

Recepción: 22 de octubre de 2014

Aceptación: 11 de noviembre de 2014

Publicación: 02 de diciembre de 2014

EL USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

THE EFFICIENT USE OF WATER RESOURCES IN THE MEAT INDUSTRY

Francisco Javier Cárcel Carrasco¹

José Grau Carrión²

1. Doctor Ingeniero Industrial. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera S/N, 46022, Valencia, España. E-mail: fracarc1@csa.upv.es
2. Ingeniero en Mecánica. Director de Ingeniería del grupo Martínez Lorient S.A. E-mail: jgrau@martinezlorient.com

RESUMEN

Las industrias cárnicas utilizan intensivamente agua como parte de su proceso productivo o en los sistemas auxiliares a la producción. Es por ello, que se deben contemplar medidas para la mejora del uso eficiente de los recursos hídricos utilizados. De igual manera, se producen grandes cantidades de fluidos como consecuencia del proceso de producción o limpieza, que es necesario depurar o reutilizar, antes del vertido al punto autorizado. En este artículo se muestran las principales características en cuanto a utilización de recursos de agua por este tipo de industrias, así como el estudio de caso de una industria del sector cárnico (Martinez Loriente S.A.), donde se han desarrollado diversas acciones para la mejora y utilización de estos recursos.

ABSTRACT

The meat industries use water as part of your production process or in the auxiliary production systems intensively. That is why, one must contemplate measures for the improvement of the efficient use of water resources used. Similarly, large amounts of fluids are produced as a result of the process of production or cleaning, which is necessary to debug or reuse, before discharge to the authorized point. This article lists the main features on how use of water by industries such resources, as well as the case study of an industry of the meat sector (Martinez Loriente S.A.), where they have developed various actions for the improvement and use of these resources.

PALABRAS CLAVE

Aprovechamiento agua, Industria cárnica, Eficiencia, Productividad.

KEY WORDS

Use water, meat industry, efficiency, productivity.

INTRODUCCIÓN

En las instalaciones cárnicas, el agua utilizada para contacto directo con el producto y para los procesos de limpieza y desinfección debe ser potable. La potabilidad del agua implica la presentación de unos niveles mínimos de desinfectante residual, generalmente cloro, en todos los circuitos y depósitos de almacenamiento, por lo que la cloración se identifica como un tratamiento habitual en las instalaciones (CARPL, 2006).

En el caso de aguas de limpieza y del circuito de calderas, a menudo se hace necesaria la adecuación del agua de suministro para reducir su dureza y conductividad, lo que requiere incluir tratamientos de descalcificación, desionización o filtrado con carbón activo. En función del tipo de tratamiento realizado, se generan, en mayor o menor medida, aguas de rechazo con elevada conductividad o pH extremos.

En el sector cárnico se consumen generalmente grandes cantidades de agua y energía, y se generan cantidades significativas de efluentes y residuos. Desde el punto de vista de la prevención y reducción de la contaminación, las principales oportunidades que se describen en esta guía se centran en (CARPL, 2006):

- La reducción del consumo de agua en los procesos de producción y en las operaciones de limpieza y desinfección.
- La reducción del consumo de energía.
- La reducción de la carga contaminante de las aguas residuales.
- La segregación de las corrientes residuales para facilitar la posterior valorización.
- La optimización de los procesos de depuración de las aguas residuales.
- La valorización de los subproductos y residuos.

En este artículo, tras mostrar la transcendencia del agua como recurso necesario en la producción de la industria cárnica, se muestran algunas de características fundamentales en las instalaciones para el uso y reciclado del agua en una industria cárnica situada en la provincia de Valencia (Martinez Lorient S.A.), donde se ha tratado de conseguir la mayor eficiencia en el uso, reciclado y respeto medioambiental.

EL CONSUMO DE AGUA EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

Todas las industrias alimentarias (IA) deben cumplir unos requisitos para poder iniciar la actividad y tienen obligación de llevar a cabo un sistema de autocontrol basado en programas de prerrequisitos, de acuerdo con el Real Decreto 2207/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene relativas a los productos alimenticios. Entre dichos prerrequisitos uno de ellos debe ser el que el agua utilizada en la IA cumpla con lo establecido en el Real Decreto 140/2003.

