indeseadas.

C.4.2.3. Embutición

La siguiente etapa es la embutición de la masa cárnica en tripas naturales o artificiales mediante el empleo de máquinas embutidoras al vacío.

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.

C.4.2.4. Estufaje

El primer paso tras el embutido es el estufaje, que consiste en una elevación de la temperatura y la humedad relativa para facilitar las reacciones de fermentación, características de cada embutido. Durante esta etapa se alcanzan valores de pH muy bajos, consiguiéndose una selección natural de los microorganismos beneficiosos.

C.4.2.5. Secado

Durante la operación de secado los productos van eliminando lentamente agua desde el interior hacia el exterior de la pieza.

El secado se inicia con una bajada brusca de la temperatura desde la temperatura de estufaje hasta temperaturas próximas a los 12-14°C. La humedad relativa va bajando paulatinamente. Este descenso es muy variable en función de los procesos empleados y los productos deseados (ingredientes, calibres...).

El tiempo de secado varía de 20 días a 2 meses de curación.

D. ANÁLISIS GENERAL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA.
OPERACIONES CON IMPACTO MEDIO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO.

Los principales efectos medioambientales que pueden producir este tipo de industrias son los siguientes:

- **Generación de vertidos de aguas residuales**, en su mayor parte durante la actividad de matadero. Estas aguas tienen una carga orgánica y de nutrientes media-alta, con un contenido importante en sólidos en suspensión, grasas y aceites. Hay que apuntar que las características de estos vertidos pueden variar enormemente de unas instalaciones a otras según las medidas preventivas que en dichas instalaciones se adopten. En este sentido la separación de la sangre es muy importante ya que es un subproducto del que se puede obtener beneficio económico y su presencia en las aguas residuales dificulta enormemente su tratabilidad. De igual manera, la separación de los sólidos generados durante el proceso mejora considerablemente las características de las aguas residuales.

A continuación, y de forma ilustrativa, se muestran los valores medios de consumo de agua y de los parámetros de contaminación de las aguas residuales obtenidos en empresas del sector cárnico (en esta agua no existen aportes de sangre).

Tabla 2. Valores ilustrativos de las características de las aguas residuales de distintos tipos de industrias cárnicas. Fuente: AMB consultores (Sin aporte de sangre a las aguas).

	Matadero aves	Matadero vacuno, ovino, porcino	Industria cárnica integral	Salas despice
Consumo de agua m3/t	7,5	8,2	5	1,8
DBO5 mgO ₂ /l	916	1750	2000	418
DQO mgO ₂ /l	1799	2938	4700	1170
SS mg/l	390	647	834	375
NT mg/l		73		
PT mg/l		29		
Aceites y grasas mg/l		28		
Contaminación generada	6,2	12,2	12,5	0,7
Kg DBO ₅ /t	2	1,9	1,9	2,8
DQO/DBO ₅				

- Los **residuos sólidos** generados por este tipo de industria son básicamente restos de materias primas con valor económico y que pueden ser utilizados como subproductos para otras industrias.
- La **emisión de olores** es uno de los problemas medioambientales más importantes, especialmente para los mataderos, y son responsables de la consideración de estos establecimientos como actividades molestas.
- **Consumo de energía:** Energía eléctrica de las instalaciones frigoríficas y funcionamiento de equipos y energía térmica para la producción de vapor.
- **Producción de ruidos** por los equipos frigoríficos industriales (aspecto que no se trata aquí, ya que las instalaciones frigoríficas no son objeto de estudio).

D.1. MATADEROS POLIVALENTES

A continuación se detallan los principales efectos medioambientales que puede producir la actividad de los mataderos:

- **Vertidos líquidos:** Derivados fundamentalmente de la operación de escaldado y lavado de canales, así como de la limpieza de equipos e instalaciones. El consumo de agua y el correspondiente volumen de vertido varía considerablemente de un matadero a otro, principalmente en función del tipo de ganado sacrificado, del tamaño del establecimiento, y de las actividades de tripería.

En la siguiente tabla se muestran algunos valores indicativos del consumo de agua en mataderos de vacuno y porcino, que como se pueden observar son muy variables.

Tabla 3. Intervalos más frecuentes de consumo de agua en mataderos

Consumo medio de agua (l/pieza)	
Vacuno	500-1000
Porcino	250-550

Las aguas residuales generadas pueden contener restos de materias primas (sangre, grasa, huesos, pelos, fragmentos de piel, tejido muscular, adiposo, conjuntivo), contenido intestinal y excrementos. Las aguas de limpieza, además pueden contener cantidades significativas de detergentes y desinfectantes.

- **Residuos sólidos:** Excrementos, contenidos intestinales, pelos, pieles, huesos, tejidos varios, vísceras, partes no comestibles y animales rechazados. La mayoría de estos residuos sólidos se pueden gestionar como subproductos.
- **Emisión de olores:** Provocadas por la estabulación de animales vivos, vertidos, residuos sólidos y tratamiento de subproductos.
- **Consumo de energía:** Energía eléctrica de las instalaciones frigoríficas y funcionamiento de equipos y energía térmica para la producción de vapor.

- **Emisión de Ruidos:** Producidos por la instalación industrial de frío u otras (establos de animales, instalaciones generales, etc.).

Operación Básica.	Efecto	Orden
ESTABULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos, purines (en porcino), camas de paja y deyecciones (el resto). • Olores 	1º 1º
DESANGRADO	<ul style="list-style-type: none"> • Sangre (como vertido) 	1º
ESCALDADO	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales • Residuos (pelos y grasa superficial) • Olores • Consumo de energía térmica 	1º 2º 2º 2º
DESOLLADO	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales 	NS
EVISCERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos compuestos por trozos de vísceras, grasas, sangre y contenidos digestivos • Bajos caudales de aguas con restos de grasas, sangre y contenidos digestivos 	1º NS
LAVADO CANALES	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales con elevada carga orgánica 	1º
REFRIGERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica 	1º
CONGELACION	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica 	1º
LIMPIEZA EQUIPOS E INSTALACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales con elevada carga orgánica, y presencia de detergentes y desinfectantes 	1º
RECOGIDA ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS Y	<ul style="list-style-type: none"> • Olores 	1º

Conviene destacar que una recogida apropiada de la sangre supone una ventaja en todos los sentidos, ya que se trata de un subproducto con valor económico y que en el caso de ser vertido directamente a las aguas residuales provocaría una enorme contaminación de estas, dificultando enormemente el funcionamiento de la EDAR responsable de la depuración de dicho vertido.

Salas de Despiece

Los principales efectos medioambientales que producen la actividad de las salas de despiece son:

- **Vertidos líquidos**, derivados de las operaciones de limpieza de equipos e instalaciones y que pueden contener restos de grasa, sangre, proteínas, detergentes y desinfectantes.
- **Residuos sólidos**, como son pelos y piel, huesos y tejidos varios, vísceras, canales y carnes rechazadas, todas ellos con valor económico como subproductos.
- **Consumo de energía**: Energía eléctrica de las instalaciones frigoríficas

Operación Básica.	Efecto	Orden
RECEPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de sangre y grasa 	NS
DESPIECE	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de sangre y grasa • Restos de carne, tendones, piel y huesos 	2º
CONGELACION/ REFRIGERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía 	1º
ENVASADO	<ul style="list-style-type: none"> • Plásticos y embalajes 	NS
LIMPIEZA DE INSTALACIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas Residuales 	1º

D.2. MATADEROS AVÍCOLAS

A continuación se detallan los principales efectos medioambientales que producen la actividad de los mataderos avícolas:

- **Vertidos líquidos:** con elevada carga orgánica, sólidos y grasa derivada de restos de sangre, grasa, proteínas, microorganismos, fragmentos de plumas, excrementos y contenido intestinal, etc. Las aguas de limpieza de instalaciones contienen detergentes y desinfectantes. El consumo de agua es muy variable (5-20 l/ave).
- **Residuos sólidos:** Plumás, huesos y tejidos varios, vísceras y partes no comestibles, animales rechazados, excrementos y contenidos intestinales. En la mayoría de los casos estos residuos sólidos tienen valor como subproductos.
- **Emisión de olores:** Provocados por los animales vivos, vertidos, residuos sólidos y tratamiento de subproductos.
- **Consumo de energía:** Energía eléctrica de las instalaciones frigoríficas y funcionamiento de equipos. Energía térmica derivada de la producción de vapor.
- **Emisión de Ruidos:** Producidos por la actividad industrial.

Operación Básica.	Efecto	Orden
RECEPCIÓN Y ESPERA	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos (deyecciones, plumas, polvo) • Animales muertos 	1º
SACADO DE JAULAS Y COLGADO	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos (plumas y polvo) 	2º
ATURDIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Energía eléctrica 	N
DESANGRADO	<ul style="list-style-type: none"> • Sangre 	1º
ESCALDADO	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales • Vapor y olores • Consumo de energía térmica 	1º 1º ?
DESPLUMADO	<ul style="list-style-type: none"> • Plumas y suciedad • Aguas residuales 	1º
CORTADO DE PATAS Y CABEZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos (patas y cabezas tráquea y esófago) 	2º
EVISCIERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos compuestos por trozos de vísceras, grasas, sangre y contenidos digestivos • Bajos caudales de aguas con restos de grasas, sangre y contenidos digestivos 	1º NS
LAVADO DE CANALES	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Aguas residuales con restos de sangre 	NS 2º
ENFRIAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica 	1º
ENVASADO	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de plásticos y embalajes 	NS
LIMPIEZA EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales con elevada carga orgánica, y presencia de detergentes y desinfectantes 	1º
RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	<ul style="list-style-type: none"> • Olores 	1º

D.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS

Aunque el subsector de elaborados dentro del sector cárnico no es especialmente conflictivo desde el punto de vista medioambiental, a continuación se detallan los principales efectos medioambientales que producen la actividad de elaboración de productos cocidos:

- **Vertidos líquidos:** generados en las operaciones de cocción, refrigeración y limpieza de instalaciones. Contienen sangre, grasa, proteínas, azúcares, especias, aditivos, detergentes y desinfectantes. También se pueden encontrar fragmentos de piel y otros tejidos.
- **Residuos sólidos:** Huesos y tejidos varios, carnes rechazadas y otros rechazos que se pueden aprovechar como subproductos. También se generan restos de envases y embalajes.
- **Emisión de olores:** Provocadas por los vertidos y residuos sólidos, así como por los vapores procedentes de las marmitas.
- **Consumo de energía:** Energía eléctrica de las instalaciones frigoríficas y funcionamiento de equipos. Energía térmica derivada de la producción de vapor.
- **Emisión de Ruidos:** Producidos por la maquinaria frigorífica, calderas, compresores de aire y vehículos de transporte.

Embutidos cocidos

Operación Básica.	Efecto	Orden
PICADO	• Restos de picado	NS
AMASADO	• Restos de picados, especias y aditivos.	NS
EMBUTICIÓN	• Restos de picados, especias, aditivos y tripas.	NS
COCCIÓN (AHUMADO)	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de energía térmica Aguas residuales 	2º 1º
ENFRIADO	<ul style="list-style-type: none"> Aguas residuales Consumo de energía 	2º
ENVASADO	• Restos de embalajes	NS

Jamón y paletas cocidos

Operación Básica.	Efecto	Orden
CORTADO	• Restos de carne	NS
INYECTADO/ MASAJEADO	<ul style="list-style-type: none"> Restos de salmuera Consumo de energía eléctrica 	1º NS
MOLDEADO/ ENVASADO	• Consumo de energía	NS
COCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Aguas residuales Consumo de energía térmica 	1º 2º
ENFRIADO	<ul style="list-style-type: none"> Alto consumo de agua Aguas residuales 	1º
ENVASADO	• Restos de envase	2º
LIMPIEZA	• Agua residuales con restos de materia prima, detergentes y desinfectantes	1º

D.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS

A continuación se detallan los principales efectos medioambientales que pueden producirse en la elaboración de productos curados:

- **Vertidos líquidos:** se generan fundamentalmente en la operación de lavado de perniles y en la limpieza de las instalaciones. Esta agua destaca por su alto contenido salino (sal y aditivos) y orgánico (sangre, grasa, proteínas, azúcares, especias). Las aguas de limpieza de instalaciones contienen también detergentes y desinfectantes. También se pueden encontrar fragmentos de piel y otros tejidos.

La elevada conductividad de este agua es difícilmente eliminable y plantea problemas importantes en los tratamientos biológicos de las estaciones de depuración

- **Residuos sólidos:** Algunos trozos de piel. Los restos de sal de curado se vuelven a utilizar de nuevo.
- **Consumo de energía:** Energía eléctrica de las instalaciones frigoríficas
- **Emisión de Ruidos:** Producidos por la maquinaria frigorífica, calderas, compresores de aire y vehículos de transporte.

Embutidos crudo-curados

Operación Básica.	Efecto	Orden
PICADO	• Restos de picado	NS
AMASADO	• Restos de picados, especias y aditivos.	NS
EMBUTICIÓN	• Restos de picados, especias, aditivos y tripas.	NS
SECADO/ ESTUFAJE	• Restos de grasa escurrida. • Consumo de energía	NS
ENVASADO	• Restos de embalajes	NS
LIMPIEZA PROCESO	• Agua residuales con elevada conductividad y presencia de detergentes y desinfectantes	1º

Jamón y paletas crudo-curados

Operación Básica.	Efecto	Orden
DESCONGELACIÓN	• Vertido de agua de descongelación • Consumo de energía	2º 2º
DESANGRADO	• Restos de sangre	NS
SALADO	• Restos de sangre • Restos de sales de curado	NS 1º
LAVADO DEL PERNIL	• Aguas residuales salinas	1º
SECADO/ MADURACIÓN	• Restos de grasa escurrida • Consumo de energía eléctrica (si el secado es en cámaras)	NS 1º
LIMPIEZA PROCESO	• Agua residuales con elevada conductividad y presencia de detergentes y desinfectantes	1º

E. TÉCNICAS MÁS UTILIZADAS. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS OPERACIONES CONTAMINANTES.

En este apartado se analizan las operaciones de cada proceso con mayor impacto ambiental, clasificadas de 1^{er} o 2º orden, y para las que existan alternativas tecnológicas.

Para cada una de esas operaciones se recogen las alternativas tecnológicas existentes y se describe y evalúa su impacto medioambiental. En ocasiones no se describen alternativas tecnológicas relacionadas con distinta maquinaria o equipos, si no que se indican las distintas formas de realizar una operación y la manera más favorable desde el punto de vista medioambiental.

E.1. MATADEROS POLIVALENTES

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizaran las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
ESTABULACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Purines (porcino) • Residuos (camas de paja y deyecciones (resto)) • Olores 	1º 1º 1º
DESANGRADO	<ul style="list-style-type: none"> • Sangre (como vertido) 	1º
ESCALDADO	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales • Residuos (pelos y grasa superficial) • Olores • Consumo de energía térmica 	1º 2º 2º 2º
EVISCERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos compuestos por trozos de vísceras, grasas, sangre y contenidos digestivos • Bajos caudales de aguas con restos de grasas, sangre y contenidos digestivos 	1º NS
LAVADO	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales con elevada carga orgánica 	1º
REFRIGERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica 	1º
CONGELACION	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica 	1º
LIMPIEZA EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales con elevada carga orgánica, y presencia de detergentes y desinfectantes 	1º
RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	<ul style="list-style-type: none"> • Olores 	1º

E.1.1. Estabulación

La permanencia de los animales en los establos al menos 24 horas antes de ser sacrificados bajo ayuno y dieta hídrica, hace que esta operación sea un punto crítico en cuanto a la emisión de olores y de vertidos.

Durante la estabulación de los animales se producen cantidades importantes de purines y deyecciones que son factores de impacto de relevancia. En este punto surge una alternativa consistente en separar de forma independiente las aguas residuales generadas en esta zona de las del resto de la industria, retirando previamente en seco los excrementos y las camas de paja (en su caso).

A continuación, y de forma orientativa, se muestra una tabla en la que se indican las cantidades medias diarias de producción de heces y orina en la etapa de estabulación, anterior al sacrificio de los animales, y la carga orgánica asociada a esas emisiones.

Tabla 4. Producción de heces y orina (Fuente: Cárnica 2000, Enero-Febrero, 1997)

Animal	Peso animal (Kg)	Producción heces y orina (Kg/día)	DBO ₅ (g/día)
Vacuno de carne	340	20,3	544
Cerdos finalizados	91	5,90	177
Ovino	45	1,8	41

E.1.2. Desangrado

Actualmente en los mataderos existen varios métodos para la realizar el desangrado de los animales.

La sangre supone entre el 4 - 5% del peso vivo del animal y tiene una elevada carga orgánica (200.000 DQO).

En el desangrado se genera entre el 60 – 80% de la sangre total del animal, por lo que la DQO generada será de 6 a 8 kg DQO/tonelada de animal.

Por tanto, el recoger al máximo y de la forma apropiada la sangre en esta etapa supone una ventaja desde el punto de vista económico y medioambiental, ya que se trata de un subproducto con un valor económico, y que en el caso de ser vertido directamente provocaría una elevada contaminación de las aguas residuales.

