

*Ahorre energía*

*Mida consumo de agua*

*Invierta en capacitación*

*Recupere los residuos sólidos*



# Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más Limpia para la Industria de Mataderos

Elaborado por el  
Centro de Producción  
más Limpia de Nicaragua



**PROARCA/SIGMA**  
Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente  
(SIGMA)

## ÍNDICE

1.	PREFACIO .....	3
2.	GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE MATADEROS .....	4
2.1.	La producción de carne en un matadero. ....	4
2.2.	Enfoque del presente manual. ....	5
2.3.	Proceso productivo de un matadero industrial. ....	6
2.4.	Indicadores de rendimiento en el proceso de matanza de reses y cerdos. ....	12
2.5.	Impactos ambientales del proceso de matanza. ....	13
3.	DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	18
3.1.	¿Qué es Producción Más Limpia? .....	18
3.2.	¿Qué es Prevención de la Contaminación? .....	19
3.3.	Beneficios de la Producción Más Limpia .....	19
3.4.	Metodología para realizar una evaluación en planta de Producción Más limpia. ....	20
3.5.	Análisis de Entradas y Salidas .....	20
3.6.	Opciones de Producción Más Limpia .....	21
4.	BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MATADEROS INDUSTRIALES .....	23
4.1.	Consumo de agua y generación de efluentes. ....	23
4.2.	Consumo de energía y generación de emisiones. ....	32
4.3.	Manejo de Sub productos y generación de desechos .....	48
4.4.	Otras Opciones .....	50
4.5.	Salud Ocupacional .....	51
4.6.	Seguridad Ocupacional .....	51
5.	OTRAS OPCIONES DE PML EN LA INDUSTRIA DE MATADEROS .....	52
5.1.	Modificación del sistema de escaldado .....	52
5.2.	Uso de estiércol y aguas residuales para la generación de biogás. ....	53
5.3.	Utilizar gases de la chimenea para el precalentamiento del agua de la caldera. ....	56
5.4.	Utilización de energía solar para procesos de calentamiento (Precalentamiento del agua de caldera, lavado de áreas, etc.). ....	57
6.	DISPOSICIÓN FINAL Y USO DE LOS DESECHOS DE LA INDUSTRIA DE MATADEROS .....	57
6.3.	Procesamiento de desechos comestibles. ....	57
6.4.	Manejo de la sangre que será utilizada para fines de fabricación. ....	59
6.5.	Tratamiento de Aguas Residuales .....	60
7.	PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA PARA LA INDUSTRIA DE MATADEROS .....	66
7.1.	Proceso de adquisición de Tecnologías. ....	66
7.2.	Proveedores de tecnología y Maquinaria .....	67
8.	CASOS DE ESTUDIO .....	74
9.	GLOSARIO TÉCNICO .....	82
10.	BIBLIOGRAFÍA .....	85
11.	ANEXOS .....	86

### **Agradecimientos**

*El Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua agradece a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) por el apoyo brindado. Asimismo, a los Centros de Producción Más Limpia de Honduras y Costa Rica, y a todas las empresas que colaboraron con su experiencia en la aplicación de PML para la elaboración de este manual.*



*Las fotografías de las páginas #3, #5, #9, #14, #16, #44, #45, #51, #52 son cortesía de Jerry Bauer.*

### **Acercas de esta publicación**

*Esta publicación y el trabajo descrito en ella fueron financiados por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), a través de PROARCA/SIGMA, en apoyo a la agenda de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), en el contexto de CONCAUSA, la declaración Conjunta entre Centroamérica y Estados Unidos (Miami, octubre de 1994) sobre la conservación del ambiente en Centroamérica.*

*Las opiniones e ideas presentadas aquí no son necesariamente respaldadas por USAID, PROARCA/SIGMA, o CCAD, ni representan sus políticas oficiales.*



## 1. PREFACIO

El **Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia (PML)** para la Industria de Mataderos, recopila la experiencia desarrollada por más de cinco años, en la aplicación de Producción Más Limpia, impulsada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en Centroamérica, a través del componente de Sistemas de Gestión Medio Ambiental (SIGMA) del Programa Ambiental Regional para Centro América (PROARCA), en alianza con la Red de Centros de Producción Más Limpia de la región.