Los principales consumos de agua en la industria cárnica se pueden clasificar, en función del tipo de actividad, según se especifica en la siguiente tabla:

Tipo de actividad	Principales consumos de agua
Mataderos	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos. • Lavados a lo largo de la cadena productiva, desde la ducha de los animales en los establos hasta el lavado de partes comestibles acabadas (canales y despojos). • Escaldado del ganado porcino y otras operaciones asociadas a la eliminación de pelos y piel del ganado porcino.
Salas de despiece	El agua se emplea en su mayor parte en las operaciones de limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo.
Elaborados cárnicos	<p>El principal consumo de agua se produce en la limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y utensilios de trabajo. Otras operaciones en las que se consume agua son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cocción y posterior enfriamiento de los productos cocidos, cuando se emplean técnicas basadas en el uso de agua. • Descongelación de la materia prima cuando se emplean técnicas basadas en el uso del agua. • Sistema de refrigeración de los equipos de producción de frío. El consumo dependerá de que el circuito sea abierto o cerrado. En el caso de circuitos cerrados, se producen pérdidas por evaporación en condensadores evaporativos y torres de enfriamiento. • Desalado de piezas.

Tabla 1: Consumos de agua en la industria cárnica clasificados en función del tipo de actividad. **Fuente:** CARPL, 2006.

Se describe en la tabla 2 un ejemplo de consumo en una planta de procesamiento cárnico, dado que el consumo es variable en función del tipo de instalación.

Proceso	% consumo total
Estabulación	25
Matanza y evisceración	10
Lavado de canales y tripas	20
Acondicionamiento de subproductos (grasas, proteínas, etc.)	2
Estaciones de lavado y esterilización	10
Lavado (manos, botas, mandiles, etc.)	7
Limpieza de planta	22
Servicios de planta (condensadores, torres de refrigeración, agua de caldera, etc.)	4
Total	100

Tabla 2: Ejemplo de desglose de consumo de agua en una planta cárnica. **Fuente:** CARPL, 2006.

En cuanto al uso del agua:

1. El 40 % del agua consumida es agua caliente.
2. El 50 % del consumo de agua en las instalaciones es fijo e independiente del ratio de producción.
3. El 60 % del consumo del agua depende de las prácticas del operador (limpieza con manguera, limpieza manual de producto y equipos, etc.).
4. Las instalaciones más modernas son más fáciles de limpiar debido a una mejor distribución y diseño de equipos, con lo que se reduce considerablemente el consumo de agua.

Como valores indicativos del consumo y distribución de consumo de agua en mataderos, deben destacarse los datos (Tabla 3 y 4):

Consumo medio de agua (l/pieza)	
Vacuno	500-1.000
Porcino	250-550
Aves	8

Tabla 3: Consumos de agua en mataderos polivalentes.

Fuente: CARPL, 2006.

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

Tabla 4: Ejemplos de consumos relativos estimados en dos instalaciones de porcino en Reino Unido y Dinamarca de agua típicos en un matadero de porcino. Fuente: CARPL, 2006.

El aspecto ambiental más significativo de la actividad de mataderos es la generación de aguas residuales, tanto por los elevados volúmenes generados como por la carga contaminante asociada a ellas.

Los parámetros ambientales más significativos que se relacionan con las aguas residuales son los sólidos en suspensión (SS), la carga orgánica expresada como demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno a los cinco días (DBO5), los aceites y grasas

(A y G), el nitrógeno y fósforo totales (NT y PT), las sales, así como los detergentes y desinfectantes.

En cuanto a la cantidad de agua residual generada en los mataderos, entre el 80 y el 95 % del agua total consumida forma parte del efluente final.

En la Guía de Mejores Técnicas Disponibles (GMTD) en España del Sector Cárnico 2005 editada por el Ministerio de Medio Ambiente, se indica que el consumo de agua de un matadero en España está comprendido en el rango 1- 6,4 m³/t de canal (valor promedio de 3,4 m³/t canal) Este valor incluye el volumen total de agua de cualquier procedencia y destinada a cualquier uso, es decir, tanto la que se emplea en la zona de matadero propiamente dicha como la utilizada en operaciones auxiliares. Estos valores de consumo de agua están por debajo de los citados en estudios de otros países 2,6-20 m³/t de canal. El consumo de agua se incrementa notablemente cuando en el mismo establecimiento industrial se realizan operaciones de acondicionamiento de subproductos (tripería).

De los parámetros definidos en la caracterización de las aguas residuales de los mataderos, se identifican como principales fuentes de origen las que se muestran en la tabla 5:

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

Tabla 5: Principales parámetros y fuentes de contaminación de las aguas residuales de matadero.

Fuente: CARPL, 2006.