El desangrado de los animales se puede realizar de varias formas, bien aplicando un corte en los grandes vasos situados en el cuello del animal, y colocando éste de forma vertical u horizontal, o bien realizando una punción en esa zona mediante un cuchillo hueco al que se le ha acoplado un sistema de succión.

Desangrado vertical

El método clásico de recogida consiste en colocar el animal suspendido en vertical tras el degüello y debajo de él un recipiente o un sistema que permita recoger la sangre mientras el animal se va desplazando por la zona de desangrado. Este sistema 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.

Desangrado horizontal

Otra forma de realizar el desangrado es colocando el animal horizontalmente y, a su vez, de forma perpendicular a la línea de transporte, de tal forma que la zona donde se ha realizado el corte se sitúe fuera del alcance de los posibles vómitos del animal. Este sistema permite recoger la sangre de una forma más higiénica que el anterior.

Cuchillo succionador

Desde el punto de vista higiénico el cuchillo succionador es el mejor sistema de recogida de la sangre, tanto si se destina a consumo humano como a cualquier otro.

Estos sistemas no son utilizados de forma general debido a su baja eficiencia, ya que suelen dejar bastantes restos de sangre dentro de los animales que posteriormente va cayendo en otras zonas del matadero y porque no se pueden adaptar a velocidades de sacrificio altas.

Los cuchillos son de forma tubular que a través de un conducto flexible y mediante una bomba de vacío transporta la sangre directamente desde el animal a un depósito. Este depósito dispone de agitación para evitar la coagulación o con aplicación directa de un anticoagulante en el cuchillo. Este sistema de recogida de la sangre crea un valor añadido a este subproducto ya que debido a las buenas condiciones higiénicas puede ser utilizada para la obtención de elementos de consumo humano como las proteínas del plasma o la hemoglobina.

Es importante tener en cuenta que, la sangre de cada animal debe mantenerse separada hasta que todos los canales de un mismo lote hayan sido admitidas como aptas para el consumo humano.

E.1.3. Escaldado

Como se ha comentado anteriormente, escaldado-depilado solo se realiza con el ganado porcino, debido a que la carne de cerdo se comercializa con piel incluida. Cuando se procesa ganado bovino u ovino esta operación es sustituida por un desollado.

Desde el punto de vista medioambiental, esta operación destaca fundamentalmente por la producción de aguas residuales con elevada carga orgánica. Por ejemplo, el escaldado de porcino proporciona una carga de 0,25 Kg de DBO_5/t peso vivo y el pelado una carga estimada de 0,4 Kg de DBO_5/t peso vivo, además de un elevado consumo de energía térmica para el calentamiento de las aguas de escaldado. De menor importancia son la generación de residuos (cerdas) y la producción de olores debido al chamuscado.

Por estos motivos, las alternativas tecnológicas que a continuación se describen se han estudiado fundamentalmente desde el punto de vista de los consumos de agua y energía necesarios en la operación.

Existen fundamentalmente dos alternativas de escaldado de ganado porcino: escalado por inmersión y escaldado por duchas.

E.1.3.1. Escaldado por inmersión

El animal desangrado se sumerge en tanques de agua caliente con una temperatura mínima de 60°C. En general, suelen ser tanques abiertos por lo que el consumo energético es considerable. El agua de escaldado se calienta por medio de un intercambiador de calor o con inyección de vapor directamente. Esta operación exige un consumo energético alto y el empleo de grandes cantidades de agua a alta temperatura.

Un tanque con un rendimiento 200 cerdos/h tiene un consumo de agua de aproximadamente 12,5 m^3 en el primer llenado y un volumen de agua fresca de 2 l/cerdo. Se suelen consumir unas 1.200 Kcal/cerdo.

En mataderos de bajo rendimiento (20-25 cerdos/h) existen tanques de pequeñas dimensiones que combinan en un solo paso el escaldado y el depilado. El vapor de agua

procedente del fondo del tanque donde existe cierta cantidad de agua almacenada a alta temperatura se eleva hasta alcanzar el animal que al mismo tiempo recibe la acción mecánica de un rodillo pelador. Se trata de tanques cerrados, en los que el consumo de agua y el consumo energético es mucho menor. Algunos de estos equipos pueden procesar hasta 40 cerdos con tan solo 250 l de agua.

Conviene señalar que es una etapa donde se generan una gran cantidad de vertidos líquidos puntuales con una elevada carga orgánica, ya que al ser una operación posterior al desangrado, el agua de baño arrastrará residuos orgánicos como son pelos, sangre y grasa superficial. Desde el punto de vista higiénico, este problema se ha tratado de subsanar con la introducción de cubas mecánicas en las que el agua circula a contracorriente del movimiento forzado de los animales.

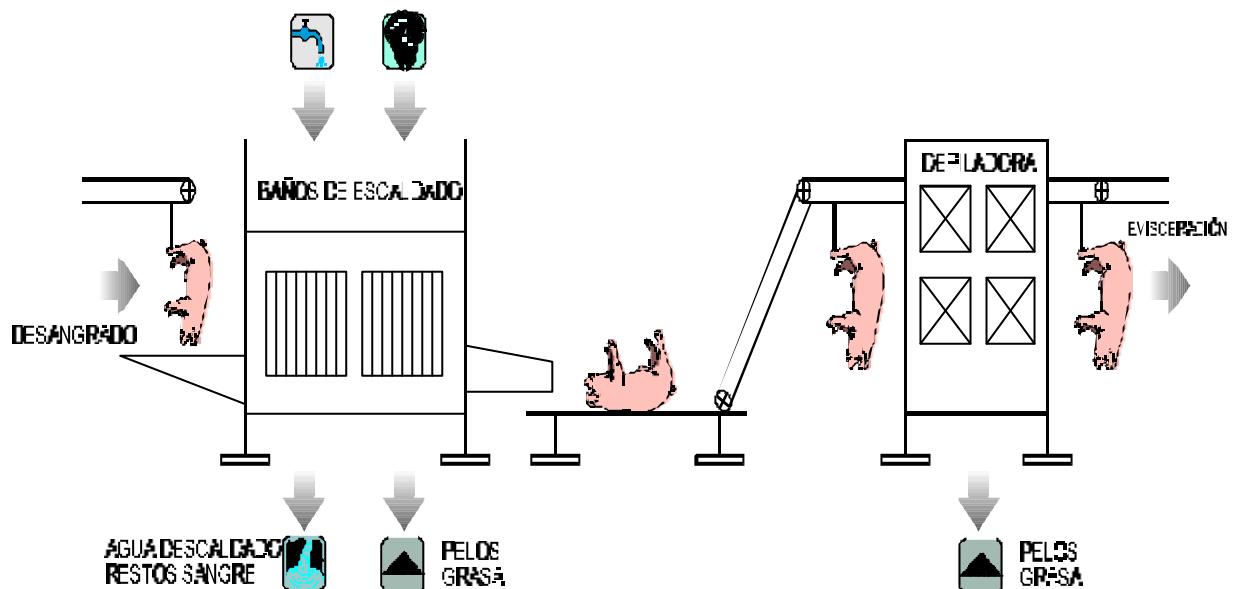


Figura 14.- Escaldado por inmersión .

Un inconveniente de este sistema de escaldado es que al sumergir los animales en los tanques puede introducirse agua en los pulmones y en la herida practicada en el desangrado.

E.1.3.2. Escaldado mediante duchas

Se trata de sistemas de escaldado vertical mediante duchas que dispersan agua caliente, a 60°C como mínimo, sobre la superficie del animal a través de boquillas situadas a diferentes alturas. El animal se desplaza mediante cintas transportadoras a través de un túnel cerrado de gran altura donde recibe la ducha de agua caliente.

Algunas líneas integran al final del túnel un sistema de depilado mediante rodillos raspadores que arrancan los pelos enviándolos a la base del túnel donde se separa del agua de escaldado en un plato perforado. Los pelos son conducidos al exterior mediante una cinta transportadora y el agua de escaldado es filtrada y se recircula mediante una bomba. El calentamiento de esta agua se realiza con vapor o con un intercambiador.

Este sistema de escaldado permite retirar parte de los pelos, tierra y otros residuos del agua de escaldado permitiendo disminuir la carga contaminante del efluente final. Este sistema permite aprovechar los pulmones, dado que la probabilidad de que éstos sean contaminados por el agua del escaldado es menor que con el sistema de inmersión.

La cantidad de agua utilizada con este método es de 18 litros por cerdo frente a 37 litros para el método de inmersión, lo cual representa un ahorro de agua del 50%

Estos sistemas continuos de escaldado-depilado se implantan en mataderos de altos rendimientos por encima de 160 cerdos/h.

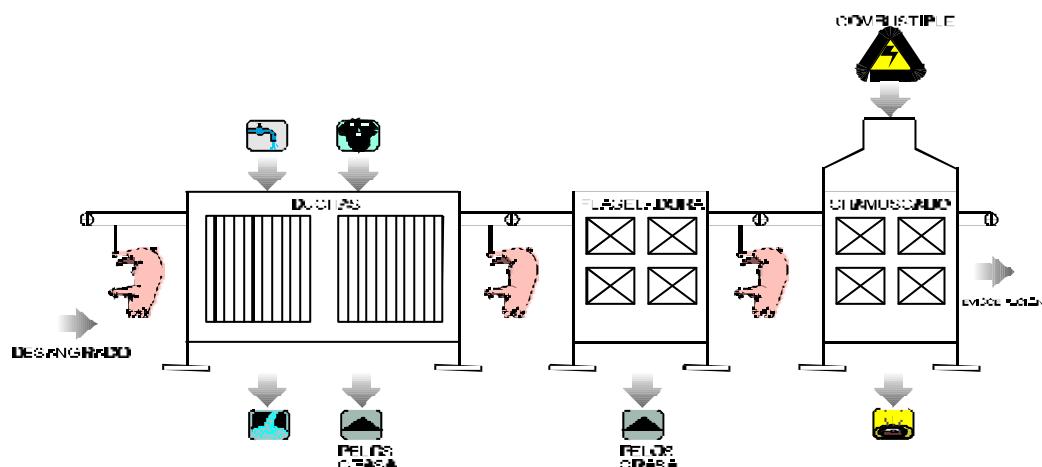


Figura 15.- Escaldado mediante duchas

E.1.4. Lavado de canales

Tras la evisceración, las canales obtenidas se limpian para eliminar la contaminación superficial producida tanto por microorganismos como por restos de sangre.

Tradicionalmente se utilizan duchas de agua a las que se les puede añadir productos clorados o ácidos orgánicos.

E.1.4.1. Limpieza mediante duchas de agua

La limpieza de las canales mediante duchas de agua fría mejora su presentación aunque en el aspecto microbiológico existe controversia. Las objeciones se refieren a la calidad bacteriológica del agua, no siempre adecuada, y a la extensión de las contaminaciones localizadas (contaminación de la parte anterior de la canal), así como el hecho de que el humedecimiento de la superficie de la canal beneficia la colonización y multiplicación de los microorganismos.

Una alternativa es la utilización de agua caliente entre 70-90°C durante un corto periodo de tiempo (alrededor de 20 segundos) que mejora la limpieza, pero tiene el inconveniente de que si las canales se dirigen a refrigeración o congelación se necesita un mayor consumo energético para bajar su temperatura.

En algunas ocasiones se utilizan productos desinfectantes, siendo los compuestos clorados los más empleados en las limpiezas de las canales. Estos compuestos no son eficaces a bajas concentraciones ya que el cloro es neutralizado por la materia orgánica de la superficie de la canal. El efecto beneficioso se observa por encima de 100 ppm de cloro libre. También se han probado soluciones de ácido láctico o ácido acético en concentraciones del 1-2%.

Esta operación de lavado genera lógicamente un vertido de aguas residuales considerable, con un marcado carácter orgánico y presencia de productos desinfectantes.

E.1.5. Congelación

Al existir un grupo que está trabajando en la definición de las mejores técnicas de producción de frío, considerándola como tecnología horizontal, no entraremos en el presente documento más que a describir algunas de las características de los sistemas de congelación más utilizados en este sector.

Dependiendo del producto a congelar se vienen utilizando diferentes técnicas:

- Congelación por aire forzado
- Congelación por contacto
- Congelación por inmersión

En las cámaras de refrigeración el enfriamiento de la carne se ejecuta por fases. Durante la primera fase la temperatura de la cámara se mantiene a 0°C y una alta velocidad del aire. Posteriormente, se reduce la velocidad del aire manteniendo las condiciones de temperatura y humedad. Por último, se transfiere la carne a cámaras de almacenamiento donde se equilibra la temperatura en toda la canal.

En mataderos de alto rendimiento, se transportan las canales a través de túneles de refrigeración rápida donde la carne está durante un corto periodo de tiempo a temperaturas alrededor de -5°C. Posteriormente, las condiciones son menos extremas hasta que la temperatura alcanza unos 4°C.

Las canales también se pueden preservar mediante congelación en túneles de congelación y cámaras de congelación con temperaturas entre -18 y -30°C, para lo que se requieren equipos de congelación de gran potencia y, por tanto, mayor consumo energético

E.1.5.1. Congelación por aire forzado

La congelación es una fase muy delicada, ya que se debe controlar muy bien la humedad relativa de las cámaras para evitar quemaduras en la superficie del producto debido al frío. A tal efecto se protege la carne con un tejido o con un material plástico.

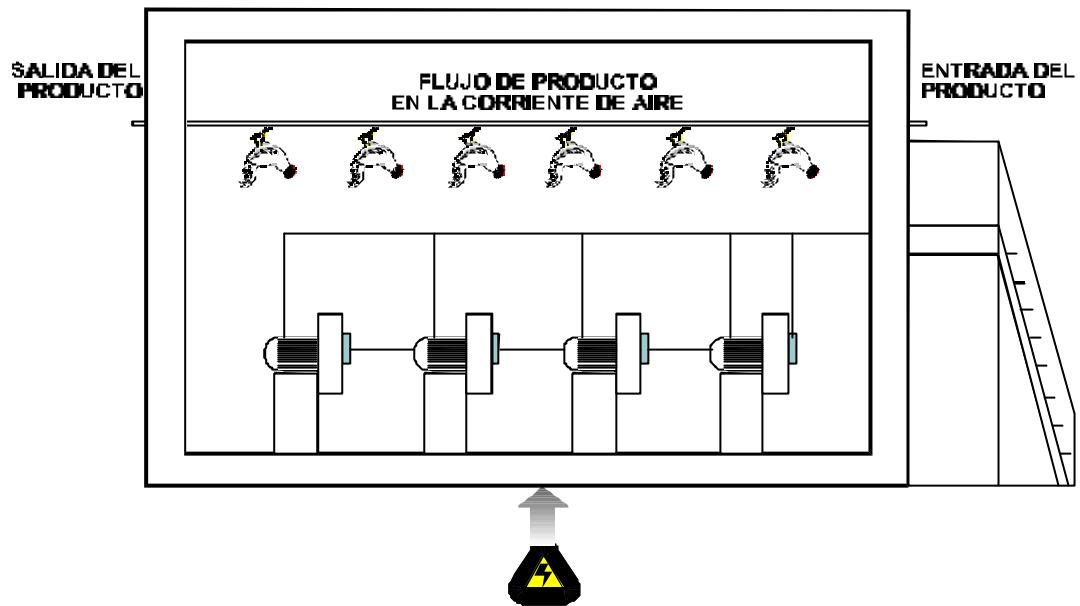


Figura 16.- Congelación por aire forzado.

La congelación por aire forzado se realiza en túneles o cámaras, y en cualquiera de los dos casos la velocidad del aire debe ser superior a 3 m/s, y la temperatura inferior a 30°C.

E.1.5.2. Congelación por contacto

La congelación por contacto se realiza introduciendo el producto entre dos placas de metal en cuyo interior se lleva a cabo la expansión del líquido refrigerante. Estas placas metálicas se encuentran a -35°C y ejercen una presión hidráulica sobre el producto.

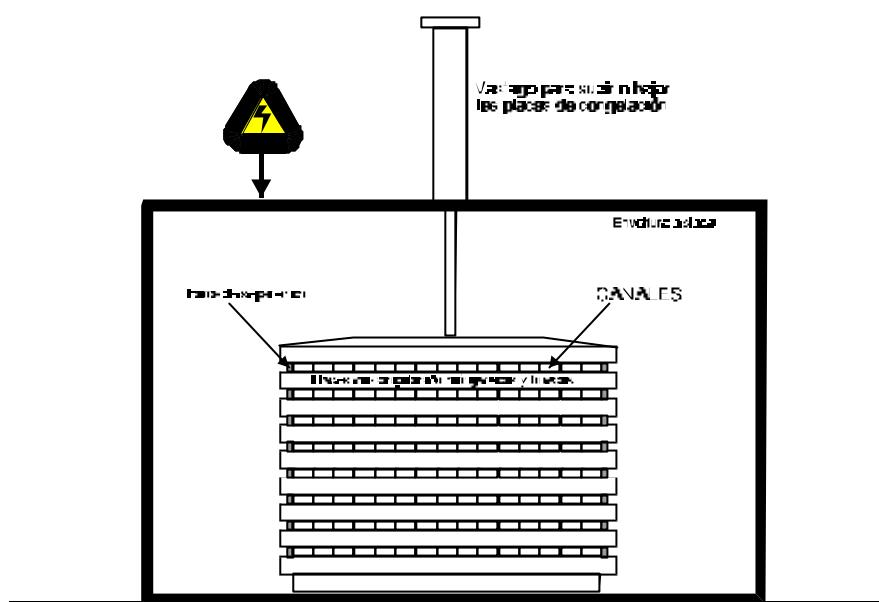


Figura 17.- Congelación por contacto.