El objetivo del manual es facilitar a las empresas del sector de mataderos industriales, la aplicación de PML a través de procedimientos, técnicas y controles que cuentan con ninguna o poca inversión, con el fin de beneficiarlas con la transferencia de esta metodología, siendo las Buenas Prácticas Operativas (BPO) el inicio del proceso de mejora continua que la PML conlleva. Las buenas prácticas operativas seleccionadas en este manual, han sido implementadas exitosamente por un grupo de empresas estudiadas en la región centroamericana, además de incluirse experiencias exitosas de otros países e información de interés para la industria de mataderos en general.

La aplicación de PML en la industria de mataderos, juega un importante papel ante los retos que este sector enfrenta. La globalización ha traído como consecuencia el aumento de las tendencias hacia la liberación del mercado y por ende la reducción de las barreras arancelarias y el incremento de las exigencias no comerciales, tales como las normas de calidad, medidas fitosanitarias y las exigencias ambientales.

Ante esta situación, se hace cada vez más apremiante la mejora de las condiciones de procesamiento de las empresas, las cuales no solamente adoptan el reto de mejorar la calidad de los productos, sino que deben hacerlo sin afectar su competitividad y desempeño ambiental. La Producción Más Limpia es un concepto que facilita la mejora del desempeño ambiental de las empresas de una manera rentable.

El objetivo de la PML es el uso más eficiente de los recursos y la reducción de desechos, reduciendo también costos por el consumo de recursos (agua, energía y materiales) y por el manejo y disposición final de los desechos.

Tradicionalmente, muchas industrias han aplicado soluciones “end-of-pipe” (final del tubo) para resolver el problema ambiental. En contraste, PML se centra en la reducción o eliminación de los problemas ambientales en la fuente de generación. Para ello, analiza las causas del problema para encontrar formas más eficientes de hacer los procesos. Es por ésto que PML tiene dos enfoques, el productivo y el ambiental, convirtiéndose en un elemento de gran importancia para los empresarios.

La industria de mataderos cuenta con un alto impacto ambiental, el cual tiene altos potenciales de ser mejorado a través de las técnicas de PML. Esta mejora del desempeño ambiental de forma preventiva, contribuye a la mejora de la competitividad de la empresa.

El Manual de BPO de Producción Más Limpia para la Industria de Mataderos, presenta información general del proceso de matanza y los indicadores de funcionamiento estándares. Estos últimos con el fin de servir de términos de referencia al analizar las condiciones actuales de funcionamiento de una empresa que empieza a aplicar PML.



**La industria de mataderos provoca un alto impacto ambiental. Este puede ser mejorado a través de buenas prácticas de Producción más Limpia.**



Asimismo, se muestran los pasos para desarrollar la metodología de PML en una empresa y los beneficios de su incorporación como una técnica de mejora continua de los procesos y productos.

Posteriormente se desarrollan las BPO clasificadas por área de estudio (consumo de materiales y generación de desechos, consumo de agua y generación de efluentes, consumo de energía y generación de emisiones), además de aspectos de seguridad industrial.

Otros aspectos desarrollados por el manual son ejemplos de otras opciones que incluyen transferencia tecnológica, con el fin de motivar a las empresas en la búsqueda de nuevos aspectos de mejora una vez desarrolladas las BPO. Para ello, se incluye información sobre proveedores de tecnología que pueden asistir en los cambios tecnológicos de las empresas de este sector.

De una manera complementaria se incluyen en el manual, ejemplos de los resultados de aplicación de PML en mataderos industriales, con el fin de ilustrar los beneficios reales en empresas que han optado por esta forma de mejorar su competitividad.

## 2. GENERALIDADES DE LA INDUSTRIA DE MATADEROS

### 2.1. La producción de carne en un matadero.

Los productos cárnicos no sólo representan bienes de gran importancia en la economía, sino que son un importante componente en la dieta alimenticia de muchos países en el mundo.

La producción de carne es una industria de gran variedad, en la que se destaca la matanza de porcinos, bovinos, pollos, ovejas, entre otros. La matanza de cerdos y ganado constituyen la producción de mayor tradición en muchas partes del mundo. Ambos tipos de matanza en plantas compartidas, es una situación común de encontrar en mataderos semi-industriales e industriales. Es por esto que ambos procesos son abordados en este manual.