ESTUDIO CASO DE EFICIENCIA HÍDRICA EN FACTORÍA

El caso objeto del artículo está basado en la empresa Martínez Loriente S.A., en su factoría de Buñol, donde tiene un complejo industrial compuesto por un matadero de vacuno y un centro de procesado de carne, rodeado de las instalaciones anexas necesarias para el buen funcionamiento de la actividad principal.

Esta factoría fue diseñada para operar con el mayor respeto medio-ambiental, así como conseguir los mayores ratios de eficiencia en operación, habiendo conseguido importantes premios a nivel nacional e internacional.

DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Uno de los principales aspectos ambientales en mataderos es la generación de aguas residuales con altos niveles de materia orgánica (expresado como DQO y DBO), grasas, nitrógeno, fósforo y sales. Estos efluentes proceden fundamentalmente de la limpieza y desinfección de equipos, instalaciones y vehículos, y en menor medida de las aguas de proceso (baños de escaldado, limpieza de canales, aguas de cocción, etc.) y las aguas de refrigeración. Los efluentes de matadero pueden contener restos de materias primas (sangre, grasas, huesos, pelos, fragmentos de piel, tejido muscular, adiposo, conjuntivo, etc.), contenido intestinal y excrementos. Las aguas de limpieza pueden contener además cantidades importantes de detergentes y desinfectantes (MMA, 2005).

En esta factoría donde se está describiendo el caso, en los aspectos Medio Ambientales se puede destacar la obtención de las siguientes autorizaciones administrativas, las cuales conllevan una serie de instalaciones asociadas:

La Autorización Ambiental Integrada del centro de Buñol de Martínez Loriente S.A. fue publicada en el BOE nº 5393, el 22 del 11 del 2006. En ella se especifican los límites de los requisitos medioambientales que se deben cumplir en emisiones atmosféricas, contaminación acústica, vertidos, protección del suelo y de las aguas subterráneas y residuos.

Debido a que la autorización de vertido de aguas residuales tratadas es a cauce público, los límites tienen una alta exigencia. En las condiciones que se deben verter, la E.D.A.R.I de Martínez Loriente S.A. con capacidad de tratamiento de 2000m³/d y una carga de 66.700 habitantes equivalentes (h.e.). Está compuesta de un pre-tratamiento con un desbaste de sólidos y tratamiento químico, seguido por tratamiento biológico en reactores biológicos secuenciales SBR, filtros de arena y desinfección, la línea de tratamiento de fangos, está compuesto por una homogeneización de fangos y deshidratación mediante centrifugas.

Esta E.D.A.R.I, está biológicamente optimizada hasta el punto de eliminar los nutrientes, nitrógeno y fósforo de forma exclusivamente biológica. (Figura 1 y 2)



Figura 1: Detalle de depuradora de aguas residuales. **Fuente:** Elaboración propia.



Figura 2: Vista de depuradora de aguas residuales. **Fuente:** Elaboración propia.

El agua depurada, una vez está en óptimas condiciones de vertido, es subida mediante un sistema de bombeo a un lago artificial que se tiene en la zona general de la entrada al polígono, desde ese lago es regada toda la jardinería del polígono (Figura 3).



Figura 3: Lago artificial para reutilización de aguas residuales depuradas. **Fuente:** Elaboración propia.

APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

Se realizó una instalación para la recogida y reutilización de las aguas pluviales dentro de la parcela de la factoría. Para ello fue necesario conseguir un permiso para uso de pluviales. Martínez Lorient S.A., tiene una autorización de Confederación Hidrográfica del Júcar, organismo de cuenca del Ministerio de Medio Ambiente, de fecha 04/08/2010, para poder aprovechar las aguas pluviales, construyéndose una red de recogida de pluviales, habilitándose un pozo de bombeo y tres depósitos de 1000 m³ cada uno para almacenar el agua de lluvia (Figura 4 y 5). Además los depósitos tienen un sistema de control y ajuste de hipoclorito para mantener el agua en condiciones óptimas. Los usos de esta agua son:

1. Producción de agua descalcificada para la refrigeración de los condensadores evaporativos (torres de refrigeración)
2. Suministro de agua para baldeos y limpieza de exteriores, y riego de la jardinería interior de la parcela
3. Limpieza de placas solares.
4. Abastecimiento a la fuente ornamental existente en la parcela de la factoría.