Este sistema de congelación se utiliza en mayor medida para productos confeccionados en forma paralelepípeda de un espesor de alrededor de 10 cm.

E.1.5.3. Congelación por inmersión

La congelación por inmersión se realiza introduciendo el producto en una solución de nitrógeno líquido. Esta técnica se viene utilizando principalmente en la congelación de productos de alta calidad.

Por medio de la ultracongelación los tiempos de residencia son más cortos, eliminando las pérdidas de peso por evaporación, y reduciendo la carga microbiana de los productos.

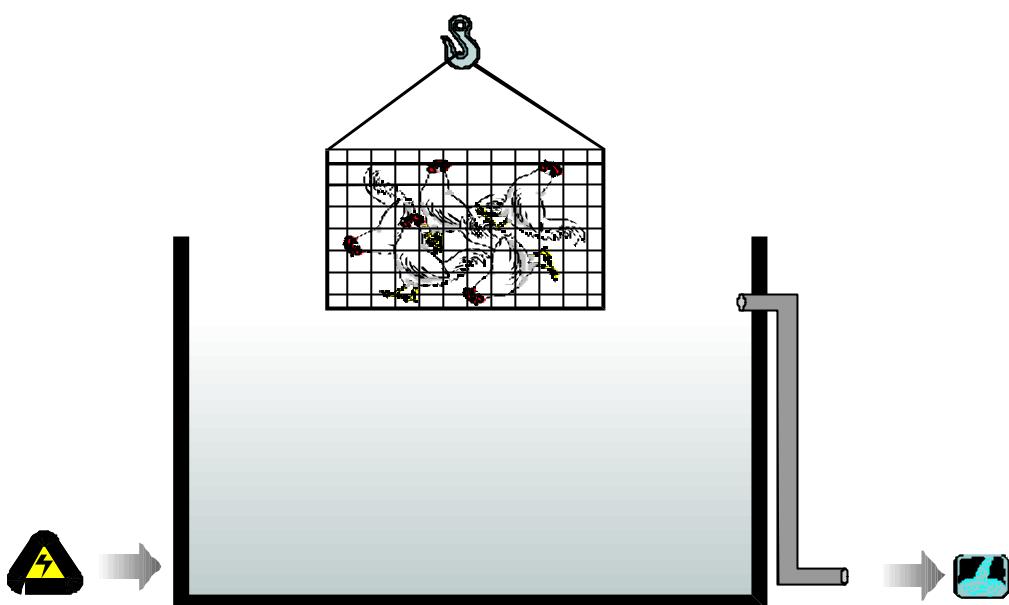


Figura 18.- Congelación por inmersión.

E.1.6. Limpieza de equipos e instalaciones

La seguridad higiénico-sanitaria exigida por la legislación española, así como por las directivas comunitarias, hace que la limpieza y la desinfección deban ser consideradas como operaciones de máxima importancia y, por tanto, deben incluirse como un paso más en el proceso productivo.

Se suele realizar una limpieza y desinfección completa y escrupulosa al final de la jornada de trabajo y de forma parcial durante el trabajo y en las interrupciones de la jornada laboral.

A parte de su importancia desde el punto de vista higiénico y de la calidad del producto, las limpiezas de equipos e instalaciones son operaciones en las que se consumen importantes cantidades de agua, energía y productos de limpieza y desinfección, y en las cuales se generan vertidos con un impacto ambiental considerable, tanto en volumen como en carga contaminante. Ambas características (volumen y carga contaminante) son muy dependientes del tipo de proceso y del área de la planta en las que se realicen, pero también lo son de las prácticas de limpiezas que se realicen en la empresa.

Desde el punto de vista medioambiental, las técnicas de limpieza se deben aplicar en función de su efectividad y de la optimización de recursos consumidos (agua, energía y productos de limpieza).

E.1.6.1. Sistema de alta presión

Se utilizan los equipos de alta presión de agua (>100 kg/cm 2), cuando se pretende arrancar la suciedad de forma mecánica, potenciada con temperatura y detergente.

Son equipos muy efectivos cuando se trata de limpiar superficies muy sucias, aunque muchas veces se utilizan incorrectamente para arrastrar residuos sólidos hasta los desagües. Tienen el inconveniente de que debido a la fuerza de impacto sobre un punto se pulverizan partículas de suciedad en todas direcciones y se nebuliza al ambiente, siendo vehículo para los gérmenes que más tarde se depositaran de nuevo sobre las superficies ya limpias. Otra desventaja de este sistema es que el tiempo de contacto de los detergentes es insuficiente desaprovechándose su acción, malgastándose mucho detergente. En muchos casos se utilizan mangueras de caudales muy elevados

El programa de limpieza esta dividido es varias operaciones unitarias:

- **Prelavado**, que consiste en despejar lo máximo la zona a limpiar y mojar abundantemente con agua caliente.
- **Limpieza a alta presión** con la ayuda de detergentes.
- **Desinfección** mediante el uso del desinfectante adecuado a cada caso.
- **Enjuague final** con agua potable, con el objeto de eliminar los restos de desinfectante y suciedad aun presentes.

Con aparatos portátiles (existen también sistemas centralizados) similares a los de alta presión, también se puede aplicar el agente limpiador en forma de gel, que se adhiere fuertemente a las superficies. Este método está indicado cuando los restos están

constituidos por finas películas de proteínas muy adheridas. Es especialmente eficaz en la limpieza de las máquinas envasadoras de carne y de productos cárnicos cortados.

E.1.6.2. Sistema de baja presión

Actualmente las industrias están construidas con materiales que soportan mal las altas presiones de lavado. Además, hoy en día se exige una limpieza diaria por lo que se han desarrollado nuevos sistemas de limpieza a baja presión ($30-50 \text{ kg/cm}^2$) que son más fáciles y seguros. Estos sistemas aplican el detergente en forma de espuma, que sirve para el transporte de los agentes de limpieza y desinfección, de manera que éstos actúan sobre las superficies ablandando y removiendo las partículas de suciedad adheridas. De esta forma se consigue una acción limpiadora homogénea que llega a todos los intersticios. Una vez transcurrido el tiempo necesario, se elimina la espuma con agua a baja presión y posteriormente se realiza la desinfección y su enjuague correspondiente.

Este sistema de limpieza está compuesto de varias operaciones unitarias, como son:

- **Prelavado**, que consiste en despejar lo máximo la zona a limpiar y mojar abundantemente con agua caliente ($50-55^\circ\text{C}$).
- **Aplicación de la espuma**. A continuación se cubren, con un agente de limpieza alcalino en forma de espuma y con agua a $50-55^\circ\text{C}$, las superficies a limpiar y se deja que actúe durante 10-15 minutos.
- **Enjuague intermedio**, con el equipo de baja presión. ($40-50^\circ\text{C}$)
- **Desinfección** mediante el uso del desinfectante, por lo general de origen orgánico.
- **Enjuague final** con agua potable.

Mención aparte merece la limpieza de utensilios y elementos auxiliares. En grandes mataderos, se pueden encontrar todo tipo de máquinas para la limpieza en continuo o discontinuo de pequeños utensilios, cajas de plástico, pequeños contenedores, palets, carros metálicos, limpiabotas, etc. El volumen de agua y el tipo de detergente/desinfectante que se

emplea depende del tipo de máquina, tipo de artículo, volumen, etc. Si se utiliza agua caliente para la desinfección, su temperatura debe ser al menos de 82°C. En algunos casos la limpieza manual con agua a baja presión es la única posible y consiste en frotar la superficie del utensilio o máquina con una solución a 40°C de un agente tensoactivo que ayuda a desligar la grasa y mantenerla en emulsión pudiendo aplicar después un desinfectante. Finalmente se realiza un aclarado y un secado.

E.1.7. Limpieza de tripas

La operación de limpieza de tripas está inmersa en las etapas de vaciado y limpieza de los intestinos, y como tales no se ha considerado dentro de las operaciones del proceso de matadero polivalente, pues se trata más bien de un aprovechamiento de subproductos cárnicos. Sin embargo, dado que es una operación que se realiza en algunos mataderos, conviene indicar que los efectos medioambientales derivados de esta actividad son importantes. El contenido en panzas y estómagos puede tener un valor medio de 2-2,5 Kg de DBO₅/t de peso vivo, variable en función del método de trabajo empleado.

Salas de Despiece

Como se ha comentado en el Apartado C, *Descripción General del Proceso Industrial*, el despiece de las canales suele realizarse en salas contiguas a los mataderos siendo frecuente en España el binomio matadero-sala de despiece. En estas instalaciones, las canales y medias canales procedentes de los mataderos son deshuesadas y divididas en partes más pequeñas.

Los principales efectos medioambientales que producen la actividad de las salas de despiece son muy similares a los mataderos, pero cuantitativamente menos significativos.

La carga contaminante de las aguas residuales se genera casi en exclusiva por la materia orgánica que suponen pequeños trozos de carne o grasa que se evacuan en el momento de la limpieza de las plantas de elaboración.

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizaran las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Grado de impacto
DESPIECE	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de sangre y grasa • Restos de carne, tendones, piel y huesos • Aguas residuales 	1º
CONGELACION/REFRIGERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Agua residual (caso de refrigeración con agua) • Consumo de energía • Consumo de agua (caso de refrigeración con agua) 	1º 1º 2º
LIMPIEZA	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas Residuales 	1º

E.1.8. Despiece

Existen dos formas de realizar el despiece, en caliente o en frío, que obedecen sobre todo a razones de organización de la producción.

El *despiece en caliente* se realiza antes de someter al frío a la canal, en cuyo caso las canales deben de trasladarse directamente desde la línea de matanza a la sala de despiece anexa, ya que el despiece debe ser inmediato. Con esta técnica además de mejorar el poder de emulsión de la carne y su capacidad de retención, se reducen los costes de refrigeración y congelación.

El *despiece en frío* comprende las mismas etapas que el despiece en caliente con la salvedad de que en este caso las canales se reciben refrigeradas o congeladas desde el matadero. Con el despiece en caliente no consume la energía de congelación o refrigeración de las canales y no se generan las aguas de descongelación en su caso.

E.1.9. Congelación

Ver apartado E.1.6, Congelación en Mataderos Polivalentes

E.1.10. Limpieza

Ver apartado E.1.7, Limpieza en Mataderos Polivalentes.

E.2. MATADEROS AVÍCOLAS

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizaran las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
RECEPCIÓN Y ESPERA	<ul style="list-style-type: none"> • Deyecciones, plumas, polvo • Animales muertos 	1º
DESANGRADO	<ul style="list-style-type: none"> • Sangre 	1º
ESCALDADO	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales • Vapor y olores • Consumo de energía térmica 	1º 1º 2º
DESPLUMADO	<ul style="list-style-type: none"> • Plumas y suciedad • Aguas residuales 	1º
EVISCERACION	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos compuestos por trozos de vísceras, grasas, sangre y contenidos digestivos • Bajos caudales de aguas con restos de grasas, sangre y contenidos digestivos 	1º NS
LAVADO DE LAS CANALES	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua • Aguas residuales con restos de sangre 	NS 2º
ENFRIAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energía eléctrica 	1º
LIMPIEZA DE EQUIPOS	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas residuales con elevada carga orgánica, y presencia de detergentes y desinfectantes 	1º
RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS	<ul style="list-style-type: none"> • Olores 	1º

E.2.1. Recepción y espera

Debido a que en los mataderos de aves el reposo se realiza sin descargar las jaulas o módulos de los camiones, los animales se descargan en el momento que van a ser sacrificados. En estas dependencias se generan una serie de residuos como deyecciones, plumas, polvo y aves muertas (que pueden alcanzar el 0.2- 0.4% del peso total de aves recibidas).

E.2.2. Desangrado

El desangrado de las aves se realiza de forma manual o de forma automática, constituyendo una fase delicada debido a la precisión con que deben realizarse los cortes para que no fallen operaciones posteriores como es el arranque de cuellos, extracción de pulmones, buche etc.

El **desangrado manual** se realiza practicando un corte exterior en la parte lateral del cuello que secciona la vena yugular y la arteria carótida.

El **desangrado automático** esta más generalizado en los mataderos de pollos y consiste en hacer pasar los cuellos de los animales aturdidos a través de unas guías que se van estrechando hasta un lugar donde dos cuchillas seccionan ambos laterales del cuello en su punto de unión con la cabeza. La sangre se recoge en el túnel de desangrado y es bombeada periódicamente a un tanque donde se almacena hasta su posterior utilización. La sangre que no se llega a recoger puede ser el 35-50% del total.

A igual que en el desangrado realizado en mataderos polivalentes la mejor alternativa no se corresponde con una forma de realizar el desangrado sino con la óptima recogida y máximo aprovechamiento de la sangre extraída.

E.2.3. Escaldado

El escaldado sirve de preparación para el desplumado del ave y mejora las condiciones higiénicas y la presentación organoléptica del producto final.

La eliminación de las plumas no se puede realizar en seco, ya que es necesario aflojar primero su inserción en los folículos con la ayuda de agua caliente. El escaldado se puede realizar por inmersión en baños de agua caliente (sistema utilizado en España) o mediante duchas de agua caliente (ver apartado de *Técnicas Emergentes*).

E.2.3.1. Escaldado por inmersión

El escaldado por inmersión se practica en cubas longitudinales, donde el tiempo y la temperatura deben ajustarse según la edad y el destino de las canales. En este sentido podemos encontrar dos tipos de escaldado:

- **Escaldado bajo:** En el escaldado bajo la temperatura del agua suele estar alrededor de 50-55°C y los tiempos de permanencia en el baño oscilan entre los 2 y 3 minutos. Este tipo de escaldado se utiliza para pollos jóvenes cuyas canales van a ser comercializadas en fresco.
- **Escaldado alto:** En el escaldado alto la temperatura del agua es de 56-63°C y los tiempos de permanencia oscilan entre los 2 y los 2 minutos y medio. Este tipo de escaldado se utiliza para pollos que después van a ser enfriados con agua y posteriormente congelados.

El escaldado por inmersión es el más extendido en los mataderos avícolas, pero tiene inconvenientes desde el punto de vista higiénico debido a que el baño es un medio conductor tanto de suciedades como de microorganismos.

La frecuente renovación del agua del baño para evitar problemas de contaminación microbiológica supone un gran consumo de agua y a su vez la generación de una gran cantidad de aguas residuales.

Esta problemática se agrava al ser vertidos puntuales con elevada carga orgánica, lo que puede originar situaciones complicadas en los sistemas de tratamiento y depuración.

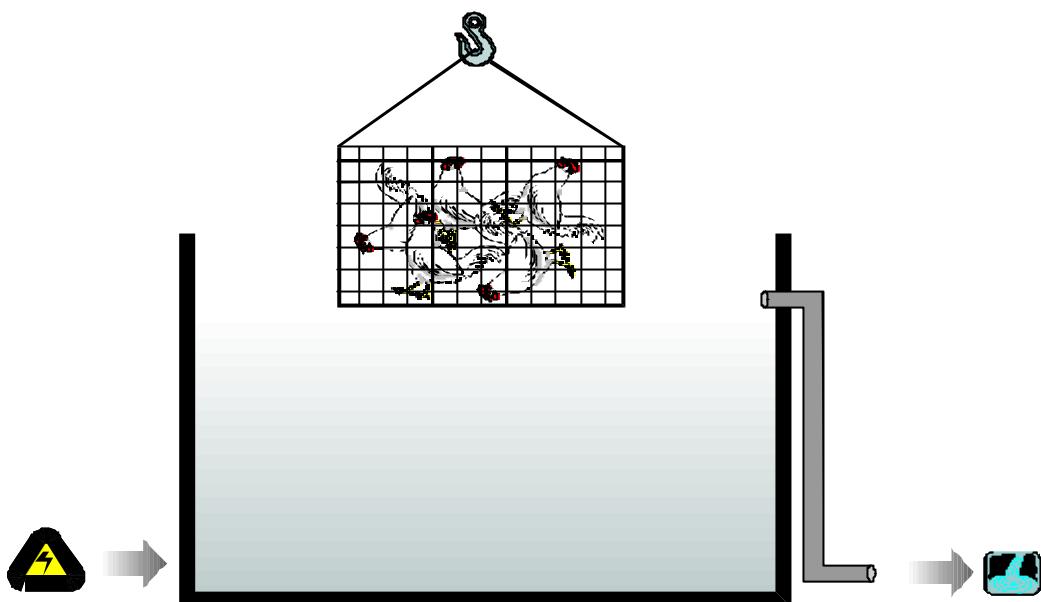


Figura 19.- Escaldado por inmersión.

E.2.4. Enfriado

El enfriamiento inmediato tiene como finalidad frenar o inhibir el crecimiento de los microorganismos presentes en la canal y en los despojos comestibles. Retrasa también la maduración enzimática, que podría determinar la formación de olores. Existen dos alternativas de enfriado, que dependen fundamentalmente del destino final de las canales:

- Enfriado por inmersión en agua fría (para canales que posteriormente serán congeladas).
- Enfriamiento por aire frío (para canales frescas)

E.2.4.1. Enfriado por inmersión

El enfriamiento por inmersión se aplica principalmente para canales que después se van a congelar. Las canales y/o despojos se introducen en baños de agua a una temperatura de 0 a 2°C. El baño consiste en una cuba longitudinal provista de un dispositivo mecánico sinfín para hacer avanzar a las canales que permanecen en el agua un tiempo preestablecido.