El término “matadero” es utilizado para denominar al lugar donde la res o el cerdo son sacrificados para la obtención de la carne, y cuenta (unos más limitados que otros) con la capacidad de obtener productos secundarios a partir de los desechos del proceso. Generalmente este tipo de plantas productivas obtienen como producto principal, las canales del animal sacrificado debidamente preparadas, las cuales son vendidas a empresas donde se procesan para la obtención de otros productos cárnicos. Sin embargo, es común que también cuenten con áreas de proceso para la obtención y posterior venta de cortes selectos.

La finalidad de un matadero es producir carne preparada de manera higiénica mediante la manipulación humana de los animales, a través del empleo de técnicas higiénicas para su sacrificio y la preparación de canales mediante una división estricta de operaciones “limpias” y “sucias”<sup>1</sup>. Al mismo tiempo, facilita la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial de que carne infestada pueda llegar al consumidor o contaminar el medio ambiente. Sin embargo, el cumplimiento de este fin estará en dependencia de las condiciones que el matadero establezca, según su capacidad de inversión y las exigencias del mercado al que dirige su producción.



Cortes selectos de carne de res.

<sup>1</sup> Ver glosario técnico.





## 2.2. Enfoque del presente manual.

La producción de carne y su procesamiento tiene muchos impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida. Sin embargo, la etapa de matanza constituye la etapa de mayor impacto ambiental de toda la cadena productiva. Es por esto que este manual enfoca sus esfuerzos en esta etapa, específicamente a los establecimientos de tipo industrial.

En base a la experiencia en este tipo de empresas, se puede decir que los mataderos industriales pertenecen en su gran mayoría a la iniciativa privada (empresa comercial privada), y en menor escala a los mataderos municipales. En el caso de estos últimos, existen iniciativas que han elevado las instalaciones de las empresas hasta el nivel semi-industrializado.

La diversidad de los tipos de mataderos considerados de semindustriales hasta industrializados, es mucha. La caracterización varía entre una empresa y otra, ya que depende de la capacidad de sacrificio de animales, métodos y equipamiento. Es por esto que muchos indicadores manejados a nivel internacional, mantienen amplios rangos de aplicación.

Sin embargo, los principios básicos de prevención y mejora son independientes de las capacidades de producción. El presente manual, abarca estos principios para el caso de mataderos de reses y cerdos, no obstante existe la posibilidad de encontrar procesos de matanzas de otros animales en las empresas de este tipo.

Estos mataderos suelen tener las siguientes características de operación:

- Corrales propios para el reposo y preparación de la res o el cerdo.
- En caso de matar cerdos, cuentan con líneas paralelas para el sacrificio de estos animales junto con el sacrificio de reses.
- Plantas para el procesamiento de los subproductos de la matanza (hueso, pellejos, etcétera).
- Instalaciones artesanales o semi-tecnificadas de sistemas de tratamiento de agua residual.
- En algunos casos cuentan con área de deshuesado para producción de recortes de carne. En estos casos la venta de canales y medias canales se realiza de forma paralela.
- Mercado local y de exportación.

**La capacidad de procesamiento de un matadero industrial puede oscilar desde las 150 a 500 reses al día. El peso promedio de la res oscila entre los 350 y 400 kg. Tomando estos datos como referencia, una empresa típica del sector considerado en este manual, tiene una capacidad de 120 toneladas al día, equivalentes al sacrificio de 300 reses al día. En el caso de los cerdos, la matanza suele ser de menor escala respecto a la matanza de reses, lo cual es variable según la empresa analizada.**



*Durante toda la cadena productiva, la matanza es la fase de mayor impacto ambiental.*



### 2.3 Proceso productivo de un matadero industrial.

Para alcanzar los objetivos deseados de una matanza humanizada, higiénica y racional con una inspección adecuada, se requiere la organización de un sistema de cadena de fábrica en varias etapas y secciones consecutivas. A continuación se detallan los procesos en estudio:

#### 2.3.1 Proceso de matanza de reses.

El proceso de matanza de reses puede llegar hasta la preparación de las canales para su venta, o puede contar con el proceso de deshuese, lo cual constituye una operación adicional que consiste en dividir los cortes primarios de la carne en pedazos más pequeños (cortes selectos), y en la separación y el tratamiento de diversos subproductos.

La figura 2.1 muestra el diagrama de flujo del proceso de forma resumida.