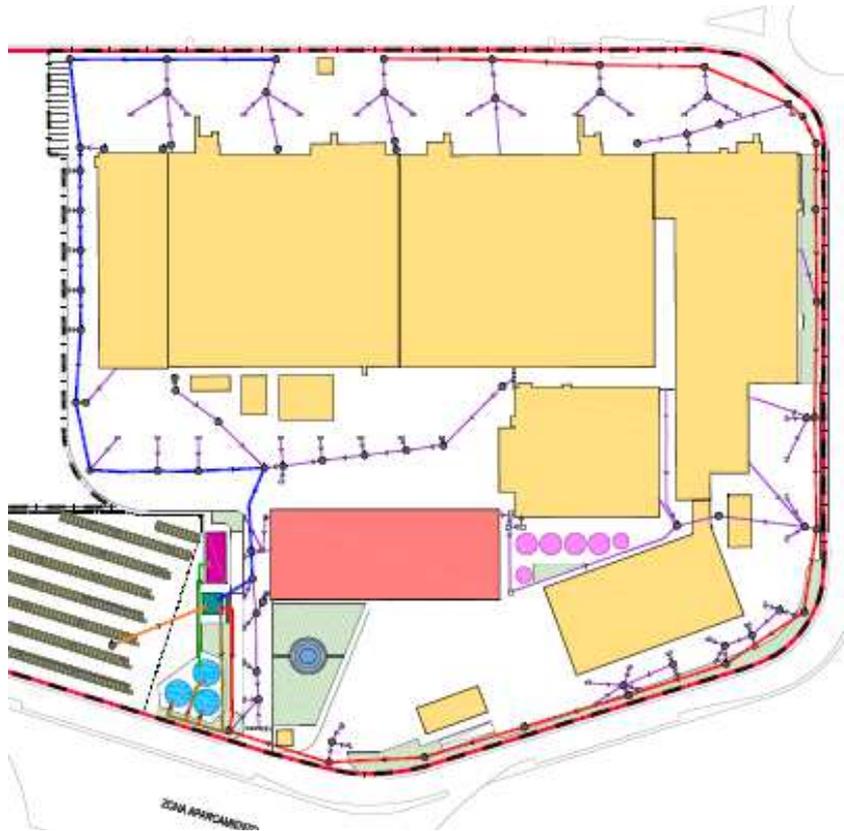


Figura 4: Instalaciones para la recogida de aguas pluviales en toda la superficie de la factoría.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5: Depósitos para recogida de aguas pluviales y posterior reutilización.
Fuente: Elaboración propia.

EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y PRESURIZACIÓN DEL AGUA

Todas las bombas de impulsión hacia servicios son con variador de velocidad, controlándose las condiciones de presión y caudal mediante sistemas de control informatizado, consiguiéndose una presión más constante y un alto nivel de eficiencia energética (Figura 6 y 7).



Figura 6: Vista de parte de los sistemas de impulsión de fluidos, mediante control de regulación informatizada.



Figura 7: Colectores de sistema de colectores de distribución de aguas para servicio de producción y auxiliar.

CONCLUSIONES

El uso de agua en las industrias cárnicas es un factor fundamental y de gran peso en los procesos de producción y auxiliar, regulado por numerosa normativa, y donde se precisa conseguir unos excelentes ratios de eficiencia para la mejora de la producción y mejora en la gestión medioambiental.

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

Se han descrito algunas de las acciones fundamentales para el uso eficiente y respeto medioambiental en el uso de los recursos hídricos en una industria del sector cárnico con gran presencia nacional, diseñada para la optimización y eficiencia de todo el ciclo productivo, respetando sus mejores técnicas en mantenimiento y explotación operativa (Cárcel *et al.*, 2013; AEM, 2010).

REFERENCIAS

AEM, Asociación española de mantenimiento. (2010) "Encuesta sobre la evolución y situación del mantenimiento en España". AEM, 2010.

Cárcel, F.J; Roldán, C. (2013). "Principios básicos de la Gestión del Conocimiento y su aplicación a la empresa industrial en sus actividades tácticas de mantenimiento y explotación operativa: Un estudio cualitativo". *Intangible capital.*, 9 (1):91-125. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.341>.

Cárcel-Carrasco J, Roldan-Porta C, Grau-Carrion J. (2014). "La sinergia entre el diseño de planta industrial y mantenimiento-explotación eficiente. Un ejemplo de éxito: El caso Martínez Oriente S.A. " *Dyna*. Marzo 2014. Vol. 89-2 p.159-164. doi: <http://dx.doi.org/10.6036/5856>

CARPL. Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL). (2006). *Prevención de la contaminación en la industria cárnica en la región mediterránea*. Ed. CAR/PL.

MMA, Ministerio de Medio Ambiente (2005). *Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del Sector Cárnico*. Ed. Ministerio de Medio Ambiente.

Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, BOE 21 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.