Este procedimiento tiene el inconveniente de que es necesaria una renovación frecuente del agua para evitar contaminaciones cruzadas. Además, las canales pueden absorber y retener el agua, lo que puede suponer un fraude para el consumidor.

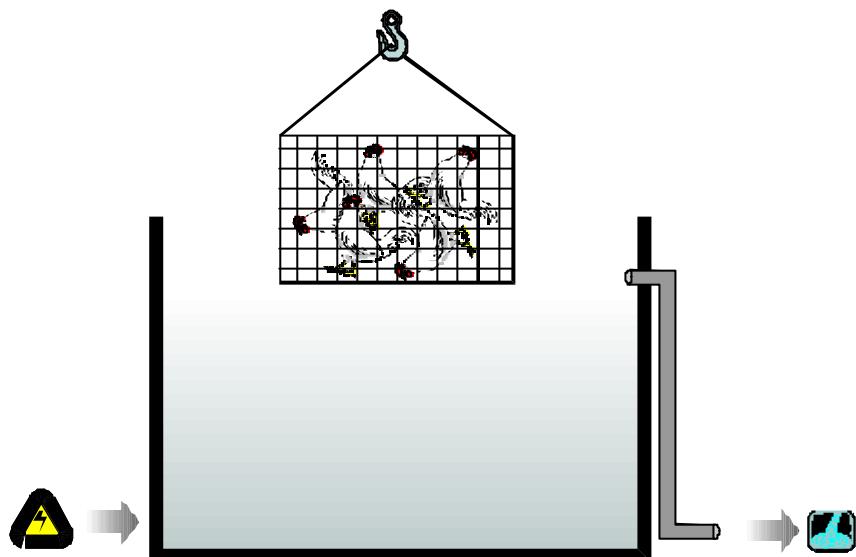


Figura 20.- Enfriado por inmersión

E.2.4.2. Enfriado por aire

El enfriamiento por aire frío es el procedimiento más empleado en Europa, y se utiliza principalmente para canales escaldadas a baja temperatura y que no se van a congelar.

Esta operación se lleva a cabo en túneles de enfriamiento y existen diversas modalidades en cuanto a temperatura del proceso, velocidad del aire y humedad relativa. Esta técnica ofrece una mayor calidad de producto aunque tiene el problema de la desecación superficial.

E.2.5. Transporte de despojos

Una vez eviscerados los animales, tanto los despojos comestibles como los no comestibles deben ser transportados para su aprovechamiento como subproductos. Existen dos sistemas:

- Transporte en seco.
- Transporte hidráulico.

E.2.5.1. Transporte en seco

Consiste en el transporte los despojos en un sistema de vagonetas o mediante un sistema de succión mediante vacío hasta el lugar de tratamiento

E.2.5.2. Transporte hidráulico

El transporte se realiza mediante un canal de agua. Se pueden producir contaminaciones importantes a través de ella, por lo que debe ser renovada frecuentemente. Esto es especialmente importante con los despojos para consumo humano.

E.2.6. Limpieza de equipos e instalaciones

Ver apartado E.1.6, Limpieza de equipos e instalaciones en Mataderos Polivalentes

E.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones generadoras de algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizaran las operaciones en las que existan alternativas tecnológicas.

Productos cocidos picados

Operación Básica.	Efecto	Orden
COCCIÓN (AHUMADO)	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de energía térmica Aguas residuales 	2º 1º
ENFRIADO	<ul style="list-style-type: none"> Aguas residuales Consumo de energía 	2º

Jamón cocido

Operación Básica.	Efecto	Orden
INYECTADO/ MASAJEADO	<ul style="list-style-type: none"> Restos de salmuera Consumo de energía eléctrica 	1º NS
COCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Aguas residuales Consumo de energía térmica 	1º 2º
ENFRIADO	<ul style="list-style-type: none"> Alto consumo de agua Aguas residuales 	1º
ENVASADO	<ul style="list-style-type: none"> Restos de envase 	2º
LIMPIEZA	<ul style="list-style-type: none"> Agua residuales con restos de materia prima, detergentes y desinfectantes 	1º

Jamones y paletas cocidos

E.3.1. Cocción

Antes de la operación de cocción, el producto se envasa a vacío en bolsas de plástico y después se introduce en moldes. El proceso de cocción se realiza por etapas: al principio la temperatura se mantiene por debajo de la de coagulación proteica (60°C), y posteriormente se va elevando hasta llegar a los 70°C. El envasado de los jamones permite que el agua de escaldado y/o enfriado no entre en contacto con el alimento

La cocción puede realizarse con agua, con vapor o con aire caliente, siendo más perfecta cuando el calor es aportado por el vapor o por el aire. Por ello está muy extendido el uso de hornos de vapor o de aire caliente.

E.3.1.1. Cocción en agua

La cocción en agua se realiza en baños de agua caliente donde los jamones una vez troceados, moldeados y envasados, permanecen el tiempo necesario hasta que la carne adquiera las propiedades deseadas.

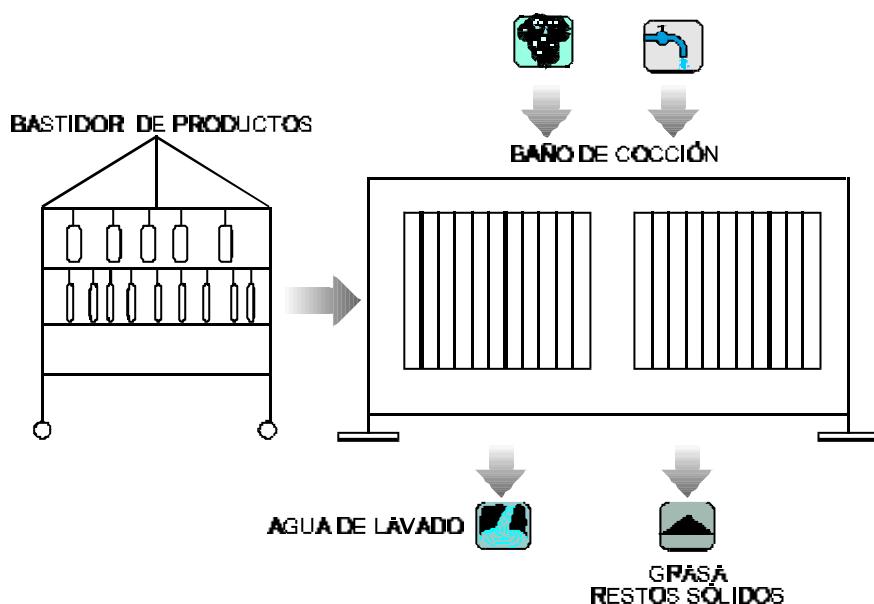


Figura 21.- Cocción en agua.

E.3.1.2. Cocción con vapor

La cocción por vapor se realiza en cámaras que actúan como hornos de cocción. En estos hornos se somete a los productos a la acción de aire húmedo calentado de manera que se provoque la coagulación de las proteínas.

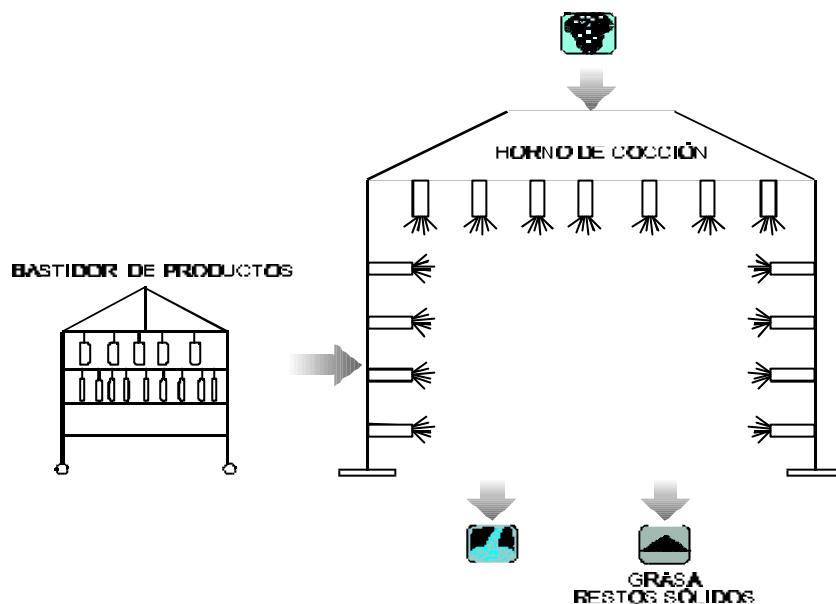


Figura 22.- Cocción con vapor.

E.3.1.3. Cocción por aire caliente

La cocción por aire caliente se realiza de forma similar que la cocción por vapor, ya que se utiliza de igual forma un horno de cocción donde los productos son tratados con aire caliente a una determinada temperatura que permita la coagulación de las proteínas respetando otras características como son el color, la textura, etc.

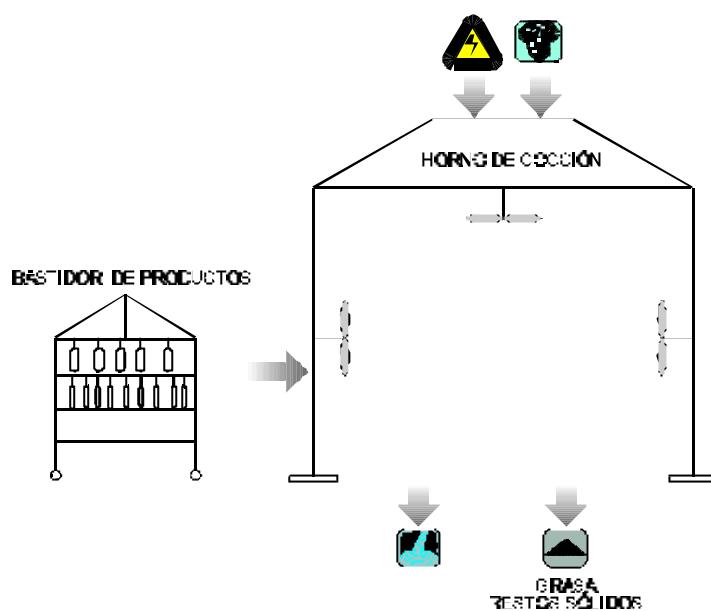


Figura 23.- Cocción con aire caliente.

E.3.2. Enfriado

Después de la cocción se realiza un enfriamiento que puede ser mediante inmersión en agua fría o por medio de duchas.

E.3.2.1. Enfriado por inmersión

El enfriado por inmersión consiste en la introducción de los productos envasados ya cocidos en tanques de agua fría. Su consumo puede ser aproximadamente de 100 a 200 litros por tonelada de producto terminado.

La regulación de la entrada de agua en función de la temperatura del baño es una forma de optimizar el consumo de agua en la operación.

E.3.2.2. Enfriado por duchas

Una alternativa al enfriado por inmersión puede ser el enfriado por medio de duchas, que en un principio puede suponer un menor consumo de agua. Para optimizar el consumo de

agua se pueden instalar células fotoeléctricas o sensores de presencia que permitan regulación del tiempo de ducha.

E.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS

En el siguiente cuadro se resumen aquellas operaciones con algún efecto con impacto medioambiental significativo. En ellas se analizaran las alternativas tecnológicas existentes.

Operación Básica.	Efecto	Orden
DESCONGELACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Vertido de aguas de descongelación Consumo de energía 	2º 2º
SALADO	<ul style="list-style-type: none"> Restos de sangre Restos de sales de curado 	NS 1º
LAVADO DE LOS PERNILES	<ul style="list-style-type: none"> Aguas residuales salinas 	1º
SECADO/ MADURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Restos de grasa escurrida Consumo de energía eléctrica (si el secado se realiza en cámaras) 	NS 1º
LIMPIEZA DEL PROCESO	<ul style="list-style-type: none"> Aguas residuales con elevada conductividad y presencia de detergentes y desinfectantes 	1º

Jamones y paletas curados

E.4.1. Salado

En esta operación, los jamones son salados con sal seca en cámaras a 1-3°C y alta humedad (90%), 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 penetra y por encima se favorece la contaminación microbiana.

En esta operación hay que prestar especial importancia a la generación de vertidos salinos procedentes de los líquidos exudados por los jamones. Los dos sistemas de salado más empleados son el salado en pilas y el salado en contenedores, aunque se ha intentado el salado húmedo mediante salmueras o por inyección de la misma.

E.4.1.1. Apilamiento en seco

En el salado en pilas, los jamones son colocados en capas alternas y consecutivas de sal y jamón, de modo que los jamones no se toquen entre sí, y sin sobrepasar la altitud de 8-10 jamones como máximo para evitar aplastamientos. La cámara de salado debe estar dispuesta de tal forma que se facilite el drenaje de los líquidos exudados por los jamones.

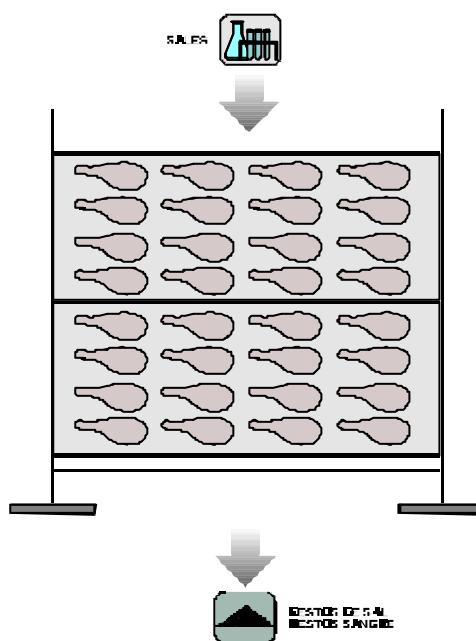


Figura 24.- Apilamiento en seco.

E.4.1.2. Salado en contenedores

Es un sistema que está siendo cada vez más empleado en la industria jamonera puesto que supone un considerable ahorro de mano de obra al poder transportar los contenedores por medios mecánicos.

Los jamones se cubren con sal en depósitos de acero inoxidable con una capacidad de 40-50 jamones en los que se permite el drenaje de los exudados producidos mediante una separación en el fondo del contenedor.

Existen máquinas que tienen un volteador hidráulico para el vaciado de estos depósitos y que incluyen una tolva vibradora para la recuperación de sal.

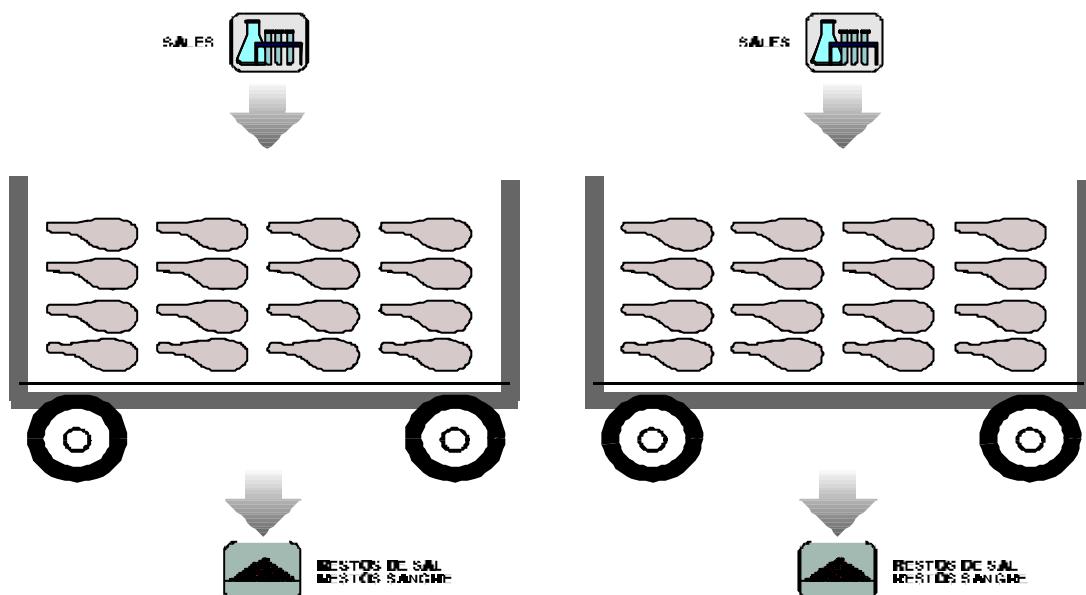


Figura 25.- Salado en contenedores.

F. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE MTD'S.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TÉCNICAS

En este capítulo se describe la metodología y los factores de evaluación de las técnicas subsectoriales desde el punto de vista del impacto ambiental (directo o indirecto) del que son responsables, con el fin último de conseguir delimitar cuáles de ellas pueden considerarse como mejores técnicas disponibles según lo establecido en la Directiva IPPC 96/61/CE. Desde este punto de vista, se realiza un primer cribado que permita concentrar nuestra atención en aquellas operaciones del proceso verdaderamente responsables del impacto producido por el conjunto.