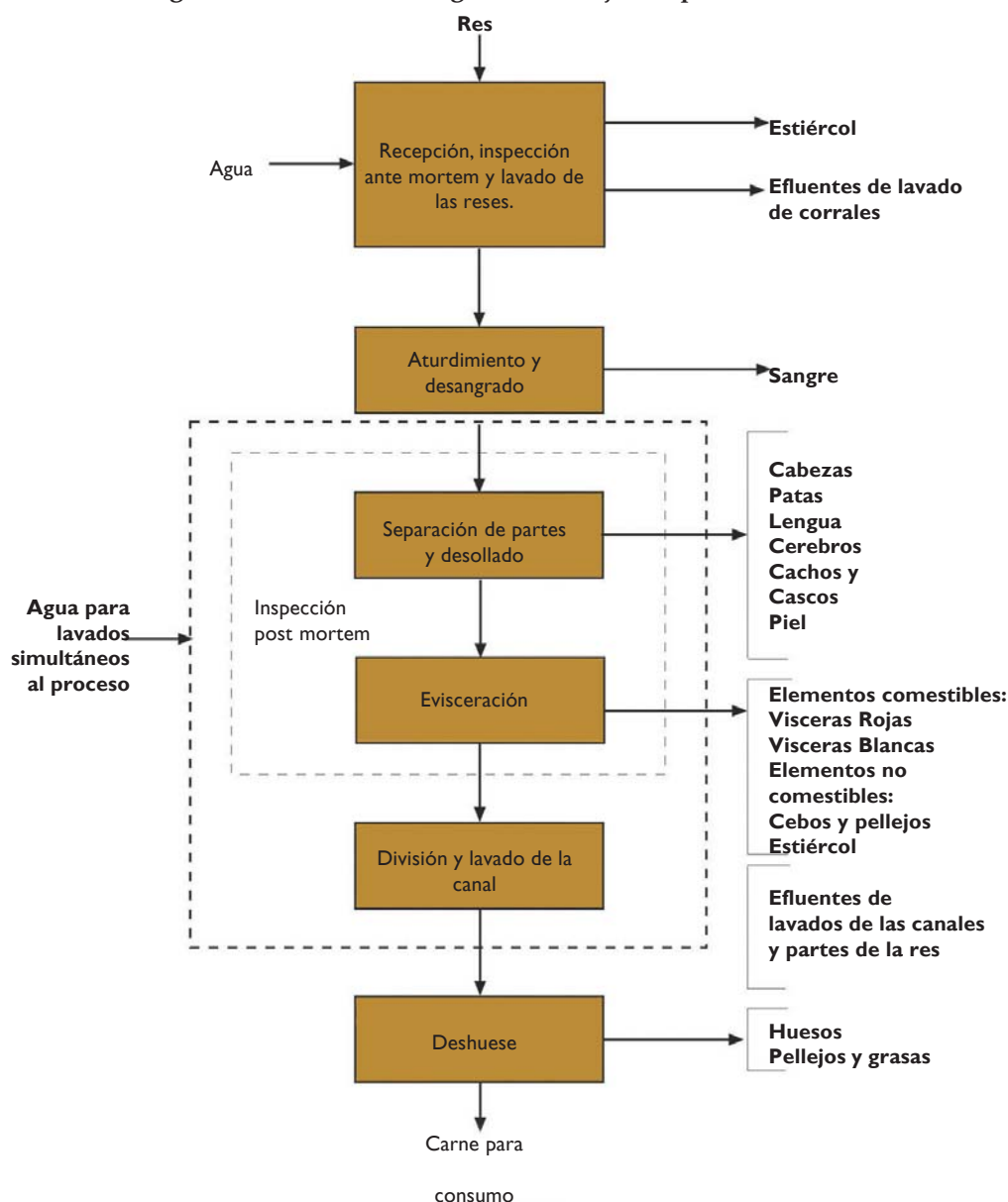


Fig. 2.1. Diagrama de Flujo del Proceso de Matanza de Res.



Las etapas generales del proceso se describen de la siguiente forma:

- **Recepción, inspección y lavado de la res:**

Las reses son llevadas al matadero en camiones, de los cuales se trasladan a los corrales. En estos permanecen de 1 a 3 días antes de la matanza.

El traslado del ganado al lugar donde se le va a sacrificar es un procedimiento más complejo de lo que se suele pensar. Entraña la separación de los animales de su entorno familiar y de sus grupos sociales. Se les carga y descarga varias veces entre la explotación agrícola y el lugar donde se efectúa su matanza. Estos son aspectos que deben de considerarse en el manejo de la res cuando llega al corral, donde debe de dejarse reposar un tiempo prudencial.