Este cribado se realiza mediante la clasificación de cada una de las operaciones básicas de cada proceso productivo según el impacto medio ambiental producido sea de 1^{er} orden, de 2º orden o no significativo.

Debido a lo anterior, se identifican alternativas tecnológicas para las operaciones con impacto medio ambiental de 1^{er} orden o de 2º orden.

F.1. METODOLOGÍA

La metodología propuesta supone un método sistematizable para la evaluación integrada de la contaminación producida por las técnicas de proceso utilizadas en estos momentos por los diferentes subsectores agroalimentarios. Por tanto, se centra en el análisis del proceso de fabricación y no pretende ser un estudio sobre las medidas correctoras aplicables a cada subsector o sobre los costes ambientales de las mismas.

Las Mejores Técnicas Disponibles deben de hacer referencia al origen mismo de la contaminación industrial, es decir, a las alternativas de proceso existentes para realizar una misma operación generando un producto final de calidad aceptable en el mercado. Sin embargo, habrá que tener en cuenta que muchas veces la utilización de las MTD's no será suficiente por si solas para salvaguardar el medio ambiente y que, por tanto, las medidas

correctoras de depuración siguen siendo necesarias para cumplir los niveles máximos de carga contaminante permitidos por la legislación medioambiental aplicable.

Los “items” o factores que deben tenerse en consideración a la hora de analizar la bondad medioambiental de una tecnología, y que fueron validadas en su momento por las mesas de trabajo correspondientes se presentan en la siguiente tabla

Como puede apreciarse en estas tablas, no sólo deben considerarse aspectos medioambientales a la hora de comparar técnicas, sino que deben tenerse en cuenta aspectos de calidad de producto y de costes, tal como se establece en la propia definición de MTD's recogida en la Directiva IPPC. Dentro del término viable no es razonable considerar aquellas técnicas que teniendo un impacto medioambiental mínimo no consiguen una calidad de producto final exigida por el mercado actual. Debemos de distinguir aquellas técnicas que estando totalmente desarrolladas en el sector, consiguen minimizar el impacto manteniendo la calidad del producto final a un coste de mercado. Por eso partimos del análisis de las técnicas más utilizadas, ya que son estas las que reúnen estas dos premisas.

En las siguientes páginas se detallan cada una de estas tablas de items:

	<i>Items de evaluación de BAT</i>	<i>Unidades de Cuantificación</i>	Observaciones
1	Consumo de Recursos		
1.1	<i>Materias Primas</i>	Kg Mat prim./Kg Producto transformado	NO CONSIDERADO
1.2	Materias Auxiliares	Kg Mat Aux./Kg Producto transformado	
1.3	Agua	m ³ Agua consumida/Kg de producto transformado	
1.4	Energía eléctrica	Kw.h/Kg de producto transformado	
1.5	Energía Térmica	Termias/Kg de producto transformado BTUs/Kg de producto transformado Kcal.h/Kg de producto transformado	
2	Emisiones y Residuos		
2.1	<i>Residuos Sólidos</i>	Kg de Residuo tipo/Kg de materia prima procesada	Mayoritariamente considerados como subproductos
2.2	Aguas Residuales	Caudal (m ³ /Kg materia prima procesada) Carga contaminante (Kg DQO o DBO ₅ /Kg materia prima procesada) Toxicidad del influente (Unidades de Toxicidad, Equitox/m ³ o EC50)	Aspecto muy importante en este tipo de industrias
2.3	Emisiones Gaseosas	Partículas sedimentables inmisión mg/m ²	
2.4	Nivel Sonoro	Alto, Moderado o Bajo	
2.5	Olores	Alto, Moderado o Bajo	
3	Calidad del Producto Final		
	Producto Principal	Alta, Aceptable o Inaceptable	Se valora la calidad del producto respecto al estándar de mercado
	Subproductos	Alta, Aceptable o Inaceptable	Se valoran las características que puedan facilitar o mejorar su aprovechamiento
4	Experiencia acumulada		
	Años de utilización en el sector	Años	Se considera la tecnología evaluada, no la operación en sí misma
	Extensión en su utilización en el sector	Generalizada o Puntual	Se referirá al sector industrial en nuestro país
	<i>Posibilidad de Sustitución</i>	Alta, Media o Ninguna	Se intenta reflejar si es una tecnología obsoleta o sigue todavía comercializándose. Importante para plantas existentes.
5	Estudio de Costes		
	Costes de Inversión	Ptas/Unidad de producción	Se referirán a una capacidad de procesado intermedia para cada tecnología
	Costes de Personal asociado	Horas hombre/Unidad de producción Cualificación específica	Se intenta reflejar la necesidad de personal asociada con cada tecnología

Tabla 5. Items de Evaluación de MTD's para Industrias de Conservas Vegetales.

El estudio del impacto global de una tecnología no resulta simple debido a las dependencias existentes entre algunos de los “items” de valoración. Por ejemplo, en operaciones en las que el consumo de agua es un efecto de primer orden, una mejor tecnología disponible sería aquella que optimizara el consumo de agua en la operación. Sin embargo, en los casos en los que el agua entra en contacto directo con el producto (lavados, escaldados, etc.), un menor consumo de agua por unidad de producto se corresponde con un incremento en los parámetros que definen la contaminación del agua residual resultante (DQO, CE, SS), planteándose, por tanto, un problema de valoración.

Dada la frecuencia con la que esta situación se produce, consideramos importante resaltar dos aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de realizar la evaluación en estos casos:

- ✓ En nuestras condiciones, debería resultar prioritario minimizar el consumo de un bien tan escaso con el agua
- ✓ Generalmente es económica y técnicamente más viable depurar pequeños volúmenes de agua con elevada carga contaminante que elevados caudales con poca carga.

Por tanto, a igualdad de otros factores, consideraremos como MTD la tecnología que presente menores consumos de agua y energía, siempre que vaya asociada con un sistema de tratamiento que reduzca los niveles de carga orgánica del vertido final.

En operaciones donde el consumo de energía para calentamiento de la materia prima (escaldado, esterilización, pasterización, pelado) o de agua de enfriado es importante, se consideran relevantes aquellos sistemas que permiten la optimización del consumo energético y la recirculación de las aguas de enfriado.

Durante la fase de evaluación de alternativas nos hemos encontrado con tres casuísticas:

- a) Aquellas alternativas tecnológicas que destacan por la minimización **integral** de la contaminación producida o por aumentar innecesariamente el impacto medio ambiental con respecto a las alternativas existentes.
- b) Aquellas alternativas tecnológicas que no destacan por la minimización o incremento innecesario de la contaminación producida, sino que realizándola de manera diferente sobre los diferentes medios (medio hídrico, suelo y/o atmósfera), pueden considerarse aceptables si sobre ellas se establecen las medidas de control suficientes.
- c) Aquellas técnicas que a pesar de tener un impacto ambiental acusado, no pueden ser excluidas ya que constituyen la única alternativa tecnológica existente en la actualidad para el procesado de un cierto tipo de materia prima, o la única capaz de asegurar los niveles de calidad y/o costes de producción compatibles con el actual sistema de mercado. En estos casos, solo se considerará como tecnología aceptable cuando se articulen los sistemas que permitan asegurar el funcionamiento óptimo de la operación, la minimización de los efectos ambientales principales y lleve asociado los sistemas de control para corregir los impactos producidos.

Un simple análisis comparativo de los datos disponibles acerca de su funcionamiento y su forma de originar impacto, así como los datos cuantificados disponibles acerca del nivel de contaminación producido frente al de las demás alternativas, las identificará como mejores técnicas disponibles (MTD's) o “peores” técnicas disponibles.

Conviene, sin embargo, profundizar más sobre la manera de clasificar como MTD's aquellas técnicas que sin tener una clara distinción sobre el resto por su bondad medioambiental, puedan considerarse como mejores técnicas disponibles siempre que su

nivel de optimización y control sea máximo. Por tanto, se trata de establecer las condiciones de operación bajo las cuales este tipo de técnicas puede estar incluida dentro de este grupo de MTD's.

Consideramos como medidas de control aquellas que permitan entre otras cosas:

- La optimización de los consumos en la operación (agua, materias auxiliares, energía)
- Automatización y control de la operación
- Recirculaciones de agua y recuperaciones de energía
- Adecuado aislamientos térmicos
- Implantación de buenas prácticas de gestión

La metodología propuesta se basa, por tanto, en un análisis semi-cuantitativo de las técnicas disponibles más utilizadas. Se recopilan los datos existentes sobre cada una de ellas, pero sin caer en la relatividad de un análisis cuantitativo (que necesitaría información homogénea y comparable de cada una de las técnicas, inexistente en la mayoría de los casos y muy difícil de conseguir). Hay que tener en cuenta que no hay dos procesos que se desarrollen exactamente igual dentro de un mismo subsector agroalimentario.

Por este motivo, se propone la realización de una evaluación descriptiva que intente identificar aquellas técnicas que claramente suponen ahorros medioambientales frente a sus alternativas tecnológicas, considerando también en dicha evaluación el grado de control de los parámetros de funcionamiento o la necesidad de exigir sistemas de corrección del impacto producido.

G. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

En este apartado se pretende determinar las Mejores Técnicas Disponibles en aquellas operaciones más relevantes desde el punto de vista medioambiental. Además, siguiendo la definición de MTD's contemplada en la Directiva IPPC, también se ha tenido en cuenta otros aspectos como calidad de producto, viabilidad técnica y económica, etc.

G.1. MATADEROS POLIVALENTES

G.1.1. Estabulación

El hecho de que los animales deban estar en los establos al menos 24 horas antes de ser sacrificados hace que en esa estancia se generen residuos sólidos orgánicos, vertidos líquidos y emisiones de olores, siendo a menudo uno de los puntos críticos de los mataderos.

En este sentido, se considera Mejor Técnica Disponible la retirada en seco de los residuos sólidos o líquidos generados durante la estabulación (deyecciones y camas de paja o purines), para facilitar por un lado la gestión y posterior aprovechamiento de estos residuos y por otra la de evitar al máximo la adición de estos residuos a las aguas residuales. Para ello se pueden instalar en el suelo sistemas de paneles móviles que faciliten la recogida del estiércol generado.

Por sus características especiales de elevada carga orgánica y presencia de sólidos y desinfectantes, las aguas residuales correspondientes a la limpieza final y la desinfección de las instalaciones deberán segregarse del resto de las aguas del matadero para permitir su tratamiento individualizado.

G.1.2. Recogida de la sangre

Debido a la elevada carga orgánica que posee la sangre (tabla 5) y teniendo en cuenta que su recuperación supone una disminución de la contaminación en los vertidos entre un 35 y un 45%, se puede considerar como Mejor Técnica Disponible la adopción de medidas que permitan la recogida máxima de la sangre, evitando así un gran aporte de carga orgánica en las aguas residuales finales del matadero. Desde el punto de vista medioambiental, queda en segundo lugar la utilización de uno u otro método de recogida de sangre, de forma más o menos higiénica, de tal manera que aumente su valor económico.

Pensando en el posterior aprovechamiento de la sangre recogida, es fundamental que esta sea recogida de la forma más higiénica posible, siendo el sistema de cuchillos succionadores el más adecuado, aunque tanto el sistema horizontal como el vertical, también permitiría un aprovechamiento para el consumo humano, siguiendo la normativa establecida para ello.

Tabla 6. Tabla Características analíticas de la sangre

Características analíticas de la sangre	
Humedad	80-82 %
Sales	2 %
Proteínas	13-15 %
DQO (mgO ₂ /L)	200.000

Normalmente, en los mataderos entre un 15 y un 20% de la sangre termina formando parte del vertido final, lo cual representa una carga entre 1 y 2 Kg de DBO₅/t peso vivo y este valor aumentaría hasta 5,8 Kg de DBO₅/t peso vivo si el vertido de la sangre es total.

En el caso de que el desangrado se realice de forma horizontal o vertical es importante que la zona donde se realice tenga la longitud adecuada para permitir el desangrado total del animal y no se produzca en otras partes de la instalación, lo que supondría que un cierto volumen de sangre accediera al desague y se uniera a las aguas residuales.

De forma orientativa se recomiendan tiempos de desangrado de alrededor de 6 minutos para ganado porcino y más de 7 minutos para ovino y bovino.

En el caso de mataderos de porcino, el aturdimiento por medio de CO₂ mejora el porcentaje de recogida de la sangre durante la fase de desangrado, porque con este sistema se retrasa la parada cardiaca y el estrés del animal, en comparación con el método de aturdido con descarga eléctrica

En la siguiente figura se presentan las distintas aplicaciones de la sangre recogida como subproducto:

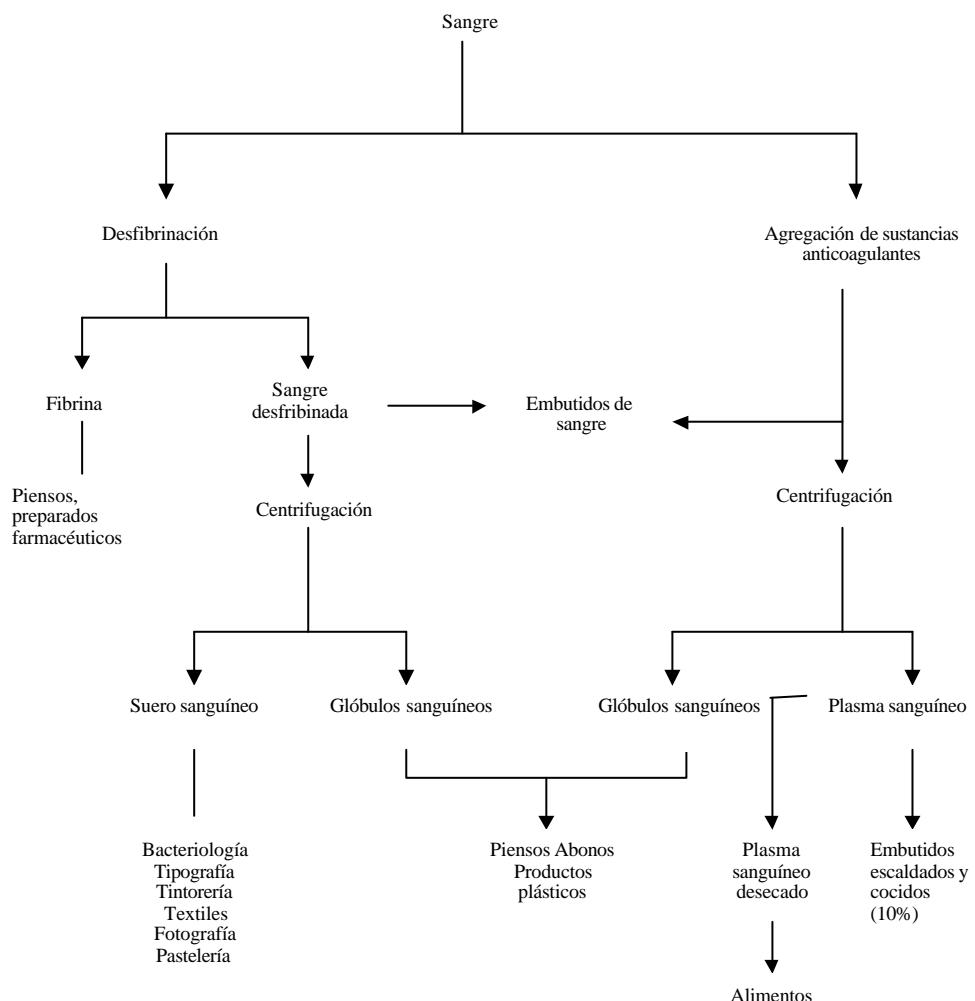


Figura 26.- Aprovechamiento de la sangre

G.1.3. Escaldado

Etapa importante en los mataderos porcinos, desde el punto de vista de obtención del producto y desde el punto de vista medioambiental, al ser una operación que genera vertidos puntuales de elevada carga orgánica y elevada temperatura.

Independientemente del sistema de escaldado utilizado, la Mejor Técnica Disponible es realizar una limpieza del animal previa a la etapa de escaldado. Esto es fácil de realizar incorporando duchas en las mangas de acceso al aturdidor o al escaldador. De esta manera se logra reducir la contaminación microbiológica y la suciedad de las aguas de escaldado permitiendo un uso más prolongado de las mismas, con el correspondiente ahorro agua y energía que de ello se deriva.

Desde el punto de vista medioambiental, el escaldado con duchas de agua reduce la generación de los vertidos problemáticos característicos de esta etapa, e higiénicamente también parece ser la mejor opción por cuanto minimiza posibles contaminaciones microbianas de los animales, que son más difíciles de evitar si el escaldado se realiza por inmersión.

G.1.4. Limpieza de canales

La limpieza de las canales después de realizar la evisceración es una etapa más o menos obligada para evitar la contaminación superficial que pudieran tener las canales.

Parece ser generalizado el uso de duchas o de agua a baja presión para el lavado de las canales, utilizando productos clorados o ácidos orgánicos. En este sentido cualquier medida que permita optimizar el consumo de agua necesario para realizar esta operación será enormemente beneficiosa desde el punto de vista medioambiental ya que permitirá reducir los volúmenes de vertido generados en esta etapa.