*Estadía de las reses en corrales previo a la matanza.*

Todo animal destinado a la matanza debe ser sometido a una inspección ante – mortem, la cual tiene por objeto el seleccionar sólo aquellos animales debidamente descansados y que no presenten síntomas algunos que hagan sospechar la presencia de enfermedades.

El lavado de la res previo a la matanza se realiza en el área de corrales, donde se obtienen volúmenes de efluente considerables, con alta concentración orgánica producto de la presencia del estiércol.

- **Aturdimiento y desangrado:**

El animal es conducido desde la manga de baño por donde entra a la planta de proceso, hasta el cuarto de matanza donde se efectúa el sacrificio. Este puede realizarse a través de una pistola de pernocautivo, pistola neumática que dispara un perno y perfora la piel y hueso frontal, tratando de no lesionar la masa cerebral. Con éste método el animal no sufre y permite una excelente sangría. También puede hacerse a través de atronamiento eléctrico utilizando una lanza como electrodo y el suelo del encerradero como el otro.

Una vez aturdido el animal, se procede a realizar un desangrado lo más completo posible, en un lapso recomendado de 3 a 5 minutos. Esto se hace elevando al animal a un área de recolección de sangre y realizando el degüello a través de la introducción de una cánula o corte del animal para drenar la sangre.

- **Separación de partes y Desollado:**

Conjunto de operaciones que se efectúan en rieles aéreos, en forma seriada, mediante un movimiento continuo por acción de carriles. Primeramente se da la separación de la cabeza y patas, las cuales se llevan al proceso de inspección y lavado, obteniendo partes como la lengua y el cerebro para el uso comercial.

La separación de la piel, comienza con el desollado de la parte frontal de la cabeza, eliminando luego la piel del resto de partes del cuerpo. Luego se realiza una apertura a lo largo de la línea ventral para el desuello del tórax, brazo, antebrazo, pecho, espalda y paleta. En el desollado se requiere de mucha práctica y experiencia, para no dañar la calidad de la canal en su acabado final y evitar cortes o rasgaduras que disminuyan el valor comercial del cuero.



Es importante que inmediatamente después del desollado se proceda a realizar la evisceración, para evitar riesgos de contaminación en la canal, por fuga de bacterias del tracto gastrointestinal.

- **Evisceración**

Luego de desollado, se procede a abrir el pecho y el resto de la cavidad abdominal, para proceder a la extracción de las viseras pélvicas, abdominales y torácicas.

El estiércol del estómago e intestinos es separado y limpiado para procesos posteriores o su venta como subproducto de la matanza. Otras menudencias resultantes (corazón, riñones, hígado, etc) son separadas, lavadas y enfriadas para su distribución final.

- **División y Lavado de la Canal:**

Luego de la evisceración, la canal es dividida a lo largo de su línea media dorsal en dos medias canales, luego son lavadas a presión, con abundante agua potable. El corte de la res puede ser en dos canales o en cuartos de canales, dependiendo de la presentación final en la que será distribuida a los clientes.

- **Deshuese:**

Consiste en la separación de la carne de la estructura ósea de la canal para su comercialización en cortes. Los mataderos que cuentan con área de deshuese, realizan esta operación posterior a una etapa de enfriamiento, debido a que la canal es más fácil de manipular a temperaturas más bajas. Sin embargo, actualmente recientes desarrollos tecnológicos han hecho que sea posible realizar el deshuese mientras la canal está en caliente.

- **Inspección Veterinaria Post – Mortem:**

Se realiza simultáneamente a las labores de desollado y evisceración, comprende lo siguiente:

- Inspección a nivel de cabeza (lengua y ganglio linfáticos), vísceras rojas (ganglios, parénquima hepático y pulmonar, corazón y riñones) y canal (ganglio linfáticos).
- Supervisión y control de cueros
- Supervisión y control de vísceras blancas.

- **Procesamiento de Productos Secundarios:**

Adicionalmente a la carne comercializada en canales o deshuesada, se obtienen diversos productos del proceso de matanza que complementan la comercialización del ganado bovino y se clasifican en comestibles y no comestibles.

- **Comestibles:**

- Vísceras Rojas: corazón, pulmón, hígado, bazo y riñones.
- Vísceras blancas: incluyen panza, bonete, librillo, cuajar, intestino delgado e intestino grueso.
- Patas, sesos, rabo, lengua, cabeza, órganos genitales.
- Otros restos cárnicos: Esófago y músculo subcutáneos, empleados en la fabricación de embutidos.



Proceso de deshuese.





- **No Comestibles:**

- **Cueros:** es el sub producto de mayor valor. Se debe ejercer estricto control de calidad en su procesamiento para evitar cortes y rasgaduras que pudieran disminuir su valor comercial. Normalmente es enviada a las tenerías.
- **Sangre:** Es recolectada y destinada para usos múltiples en dependencia del nivel tecnológico del matadero. Uno de los ejemplos de su uso es en la fabricación de alimentos concentrados para animales y embutidos. En este caso es refrigerada y sometida a un proceso de centrifugación para separar la hemoglobina del plasma sanguíneo y someterlos a tratamientos térmicos mediante los cuales son desecados para prepararlos en la mezcla de alimentos de animales o en la industria farmacéutica.
- **Cachos y Cascos:** de ellos se obtiene la denominada cacharían, producto rico en nitrógeno no proteico, empleado en la industria de los fertilizantes.
- **Sebo:** es la grasa bruta obtenida en la extracción y limpieza de vísceras. Se utiliza en la formulación y fabricación de alimentos concentrados para animales.
- **Huesos y restos de carne:** son sometido a un proceso que los transforma en harina de grano muy fino, la cual es utilizada en la fabricación de alimentos concentrados para animales.

### 2.3.2. Proceso de matanza de cerdos.

El proceso de matanza de cerdos, al igual que el de reses, puede ser desarrollado hasta la etapa de preparación de canales o hasta el deshuese para la venta de carnes. A continuación se muestra el flujo de proceso:



*Los cachos pueden ser utilizados en la industria de los fertilizantes. La gráfica muestra un mal manejo de dicho recurso.*