Para ello la instalación de detectores de presencia es de gran utilidad tanto en la operación normal de las instalaciones como en los momentos de operación irregular, avería o cambio

de turno. Los distintos tipos de detectores de presencia pueden ser de contacto, células fotoeléctricas o detectores por ultrasonidos.

G.1.5. Limpieza de equipos e instalaciones

Conociendo la importancia que tiene la limpieza de los equipos e instalaciones de los mataderos en los parámetros analíticos del vertido final se puede considerar que de forma genérica la Mejor Técnica Disponible en cuanto a limpieza de equipos e instalaciones debe contemplar:

- el empleo de los medios adecuados que permitan realizar las limpiezas de forma eficiente
- medidas y/o sistemas que optimicen el consumo de agua utilizado en las limpiezas
- medidas que permitan minimizar la carga orgánica que llega a las aguas residuales, como puede ser la adopción de buenas prácticas de limpieza, y
- un programa escrito de limpieza y desinfección, conocido y accesible a las personas encargadas de realizar estas operaciones.

Programa de limpieza y desinfección

El programa de limpieza y desinfección debe comprender todas las áreas, máquinas y utensilios de la fábrica y establecer el sistema a emplear en cada caso, el tipo y concentración de detergentes y desinfectantes, la temperatura y el tiempo de contacto, la frecuencia de las operaciones de limpieza y desinfección, etc.

Una limpieza planificada contribuye a reducir el consumo de agua. Si antes del enjuague inicial de las instalaciones se procede a despejar al máximo la zona a limpiar, ordenar los utensilios, desmontar equipos, barrer y recoger los restos más groseros, se reducirá el tiempo invertido para la limpieza en húmedo con detergentes, el consumo de agua, y por tanto, el volumen de vertido generado.

Limpieza previa en seco

La limpieza previa en seco de máquinas y suelos permite actuar con eficacia tanto sobre el consumo de agua como sobre la carga contaminante. Los aspiradores de carne son rápidamente rentabilizados por el ahorro en consumo de agua y la prevención de la contaminación.

Por ejemplo, la limpieza previa en seco de los vehículos de transporte de ganado puede reducir el consumo de agua de limpieza en un 65%.

Limpieza a baja presión

Actualmente, se están sustituyendo los sistemas de alta presión por los de baja presión para realizar la mayor parte de la higienización de las industrias debido a que: pulverizan mucho menos el agua y, por lo tanto, la contaminación ambiental es menor; deterioran menos las máquinas y superficies de suelos, paredes, etc., manteniéndolas más impermeables y facilitando la limpieza de las mismas; son más fáciles de manejar produciendo menor desgaste físico a las personas que los utilizan; mayor versatilidad y eficacia en la aplicación de detergentes y desinfectantes y mayor facilidad en el arrastre controlado de los residuos que quedan adheridos en las superficies.

Limpieza a alta presión

Es importante elegir la presión adecuada en cada momento. En las zonas limpias, es preferible aplicar el agua a media presión (25-30 bar), por el contrario, se pueden utilizar limpiadores a alta presión (70-100 bar), con un menor consumo de agua y detergente, en aquellos lugares donde la formación de neblina debida a la pulverización no repercuta sobre la higiene, ni se deteriore suelo o material eléctrico, como establos o superficies exteriores.

Por razones de economía de agua y de detergente se aconsejan los equipos móviles o portátiles llamados de bajo volumen. En el caso de los restos en los que predomina la

grasa, es más conveniente usar temperaturas más elevadas, y emplear la llamada limpieza con chorro de vapor.

Debido a la posible formación de aerosoles, pequeñas gotitas de agua, grasa, proteínas y microorganismos, así como condensaciones del vapor de agua, se debe realizar la limpieza cuando no se trabaja para evitar la contaminación de los alimentos y tratar de favorecer el secado de las superficies.

Previamente a la adopción de medidas encaminadas a mejorar las operaciones de limpieza en los mataderos y salas de despiece, se deben implantar una serie de actuaciones que disminuyan tanto el volumen de agua consumida en el proceso como la carga contaminante que accede a los sistemas de recogida de aguas residuales, permitiendo ahorrar agua y productos detergentes y desinfectantes en las actividades de limpieza, así como tener un ahorro importante en cuanto a coste de tratamiento y depuración.

G.1.6. Limpieza de tripas

Como se ha comentado anteriormente la técnica medio ambientalmente más correcta es la retirada en seco, transporte y segregación de las sustancias estercóreas o contenidos estomacales, de manera que se trasladen hacia una prensa de tornillo, donde se realice el prensado hasta una deshidratación del 40-50%.

Salas de Despiece

La Mejores Técnicas Disponibles que se pueden aplicar en las salas de despiece están más o menos indicadas en el apartado anterior de mataderos polivalentes.

- Optimización del consumo de agua en la limpieza de la materia prima y productos
- Limpieza previa en seco de todos los restos de materia prima que queden por el suelo evitando que lleguen al desagüe
- Minimización de los vertidos
- Evitando vertidos de sangre o de salmuera, cuando corresponda.

La recogida exhaustiva de restos y residuos de las mesas y del suelo antes de la limpieza en húmedo, contribuye a minimizar el consumo de agua, a mejorar la calidad de los efluentes y a optimizar la productividad puesto que esos residuos podrán ser comercializados como subproductos junto con los huesos y grasas. La recogida en húmedo no es tan efectiva ya que los residuos de gran tamaño pueden disgregarse en trozos más pequeños dificultando su retirada. A menudo la recogida en seco no se practica tan profundamente como se debiera, quizá para evitar que el tiempo invertido en las operaciones de limpieza vaya en detrimento de la actividad productiva. Sin embargo se debería valorar este inconveniente junto con las ventajas antes enunciadas y llegar a un nivel óptimo de limpieza en seco en el que ambos aspectos, productividad y ahorro en agua se ven favorecidos.

G.2. MATADEROS AVÍCOLAS

G.2.1. Recepción de las aves

Como se ha comentado anteriormente la zona de recepción y espera de las aves antes del sacrificio es una zona donde se genera una cantidad significativa de plumas, deyecciones y polvo. En este sentido parece comprobado que la retirada del pienso varias horas antes a la carga de las aves reduce el consumo, atenúa el ensuciamiento de las instalaciones de transporte y de sacrificio, posibilita un eviscerado más higiénico y merma la carga de las aguas residuales.

La Mejor Técnica Disponible en esta operación está relacionada con una eficiente limpieza de la zona de recepción y espera. En este sentido es muy importante realizar una limpieza en seco (por medio de palas, cepillos o aspiradores de plumas), reduciendo al mínimo la limpieza húmeda por medio de mangueras de media y baja presión. De esta manera se minimiza la generación de vertidos puntuales de elevada carga orgánica y difíciles de tratar generados durante la limpieza en húmedo y se obtienen unos residuos secos más fáciles de transportar y gestionar.

Las jaulas se deben limpiar y desinfectar antes de abandonar el matadero.

G.2.2. Recogida de sangre

En la etapa de sangrado y eviscerado se extrae del cuerpo alrededor del 50% de la sangre total. 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 durante unos tres o cuatro minutos. Por tanto al igual que se comentó para mataderos polivalentes, en esta operación, la Mejor Tecnología Disponible siempre será la instalación 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. Con esta medida se evita aumentar de forma considerable la carga orgánica de las aguas residuales y se puede aumentar la

cantidad de sangre que se puede gestionar como subproducto (*Ver Apartado G.1.2 Recogida de sangre en mataderos polivalentes*).

G.2.3. Recogida de plumas

Como el escaldado va seguido inmediatamente por el desplumado de las aves, que hoy suele efectuarse, generalmente, por el procedimiento húmedo, con la ayuda de máquinas desplumadoras dispuestas en serie. Una buena medida sería optimizar las dos operaciones de forma conjunta.

En este sentido sería aconsejable la recogida de las plumas sobre superficies drenantes que permitan evitar que las plumas se unan con el resto de las aguas residuales y se puedan recoger lo más secas posibles, facilitando su posterior aprovechamiento o gestión como subproducto. Una vez recogidas, es recomendable su transporte mediante sistemas de succión, ya que ello evita la utilización de agua para este fin.

G.2.4. Sistema centralizado de cierre de los puntos de agua

Las duchas o grifos de lavado de canales deben disponer de un sistema que permita cerrar de forma conjunta la salida de agua en aquellos periodos de tiempo en los que no es necesaria debido a la ausencia de canales en la línea. Es preferible que estos sistemas estén controlados automáticamente por detectores de presencia u otros equivalentes.

Con estos sistemas se pueden ahorrar importantes volúmenes de agua a lo largo de una jornada de trabajo.

G.2.5. Transporte de los despojos

Es recomendable tanto por la calidad de los mismos como medio ambientalmente la recogida y transporte mediante sistemas en seco, ya que se reduce en gran medida el consumo y la carga contaminante del agua empleada.

G.2.6. Enfriado

Si el enfriado por inmersión en agua fría es para canales que posteriormente van a ser congeladas y el enfriamiento por aire frío para las canales frescas no se puede comparar ambas técnicas, porque son específicas de distintos productos. Ambas serían MTD's y habría que ver la optimización y las mejoras que se pueden incorporar a cada una de ellas.

En el caso de que se puedan utilizar las dos técnicas, manteniendo las condiciones de calidad del producto, parece evidente que el enfriado por aire frío es más recomendable al no generar vertidos líquidos.

Una alternativa al enfriado húmedo por inmersión puede ser la refrigeración por rociado, en donde las canales se transportan colgadas a través de un túnel donde son rociadas con agua de hielo. El agua de rociado ya utilizada y con una temperatura próxima a los 5°C sirve para el pre-enfriado de la nueva agua de rociado. De esta forma en instalaciones experimentales pudo reducirse en un 90% la tasa de gérmenes superficiales.

G.2.7. Limpieza de equipos e instalaciones

La limpieza de los equipos e instalaciones es similar a la detallada en el apartado G.1.5, aunque en mataderos avícolas existe la peculiaridad de la limpieza de cajas y jaulas. Se puede realizar tanto de forma manual como automatizada, siendo recomendable esta última por tener menores consumos tanto de agua (permite la recirculación de agua) como de soluciones detergentes y desinfectantes.

G.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS

G.3.1. Cocción

Independientemente del tipo de sistema de cocción utilizado se puede considerar como Mejor Técnica Disponible realizar la cocción de los productos una vez que éstos han sido envasados. Con ello se reduce el consumo de agua utilizada (en el caso de realizar la cocción por inmersión) a la vez que disminuye de forma importante la carga orgánica de los vertidos procedentes de esta etapa.

En el caso de la cocción por inmersión, la menor contaminación del baño supondría una mayor reutilización del agua de cocción, consiguiendo adicionalmente un ahorro en consumo de energía térmica.

Conviene destacar que realizar la cocción por medio de hornos de vapor disminuye drásticamente la generación de vertidos, consiguiéndose, además una distribución más homogénea del calor en todo el producto. Sin embargo el consumo energético parece ser más elevado que en la cocción por inmersión en agua.

G.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS

G.4.1. Lavado de perniles

Se puede considerar que la Mejor Técnica Disponible en esta operación es la máxima recuperación en seco de la sal que cubre los perniles. Para ello se debe retirar la máxima cantidad posible de sal en seco mediante la limpieza por medio de cepillos o aspiración por aire como paso previo a la limpieza final con agua. De esta manera se aumenta la cantidad de sal y aditivos que se puede reutilizar en el salado de otras piezas y se evita el generar volúmenes importantes de vertido, que son bastante problemáticos por la elevada conductividad de los mismos.

Sería recomendable la segregación del agua del lavado de perniles, ya que una alta concentración en sal puede modificar las condiciones biológicas de una depuradora, en el caso de que se dispusiera de una.

H. TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL TRATAMIENTO Y CONTROL DE EMISIONES

A pesar de la gran diversidad del sector, la contaminación ambiental producida por las industrias cárnica está originada fundamentalmente por los residuos líquidos y sólidos, siendo la provocada por olores, gases o ruidos de menor relevancia.

Residuos/subproductos

Los residuos de este tipo de instalaciones se caracterizan por su carácter orgánico ya que derivan de los restos no comercializables de los animales, y en la mayor parte de los casos pueden ser considerados como subproductos. Dicha consideración como subproducto, así como el valor económico asociado a su venta, dependerá de las condiciones higiénicas en las que se haya realizado su recogida, almacenamiento y transporte.

La generación de residuos/subproductos en este tipo de industrias destaca por su elevado volumen con respecto a la materia prima manejada, especialmente en el caso de los mataderos. Por ejemplo, en el caso de mataderos de aves, las plumas, cabezas, vísceras no comercializables, etc. suponen del orden del 30% del peso vivo, y pueden llegar a convertirse en el 40-45% del peso vivo si se tiene en cuenta el agua añadida en el proceso. Este elevado volumen de generación de residuos cárnico ha propiciado la existencia de una serie de industrias especializadas en obtener productos derivados de la transformación de estos residuos, que desde el punto de vista estrictamente medioambiental se convierten en industrias estratégicas, ya que evitan su deposición a vertedero o su vertido a las aguas, actuaciones que plantean graves problemas de contaminación.

El aprovechamiento principal de los subproductos generados es el siguiente:

- *Sangre*: es un producto que por su volumen de generación y sus características contaminantes debe ser recogido separadamente evitando su vertido junto con las aguas residuales. Su aprovechamiento como subproducto depende de su origen y de las condiciones higiénicas de su obtención y almacenamiento. La sangre higiénica,

que puede ser utilizada para alimentación humana, tiene un valor comercial superior a la sangre zootécnica obtenida en unas condiciones de higiene inferiores y que se destina a la fabricación de harinas para alimentación animal o fertilizantes.

- *Plumas.* Se generan en los mataderos de aves y su aprovechamiento principal es como complemento proteico de las harinas de carne.
- *Pelos.* Se generan en la operación de escaldado de los mataderos de porcino. Su gestión como subproducto es un poco más complicada aunque se aprovechan como complemento en las harinas de carne o cada vez menos en la industria de pincelería
- *Tripería y vísceras comestibles.* Tras su adecuado acondicionamiento, se utilizan para la alimentación humana.
- *Recortes y restos de carne y hueso.* Utilizados para la fabricación de harinas de carne y/o hueso
- *Estiércol y purines.* Tienen un aprovechamiento agrícola como enmienda orgánica y fertilizante.
- *Lodos de depuradora.* Tienen un aprovechamiento agrícola como enmienda orgánica y fertilizante.

El depósito en vertedero de los citados productos debe considerarse como último recurso ante la imposibilidad de aprovechamiento indicadas.

Las empresas deben disponer de instalaciones que permitan un almacenamiento adecuado de estos subproductos, de manera que se evite el vertido directo al suelo de los lixiviados producidos, se minimice la emisión de olores y se mantenga unas temperaturas adecuadas para evitar su descomposición.

Los residuos de envase generados durante la recepción de materias secundarias o auxiliares o el envasado de productos deben segregarse en el interior de la empresa atendiendo a su composición y a las posibilidades de gestión existentes (papel/cartón, plásticos, metálicos, madera), para posteriormente gestionarse a través de una empresa autorizada para la gestión de ese tipo de residuo.

Los residuos peligrosos deben segregarse del resto de residuos, almacenarlos en lugares especialmente acondicionados para tal fin (por un periodo de tiempo no superior a 6 meses) y gestionarlos adecuadamente a través de un Gestor Autorizado de Residuos Peligrosos.

Emisiones atmosféricas

Respecto a las emisiones atmosféricas, las industrias de este subsector en particular y las agroalimentarias en general no suelen presentar ningún efecto medio ambiental significativo asociado a ellas, únicamente pueden ocasionar algún efecto ambiental las emisiones producidas por las calderas utilizadas para la obtención de vapor, aunque ésta problemática es de tipo horizontal, afectando a todos los sectores de producción.

Los olores se generan en las operaciones de estabulación, almacenamiento de residuos o tratamiento de aguas residuales y pueden plantear efectos medioambientales de importancia cuando los establecimientos industriales estén situados cerca de núcleos habitados. En todo caso, la generación de estos olores se puede disminuir aplicando buenas prácticas de manejo de residuos.

En el caso de que los establecimientos industriales dispongan de sistemas para la fusión de subproductos, se deben de considerar las medidas de control de olores descritos en el *Documento de Referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Aprovechamiento de Subproductos de Origen Animal*.

Aguas residuales

El consumo de agua en las operaciones de proceso y limpieza, así como los correspondientes vertidos de aguas residuales son los aspectos que presenta una mayor incidencia medioambiental en este tipo de industrias. Los volúmenes de aguas residuales generadas, así como la carga contaminante asociada son generalmente elevados, aunque varían considerablemente de una instalación a otra.

La propia actividad realizada hace que la mayor parte de las industrias generen aguas residuales cuyos parámetros de vertido suelen estar por encima de los valores permitidos por la normativa, y que por tanto precisan de algún sistema de depuración para sus aguas residuales.

Es importante destacar la elevada variabilidad en cuanto a la carga contaminante y volumen de las aguas residuales generadas en los distintos subsectores cárnicos. Por ejemplo, las características de las aguas residuales de un matadero son muy diferentes a las generadas en una planta de elaboración de jamones curados.

Incluso comparando instalaciones dedicadas a actividades similares, el caudal y la carga orgánica de los vertidos generados (medido como DBO_5 y DQO) está influenciado por los siguientes aspectos:

- El tipo de instalación (matadero, productos cocidos, curados, etc.) y si procesa un solo producto o es multiproducto.
- N° de especies sacrificadas
- Tecnología empleada
- Grado de recuperación de subproductos
- Si se mezclan las aguas de proceso con las de refrigeración (vertidos más diluidos o más concentrados)
- Si se han implantado buenas prácticas de gestión medioambiental (menor consumo de agua produce vertidos más concentrados), un plan de minimización de residuos o un sistema de gestión medioambiental.

Esta gran variabilidad hace que no se pueda definir un sistema de depuración único para este tipo de instalaciones y obliga a que se tenga que estudiar una solución adecuada para cada caso, teniendo en cuenta que antes de dimensionar el sistema de depuración, deben de implantarse las mejores técnicas disponibles que permitan la reducción del volumen y la carga contaminante de los efluentes.

Sin embargo, es posible indicar una serie de actuaciones de pretratamiento de las aguas que deberían disponer todas las industrias cárnicas previas a actuaciones de depuración más concretas y específicas, sin que por ello se consideren suficientes para lograr una depuración adecuada de las aguas.

Desde un punto de vista analítico, la mayor parte de las aguas residuales generadas en la industria cárnea presentan algunas características comunes, como son:

- Marcado carácter orgánico de elevada biodegradabilidad (elevada DQO y DBO₅)
- Presencia de sólidos en suspensión.
- Presencia de aceites y grasas
- Ocasionalmente, pueden tener pH extremos debido a las operaciones de limpieza o presencia de detergentes o desinfectantes.

Teniendo en cuenta lo anteriormente comentado, se considera como sistema mínimo de pretratamiento la existencia de las siguientes actuaciones:

Sistema de desbaste para la retención de los sólidos en suspensión. En primer lugar se instalará una reja de gruesos para retener los sólidos de mayor tamaño y posteriormente se debe colocar un tamiz que permita la separación de los sólidos más finos.

Estos sistemas de separación de sólidos llevarán acoplados equipos de recogida de los sólidos separados para que puedan ser recuperados como subproductos. Estos equipos de recogida podrían llevar un sistema de drenaje para evacuar el agua contenida en estos restos con el fin de que puedan ser más fácilmente gestionados al tener menor contenido en humedad.

Separación de grasas y sólidos en suspensión

Consistirá en un sistema de flotación para la separación de grasas, que permita la recuperación de la grasa obtenida.

Sistema de homogeneización que lamine, desde el punto de vista de volumen y de carga orgánica, los vertidos generados en la empresa.

Esta necesidad surge de la heterogeneidad de los flujos de agua residual derivados de las distintas operaciones de proceso y limpieza. Este sistema también sirve de depósito de seguridad ante vertidos accidentales.

Sistema biológico

En el caso de los mataderos, cuyas aguas residuales presentan una elevada carga orgánica (expresados como DQO y DBO₅), será necesario disponer de un sistema de depuración biológico que permita reducir la materia orgánica biodegradable presente en dichas aguas.

Estos sistemas descritos no deben considerarse como suficientes para obtener una depuración aceptable que permita su vertido directo dentro de los límites legales exigidos. En todo caso se ha indicado un sistema de pretratamiento que debe ser modificado o ampliado en función de la especificidad del vertido de cada empresa y de la fragilidad del medio receptor.

Además, es importante que las empresas dispongan de los medios y sistemas adecuados que permitan conocer los caudales de agua consumidos y los caudales vertidos, así como el poseer equipos propios de toma de muestras capaces de obtener de forma periódica muestras integradas de una jornada laboral.

La utilización de estos equipos junto a una serie de métodos analíticos semicuantitativos que permitan determinar los principales parámetros de un vertido (pH, DQO y SS) ofrecerán una valiosa información relativa a las características analíticas del vertido, su



evolución temporal, los caudales vertidos, la efectividad de sus sistemas de tratamiento y, finalmente, si la empresa ha adoptado medidas de minimización podrá conocer los avances realizados en este sentido.

I. TÉCNICAS EMERGENTES

En este apartado se detallan las técnicas en fase de desarrollo o que no se utilizan en nuestro país, que mejoran en el comportamiento medioambiental conjunto de la operación en comparación con las tecnologías más utilizadas.

I.1.1. Escaldado con duchas en mataderos avícolas

El escaldado de aves con duchas de agua caliente duchas presenta una serie de mejoras de carácter medioambiental frente al escaldado con inmersión, mayoritariamente utilizado en los mataderos avícolas españoles.

Este tipo de escaldado permite reducir el consumo de agua y la energía térmica necesaria para calentarla, a la vez que genera un menor volumen de aguas residuales. Además, permite estudiar una posible reutilización de esta agua de escaldado, disponiendo de un sistema de recogida y de bombeo en la parte inferior del escaldador, en la misma operación o en otra parte de la instalación. Durante esta operación los animales se someten a una ducha con agua lo suficientemente caliente (65°C) que asegure que las plumas se aflojen de su inserción. Sin embargo, parece que la eficiencia de escaldado por duchas es menor, con lo que la operación de desplumado posterior es más complicada.

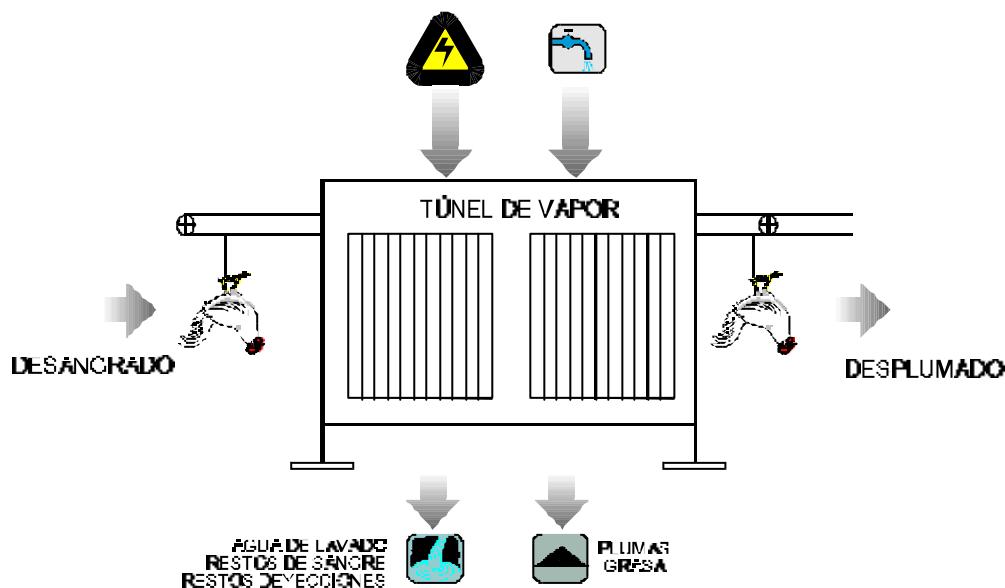


Figura 27.- Escaldado por duchas.

I.1.2. Escaldado con vapor en mataderos de porcino

Los cerdos atraviesan en este sistema un túnel de escaldado con aberturas en forma de manga de entrada y salida. (Sistema Ekstam). En el se genera vapor fuera del espacio interior del túnel y se dirige hacia arriba, desde donde una serie de ventiladores lo introducen en el túnel de escaldado, allí un sistema de agua fría reduce su temperatura a 62-64°C y lo condensa.

Las gotitas de agua caliente finamente pulverizadas así originadas llegan desde arriba hasta la superficie de los cerdos y desarrollan el efecto de escaldado. La duración de éste es de 6,5 a 7 minutos. Para cada cerdo hacen falta unos 3,5 kg de agua en forma de vapor y la capacidad puede acomodarse a las necesidades de la instalación.

No se suele producir la contaminación de los cerdos por el agua de escaldado y también queda excluida la penetración de agua en los pulmones y el ingreso de gérmenes a través de la herida de sacrificio. En este método, se recomienda, una limpieza previa a fondo de los cerdos para reducir al mínimo el contenido de gérmenes en la superficie de las canales a continuación del escaldado.

J. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La determinación exacta de los límites de emisión en los parámetros de vertido de las aguas residuales para cada operación o en el mejor de los casos los límites de emisión finales del proceso en su conjunto, es un tema de gran complejidad ya que depende de varios factores:

- Para algunas operaciones, existe una dependencia inversa entre el volumen de agua consumida y la concentración de los parámetros de vertido de las aguas residuales resultantes.
- Las características del vertido dependen en gran medida del tipo de materia prima procesada.
- Los límites de vertido de las aguas residuales de un establecimiento dependen de las características del medio receptor considerando que en algunas ocasiones,
 - las empresas pueden verter sus aguas residuales tras un pretratamiento adecuado a colectores municipales que dispongan de una EDAR
 - Las empresas deben depurar sus aguas hasta niveles mucho más restrictivos cuando vierten a cauce público.

Por estas razones, en este documento no se fijan límites de emisión, sino que se toma como referencia lo establecido en la normativa vigente.

Coste de adaptación tecnológica

En este apartado se estima el coste de adaptación del sector a las Mejores Técnicas Disponibles identificadas a partir de los costes correspondientes a una empresa de tamaño y estado tecnológico medio.

Dado que los datos de inversión asociados a una técnica concreta pueden variar considerablemente de una empresa a otra, los siguientes valores no deben considerarse

como directamente aplicables al caso concreto de una empresa, sino como un valor de referencia.

Tal como se ha comentado anteriormente, el número de empresas afectadas por la Directiva IPPC en el Sector Cárnico son:

Subsector	Empresas afectadas
Mataderos polivalentes	128
Productos elaborados	59
TOTAL	187

MATADEROS POLIVALENTES

Etapas	Problemática Medioambiental	MTD's	Coste unitario (Mptas)	Nº empresas susceptibles de cambios	Inversión (M ptas)
Estabulación	Generación de olores	Paneles móviles en establos	4 - 5	85	425
Desangrado	Generación de vertidos	Recogida de sangre y almacenamiento	3 - 4	53	212
Escaldado	Generación de vertidos	Duchas previas al escaldado	5	95	475
Limpieza de instalaciones	Generación de vertidos	Buenas prácticas	3 - 4	85	340

MATADEROS AVÍCOLAS

Etapas	Problemática Medioambiental	MTD's	Coste unitario (Mptas)	Nº empresas susceptibles de cambios	Inversión (Mptas)
Desangrado	Generación de vertidos	Recogida de sangre y almacenamiento	2 - 3	15	45
Escaldado	Generación de vertidos	Escaldado con duchas	25 - 35	18	630
Desplumado	Residuos sólidos	Recogida de plumas	5 - 7	13	91
Enfriado	Consumo de agua y generación de vertidos	Enfriado de canales por rociado con agua helada	4 - 6	10	60
Limpieza de instalaciones	Generación de vertidos	Buenas prácticas	3 - 4	15	60

ELABORADOS CÁRNICOS

Etapas	Problemática Medioambiental	MTD's	Coste unitario (M ptas)	Nº empresas susceptibles de cambios	Inversión (M ptas)
Salado (*)	Conductividad de los vertidos	Eliminación previa de la sal en seco	10	25	250
Limpieza	Generación de vertidos	Sistema de limpieza a baja presión, procedimientos de limpieza	3 - 4	59	236

Pretratamientos de aguas residuales y sistemas de autocontrol medioambiental

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, las características de las aguas residuales de las explotaciones de elaboración de productos curados o cocidos y los mataderos tanto polivalentes como avícolas son muy distintas, por lo que se han realizado dos categorías en el estudio de los costes de adaptación tecnológica de los pretratamientos:

- Mataderos
- Instalaciones de productos cárnicos elaborados.

El coste considerado para cada sistema de tratamiento es el siguiente:

Mataderos

Etapas	Problemática Medioambiental	MTD's	Coste unitario (M ptas)	Nº empresas susceptibles de cambios	Inversión (M ptas)
Final de proceso	Vertido de aguas residuales	Tratamiento de aguas residuales	210	100	21.000
		Autocontrol medioambiental	4	106	500

Elaborados cárnicos

Etapas	Problemática Medioambiental	MTD's	Coste unitario (M ptas)	Nº empresas susceptibles de cambios	Inversión (M ptas)
Final de proceso	Vertido de aguas residuales	Pretratamiento de aguas residuales	50	47	2350
		Autocontrol medioambiental	4	59	236



ANEXO I.- Legislación aplicable al sector

Normas generales en materia medioambiental

1. Directiva 96/61/CE, del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

La presente Directiva dispone, a nivel comunitario, las medidas necesarias para reducir y prevenir los impactos que las actividades industriales producen en el medio ambiente en su conjunto (atmósfera, agua y suelo). Este control global se realiza evitando la contaminación mediante un sistema de autorización previa, que sólo se concederá cuando se hayan tenido en cuenta criterios de protección integral del medio ambiente al realizar el proyecto de instalación de la industria.

2. Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre. Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

Reglamento de intervención, regula, con el carácter de mínimo, las actividades molestas, insalubres, nocivas, y peligrosas. Tiene por objeto evitar que las instalaciones, establecimientos, actividades, industrias o almacenes, produzcan incomodidades, alteren las condiciones normales de salubridad e higiene del medio ambiente y ocasionen daños a las riquezas pública o privada o impliquen riesgos graves para las personas o los bienes; de ahí su calificación como Reglamento de intervención administrativa.

Contenido. Regula el procedimiento para la concesión de licencias para todas aquellas actividades comprendidas en el “*Nomenclátor*” adjunto (anexo I), determinándose, en base a su calificación como molestas, insalubres, nocivas o peligrosas, exigencias adicionales contempladas en el Reglamento.

3. Real Decreto 85/1996, de 26 de enero, por el que se establece normas para la aplicación del Reglamento (CEE) 1836/93, del Consejo, de 29 de junio, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales.

Incorporando al ordenamiento interno español el Reglamento comunitario citado, la auditoría medioambiental se concibe como un instrumento de gestión, de carácter voluntario para la empresa, dirigido fundamentalmente hacia la actividad de la misma (procesos productivos), evaluando ésta, con la finalidad de proteger el medio ambiente.

4. Ley 38/1995, de 12 de diciembre, sobre el derecho de acceso a la información en materia medioambiental.

La presente Ley proclama y reconoce el derecho (por otra parte, ya indirectamente contemplado en los artículos 35 y 37 de la Ley 30/1992) de acceso a la información ambiental que esté en poder de las administraciones competentes, trasponiendo la normativa comunitaria en la materia; este derecho se reviste de dos caracteres que lo distinguen:

- La no necesidad de acreditar un interés determinado.
- La garantía de confidencialidad sobre la persona que lo ejerza.

I. AIRE.

1. Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del ambiente atmosférico.

Norma que inició, en la práctica, el desarrollo consciente de la ordenación jurídica española en materia de medio ambiente, determinando (entonces inicialmente) su carácter sectorial, se redacta en respuesta a la contaminación/saturación del medio atmosférico provocada, ya entonces, fundamentalmente por la emisión descontrolada de agentes contaminantes. Por ello, tiene como objeto “prevenir, vigilar y corregir las situaciones de contaminación atmosférica, cualesquiera que sean las causas que las produzcan”, que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes.

2. Decreto 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del ambiente atmosférico.

En virtud de lo dispuesto en la Ley de Protección del ambiente atmosférico, su Reglamento incide en los aspectos prácticos de la misma, desarrollando, en esencia, las dos cuestiones básicas en materia de contaminación atmosférica:

- Calidad del aire:
- Normas de inmisión.
- Red Nacional de vigilancia y prevención.
- Zonas de atmósfera contaminada.
- Emisiones contaminantes:
- Actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera.
- Límites (provisionales) de emisión autorizados.
 - Normas de instalación, ampliación, modificación, localización, autorización, funcionamiento y control de las actividades industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera.

II. AGUA.

1. Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

La presente Ley pretende, acorde con los principios constitucionales inspiradores, orientar la concepción "pública" del agua como recurso (tanto la superficial como la subterránea), armonizando la legislación civil en la materia con la administrativa, y adecuándola a la nueva organización territorial del Estado. Cita, asimismo, los ámbitos de actuación relacionados con el agua: Política Hidráulica, planificación hidrológica y dominio público hidráulico, Protección del Medio Ambiente, así como Ordenación del Territorio, a los que parece que habría que añadir, debido al carácter "económico" del agua (recurso natural escaso, indispensable..., irremplazable..., vulnerable...) su genérica planificación dentro de la actividad económica. Todo ello provoca una muy fina delimitación de las competencias que nuestro Ordenamiento Jurídico reserva a cada una de las Administraciones Públicas, materia merecedora de un profundo tratamiento, pero ajeno a los propósitos de esta recopilación.

2. Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

Reglamento de desarrollo de La Ley 29/85, de Aguas, en lo referente a la utilización del Dominio Público Hidráulico, delimitando las figuras en que se concreta la misma, su régimen fiscal, así como el régimen de infracciones y sanciones.

A destacar el tratamiento realizado sobre los vertidos. Toda actividad susceptible de provocar la contaminación o degradación del dominio público hidráulico y, en particular, el vertido de aguas y de productos residuales susceptibles de contaminar las aguas continentales, requiere autorización administrativa. Se establecen relaciones de sustancias contaminantes, para eliminar (o cuanto menos reducir, según la categoría) los efectos

nocivos de las mismas en su medio receptor, protegiéndose especialmente los acuíferos subterráneos, autorizándose, caso puedan afectar a los mismos, sólo aquellos vertidos que, mediante estudio hidrogeológico, aseguren su inocuidad en la graduación establecida. Se condiciona asimismo el establecimiento de instalaciones industriales a la obtención de la preceptiva autorización de vertido, en su caso.

Régimen Económico del Vertido. Sigue el principio "*quien contamina, paga*", que implica que los costes (económicos, sociales, ambientales...) que provoca el vertido sean pagados por el causante de la actividad. En función de lo anterior, el Reglamento desarrolla el denominado "Canon de Vertido", exacción periódica percibida por los Organismos de Cuenca, configurando su régimen y, particularmente, el método para su cálculo.

3. Real Decreto 484/1995, de 7 de abril. Medidas de regularización y control de vertidos

Este Real Decreto pretende fundamentalmente dos objetivos. En primer lugar, alcanzar el ordenamiento definitivo de los vertidos existentes a través de "planes concretos de regularización" llamados a conseguir, mediante una serie de actuaciones programadas en el tiempo, el adecuado tratamiento de todo vertido. Las correspondientes autorizaciones definitivas tendrán, lógicamente, carácter temporal y renovable, previas las comprobaciones necesarias que aseguren en todo caso el cumplimiento por sus titulares de las obligaciones que les imponen. En coherencia con las medidas de regularización que se establecen, la inviabilidad de un vertido, ya sea debida a las características del mismo, a su defectuoso tratamiento o al incumplimiento de las previsiones correctoras, motivará su suspensión o clausura sin perjuicio de la adopción de las demás medidas contenidas en la norma.

4. Orden de 23 de Diciembre de 1986 por la que se dictan normas complementarias en relación con las autorizaciones de vertidos de aguas residuales.

Disposición promulgada para regularizar la situación legal y administrativa de determinados sujetos pasivos causantes de vertidos directos a cauces públicos, o que eliminan sus aguas residuales mediante su extensión por el suelo o inyección en el subsuelo.

5. Orden de 12 de noviembre de 1987 sobre Normas de Emisión, Objetivos de Calidad y Métodos de Medición de Referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.

En desarrollo de lo dispuesto en el artículo 254 del Real Decreto 849/1986 que aprueba el Reglamento para el Dominio Público Hidráulico, e incorporando la Normativa Comunitaria al Derecho Interno Español, determina (en sus anexos), y para cada sustancia

considerada:

- Normas de Emisión.
- Objetivos de Calidad.
- Método de medición de Referencia.
- Procedimientos de control para objetivos de calidad.

6. Ley 46/1999, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

La presente Ley modifica la Ley de Aguas de 1985, a fin de adecuarla a las actuales necesidades y lograr una plena integración en la Unión Europea. Esta Ley otorga la máxima protección a este recurso natural considerado como un bien medioambiental.

En el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de la presente Ley, el Gobierno dictará un Real Decreto legislativo en el que se refunda y adapte la normativa legal existente en materia de aguas.

III. RESIDUOS

1. Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.

Norma básica en materia de residuos, tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización.

En particular, establece:

Obligaciones relativas ala puesta en el mercado de productos generadores de residuos.

Determinaciones en cuanto a la producción, posesión y gestión de los residuos (incluidos los residuos urbanos y los peligrosos)

Normas específicas sobre la producción y gestión de los residuos peligrosos

Instrumentos económicos en la producción y gestión de residuos

Regulación de los suelos contaminados. Declaración y reparación.

Actuaciones de inspección y vigilancia.

Responsabilidad administrativa. Régimen sancionador.

2. Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos

Reglamento en ejecución de la ya derogada Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos, subsiste en cuanto no se oponga a lo dispuesto por la Ley 10/1998, de residuos (artículos 21 a 24 de la Ley), que regula, particularmente:

- Producción de registros peligrosos
- Gestión de residuos peligrosos
- Registro y medidas de seguridad
- Situaciones de emergencia

3. Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

La presente Ley, incorporando al efecto lo dispuesto por la normativa comunitaria, tiene por objeto establecer un marco general de control de los residuos de envases, para lo cual regula, a lo largo de todo el ciclo de vida de los mismos, el impacto ambiental que puedan presentar los envases, al tiempo que gestiona los residuos que sobre estos se generan. La Ley presenta como doble objetivo la prevención de la producción de residuos de envases, así como la valorización de los residuos de envases, con la finalidad de evitar o reducir su eliminación.

4. Real Decreto 782/1998, de 30 de abril por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.

Norma de desarrollo de la Ley 11/1997, posibilita la adecuada aplicación de ésta, y, en particular, la participación e implicación empresarial en la consecución de los fines y objetivos que la Ley establece.

En particular, la norma establece:

Desarrolla el concepto de envase establecido por la Ley, determinando, especialmente, productos excluidos e incluidos en la consideración de envases.

Identifica y determina diferentes obligaciones empresariales para el cumplimiento de dichos objetivos, y, en particular,

- Establece para los envasadores la obligación de elaborar Planes empresariales de Prevención (en función de cantidades fijadas de residuos de envases)
- Individualiza el deber de comunicar a la administración información sobre envases y residuos de envases.

Establece, voluntariamente, un sistema de marcado e identificación, en el envase, de los materiales que lo conforman.

Requisitos técnicos básicos sobre la composición y naturaleza de los envases

Sistemas integrados de Gestión (SIG). Desarrolla su régimen de funcionamiento y financiación, articulando mecanismos que posibiliten el seguimiento de su actuación.

Sistemas de depósito, Devolución y Retorno (DDR). Desarrolla su utilización, sujetándola a una previa comunicación.

ANEXO II: Bibliografía

- O. Prandl, A. Fischer, T. Schmidhofer, H.J. Sinell. **“Tecnología e higiene de la carne”**, editorial Acribia, S.A. (1994).
- Carlos Buxadé Carbó. **“El pollo de carne”**, Editorial Mundi-Prensa (1998).
- A. Madrid Vicente. **“Legislación básica de la carne y de los productos cárnicos”**, Editorial Acribia, S.A. (1990).
- FAO – XII, **“Directrices para el sacrificio y despiece de los animales y el procesado de la carne”** (1992).
- J.P. Birard, **“Tecnología de la carne y de los productos cárnicos”**, Editorial Acribia, S.A. (1991).
- J.M. Dalzell **“Food Industry and the Environment”** Blackie Academic & Professional. 1994.
- Antonio Bermejo Torres **“El matadero, centro de control higiénico de la carne”** Editado por ediciones Ayala, S.L. y Publicaciones Técnicas Alimentarias, S.A.(1992).
- B. Moreno García, **“Higiene e inspección de carnes”**, Volumen I (1991).
- Diversos artículos de las revistas:
 - **Eurocarne.**
 - **Cárnica 2.000.**
 - **Alimentación.**

TABLA DE CONTENIDOS

A. INTRODUCCIÓN	1
B. EL SECTOR CÁRNICO EN ESPAÑA.....	4
C. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES	13
C.1. MATADEROS POLIVALENTES.....	14
C.1.1. ESTABULACIÓN.....	16
C.1.2. DESANGRADO.....	16
C.1.3. ESCALDADO	16
C.1.4. EVISCERACIÓN	17
C.1.5. LIMPIEZA DE CANALES.....	17
C.1.6. REFRIGERACIÓN.....	17
C.1.7. CONGELACIÓN	18
C.1.8. DESPIECE Y CATEGORIZACIÓN	18
C.1.9. ENVASADO.....	19
C.1.10. CONGELACIÓN/ REFRIGERACIÓN.....	19
C.1.11. LIMPIEZA E HIGIENE.....	19
C.2. MATADEROS AVÍCOLAS	20
C.2.1. RECEPCIÓN Y ESPERA.....	22
C.2.2. COLGADO.....	22
C.2.3. DESANGRADO.....	22
C.2.4. ESCALDADO	23
C.2.5. DESPLUMADO.....	23
C.2.6. EVISCERACIÓN	23
C.2.7. DUCHADO	24
C.2.8. ENFRIAMIENTO	24
C.2.9. ENVASADO Y EMBALAJE	25
C.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS	26
C.3.1. JAMONES Y PALETAS.....	28
C.3.1.1. <i>Inyección de salmuera</i>	28
C.3.1.2. <i>Masajeado</i>	28
C.3.1.3. <i>Cocción</i>	29
C.3.1.4. <i>Enfriado</i>	29
C.3.1.5. <i>Envasado</i>	29
C.3.2. EMBUTIDOS COCIDOS	29
C.3.2.1. <i>Picado</i>	29
C.3.2.2. <i>Amasado</i>	30
C.3.2.3. <i>Embutición</i>	30
C.3.2.4. <i>Ahumado</i>	30
C.3.2.5. <i>Cocción</i>	30
C.3.2.6. <i>Enfriado</i>	30
C.3.2.7. <i>Envasado</i>	31
C.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS	32
C.4.1. JAMONES Y PALETAS CURADOS.....	34
C.4.1.1. <i>Salazón de los perniles</i>	34
C.4.1.2. <i>Lavado</i>	34

<i>C.4.1.3. Post-salado.....</i>	35
<i>C.4.1.4. Secado-maduración.....</i>	35
<i>C.4.1.5. Estufaje final</i>	36
C.4.2. EMBUTIDOS CRUDO-CURADOS.....	36
<i>C.4.2.1. Picado</i>	36
<i>C.4.2.2. Amasado.....</i>	36
<i>C.4.2.3. Embutición</i>	36
<i>C.4.2.4. Estufaje</i>	37
<i>C.4.2.5. Secado.....</i>	37
D. ANÁLISIS GENERAL DE LA CONTAMINACIÓN PRODUCIDA. OPERACIONES CON IMPACTO MEDIO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO.	38
D.1. MATADEROS POLIVALENTES.....	40
SALAS DE DESPIECE.....	42
D.2. MATADEROS AVÍCOLAS	43
D.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS	45
D.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS	47
E. TÉCNICAS MÁS UTILIZADAS. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LAS OPERACIONES CONTAMINANTES.....	49
E.1. MATADEROS POLIVALENTES	50
<i>E.1.1. ESTABULACIÓN</i>	51
<i>E.1.2. DESANGRADO.....</i>	51
<i>E.1.3. ESCALDADO.....</i>	54
<i>E.1.3.1. Escaldado por inmersión.....</i>	54
<i>E.1.3.2. Escaldado mediante duchas.....</i>	56
<i>E.1.4. LAVADO DE CANALES.....</i>	57
<i>E.1.4.1. Limpieza mediante duchas de agua</i>	57
<i>E.1.5. CONGELACIÓN</i>	58
<i>E.1.5.1. Congelación por aire forzado.....</i>	59
<i>E.1.5.2. Congelación por contacto.....</i>	59
<i>E.1.5.3. Congelación por inmersión.....</i>	60
<i>E.1.6. LIMPIEZA DE EQUIPOS E INSTALACIONES</i>	61
<i>E.1.6.1. Sistema de alta presión</i>	62
<i>E.1.6.2. Sistema de baja presión.....</i>	63
<i>E.1.7. LIMPIEZA DE TRIPAS.....</i>	64
SALAS DE DESPIECE.....	65
<i>E.1.8. DESPIECE</i>	66
<i>E.1.9. CONGELACIÓN</i>	66
<i>E.1.10. LIMPIEZA</i>	66
E.2. MATADEROS AVÍCOLAS	67
<i>E.2.1. RECEPCIÓN Y ESPERA.....</i>	68
<i>E.2.2. DESANGRADO.....</i>	68
<i>E.2.3. ESCALDADO.....</i>	69
<i>E.2.3.1. Escaldado por inmersión.....</i>	69
<i>E.2.4. ENFRIADO</i>	70

<i>E.2.4.1. Enfriado por inmersión.....</i>	71
<i>E.2.4.2. Enfriado por aire.....</i>	71
E.2.5. TRANSPORTE DE DESPOJOS.....	72
<i>E.2.5.1. Transporte en seco</i>	72
<i>E.2.5.2. Transporte hidráulico.....</i>	72
E.2.6. LIMPIEZA DE EQUIPOS E INSTALACIONES.....	72
E.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS.....	73
E.3.1. COCCIÓN	74
<i>E.3.1.1. Cocción en agua</i>	74
<i>E.3.1.2. Cocción con vapor.....</i>	75
<i>E.3.1.3. Cocción por aire caliente</i>	75
E.3.2. ENFRIADO	76
<i>E.3.2.1. Enfriado por inmersión.....</i>	76
<i>E.3.2.2. Enfriado por duchas.....</i>	76
E.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS	77
E.4.1. SALADO	78
<i>E.4.1.1. Apilamiento en seco</i>	78
<i>E.4.1.2. Salado en contenedores.....</i>	79
F. FACTORES A CONSIDERAR EN LA DETERMINACIÓN DE MTD'S. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE TÉCNICAS.....	80
F.1. METODOLOGÍA.....	80
G. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES	86
G.1. MATADEROS POLIVALENTES	86
G.1.1. ESTABULACIÓN	86
G.1.2. RECOGIDA DE LA SANGRE	87
G.1.3. ESCALDADO.....	89
G.1.4. LIMPIEZA DE CANALES.....	89
G.1.5. LIMPIEZA DE EQUIPOS E INSTALACIONES.....	90
G.1.6. LIMPIEZA DE TRIPAS.....	92
SALAS DE DESPIECE.....	93
G.2. MATADEROS AVÍCOLAS	94
G.2.1. RECEPCIÓN DE LAS AVES.....	94
G.2.2. RECOGIDA DE SANGRE.....	94
G.2.3. RECOGIDA DE PLUMAS.....	95
G.2.4. SISTEMA CENTRALIZADO DE CIERRE DE LOS PUNTOS DE AGUA	95
G.2.5. TRANSPORTE DE LOS DESPOJOS.....	95
G.2.6. ENFRIADO	96
G.2.7. LIMPIEZA DE EQUIPOS E INSTALACIONES.....	96
G.3. PRODUCTOS ELABORADOS COCIDOS	97
G.3.1. COCCIÓN	97
G.4. PRODUCTOS ELABORADOS CURADOS	97
G.4.1. LAVADO DE PERNILES.....	97

H.	TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL TRATAMIENTO Y CONTROL DE EMISIONES.....	98
I.	TÉCNICAS EMERGENTES.....	105
	I.1.1. ESCALDADO CON DUCHAS EN MATADEROS AVÍCOLAS.....	105
	I.1.2. ESCALDADO CON VAPOR EN MATADEROS DE PORCINO.....	106
J.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
ANEXO I.- LEGISLACIÓN APLICABLE AL SECTOR.....		1
ANEXO II: BIBLIOGRAFÍA.....		1

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Establecimientos industriales afectados por la directiva ippc dentro del epígrafe 6.4 a y 6.4 b apartado “tratamiento y transformación de materia prima animal”. Fuente: ine 1994, mapa, ainia.....	11
Tabla 2.	Valores ilustrativos de las características de las aguas residuales de distintos tipos de industrias cárnicas. Fuente: amb consultores (sin aporte de sangre a las aguas).....	38
Tabla 3.	Intervalos más frecuentes de consumo de agua en mataderos	40
Tabla 4.	Producción de heces y orina (fuente: cárnia 2000, enero-febrero, 1997).....	51
Tabla 5.	Items de evaluación de mtd's para industrias de conservas vegetales.....	82
Tabla 6.	Tabla características analíticas de la sangre	87

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Producción de carne por comunidades autónomas.....	4
Figura 2.- Distribución de la producción según el tipo de carne.....	5
Figura 3.- Distribución de la producción de porcino por comunidades autónomas.....	6
Figura 4.- Distribución de la producción aviar por comunidades autónomas	6
Figura 5.- Distribución de la producción de vacuno por comunidades autónomas.....	7
Figura 6.- Distribución de los mataderos por comunidades autónomas.....	8
Figura 7.- Distribución de los mataderos según las líneas existentes. Fuente: misaco.....	9
Figura 8.- Porcentaje de ventas de los productos cárnicos elaborados	9
Figura 9.- Actividades del sector cárnico estudiadas	12
Figura 10.- Diagrama de flujo de mataderos polivalentes.....	15
Figura 11.- Diagrama de flujo de mataderos avícolas.....	21
Figura 12.- Diagrama de flujo de la elaboración de productos cocidos.....	27
Figura 13.- Diagrama de flujo de la elaboración de productos curados	33
Figura 14.- Escaldado por inmersión	55
Figura 15.- Escaldado mediante duchas	56
Figura 16.- Congelación por aire forzado.....	59
Figura 17.- Congelación por contacto.....	60
Figura 18.- Congelación por inmersión.....	61
Figura 19.- Escaldado por inmersión.	70
Figura 20.- Enfriado por inmersión.....	71
Figura 21.- Cocción en agua.....	74
Figura 22.- Cocción con vapor.....	75
Figura 23.- Cocción con aire caliente.....	76
Figura 24.- Apilamiento en seco.....	78
Figura 25.- Salado en contenedores.....	79

Figura 26.- Aprovechamiento de la sangre	88
Figura 27.- Escaldado por duchas.....	105