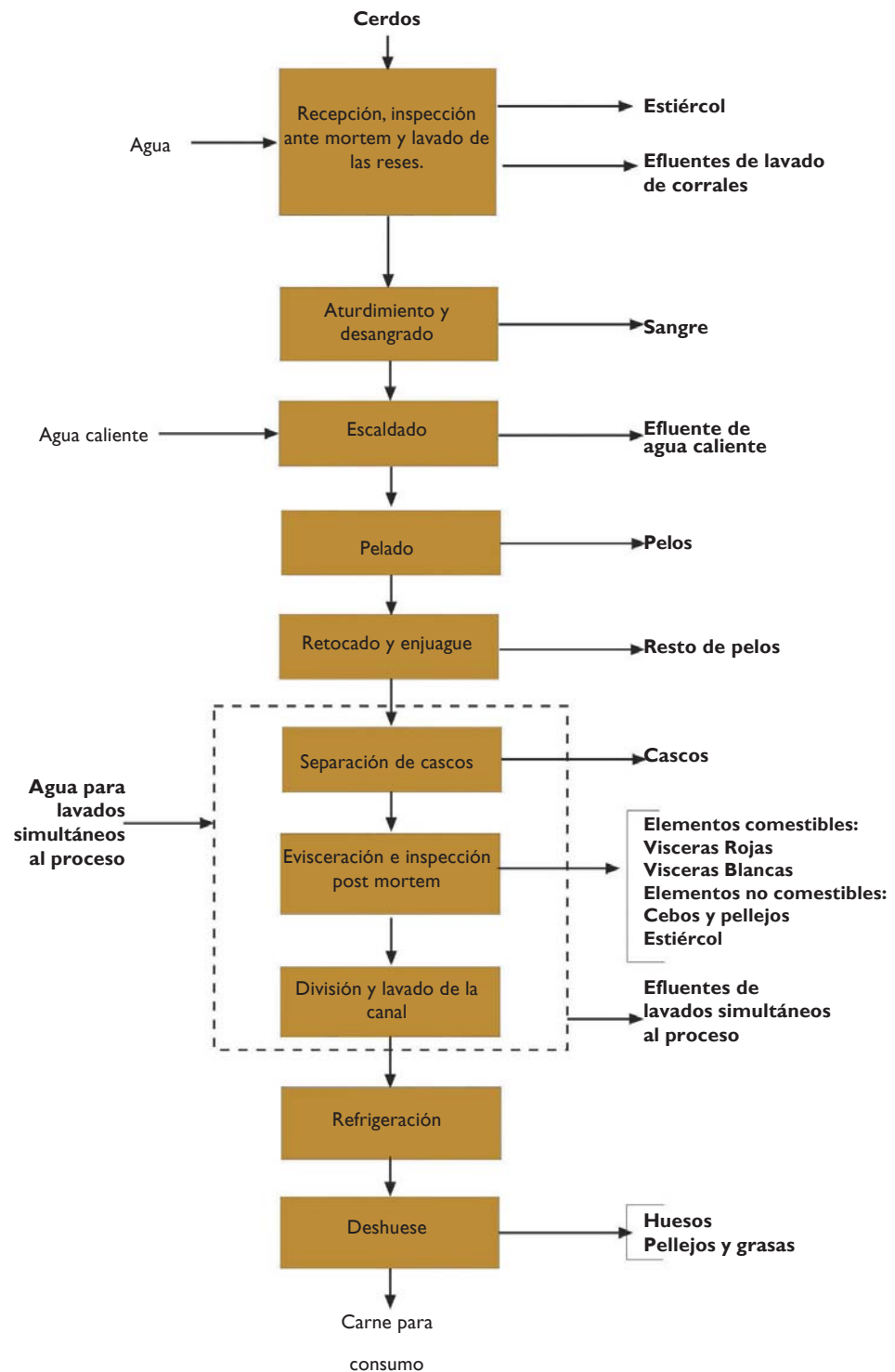


Fig. 2.2 Diagrama de Flujo del Proceso de Matanza de Cerdos.

Al igual que el proceso de matanza de reses, el proceso de matanza de cerdos sigue los mismos pasos básicos, adicionando el proceso de escaldado y pelado del animal. La descripción general del proceso se describe a continuación.



### ● **Recepción, inspección y lavado de los cerdos:**

Los cerdos son llevados al matadero en camiones que pueden propiciar nerviosismo del animal. Al igual que las reses, son inspeccionados y lavados previo a entrar a las instalaciones de la matanza. Generalmente, son puestos un día sin comer con el fin de reducir la cantidad de contenido intestinal del animal.

### ● **Aturdimiento y desangrado:**

Para el aturdimiento de los cerdos, suele utilizarse una pinza conectada a corriente eléctrica de bajo voltaje, que se aplica por detrás de las orejas. La corriente mínima permisible para el caso de atonamientos eléctricos en los cerdos es de 1.25 amperios. También puede darse con pistoletas de punzón o pistolas de aire comprimido.

De acuerdo al ritmo de matanza, muy especialmente en los cerdos, se recomienda reducir lo más posible el tiempo entre la insensibilización y el degollado. La carne del cerdo retendrá menos sangre, obteniéndose músculos más claros y de mayor vida útil.

### ● **Escaldado, pelado, retocado y separación de pezuñas:**

El escaldado consiste en el baño de los cerdos sacrificados por agua caliente durante un tiempo de 3.5 minutos a una temperatura entre 62 y 65 °C. Este proceso prepara la piel del cerdo para la extracción del pelo y facilita la separación de las pezuñas.

El pelado se realiza en máquinas depiladoras que cuentan con paletas para girar al cerdo, aspersores de agua que eliminan rápidamente las cerdas y suciedades desprendidas, y elementos raspadores no metálicos para evitar dañar la piel.

Después del pelado, los cerdos se cuelgan, se le extraen las pezuñas y se retocan con cuchillos y los restos de cerdas aún adheridas.

### ● **Evisceración:**

El cerdo depilado pasa al área de eviscerado donde es abierto para la separación de las vísceras y el esternón. En algunos casos, la cabeza es separada y sigue un proceso de inspección al igual que las vísceras. Sin embargo, en algunos casos se parte las canales con la cabeza incluida. Esta división de la cabeza como parte de la canal, facilita el proceso de inspección sanitaria.

Las canales una vez enjuagadas son llevadas rápidamente a refrigeración normalmente durante toda la noche, para luego proceder al proceso de deshuese, el cual se realiza en circunstancias similares a las de la res. Se recomienda especialmente que todos los cortes de cerdo se procesen durante el día. No deben quedar cortes valiosos como jamones, bondiolas o espinazos sin procesar de un día para el otro.

Tanto el proceso de matanza de reses como el de cerdos, va acompañado de una serie de medidas de seguridad e higiene, debido a numerosas enfermedades y a otros agentes contaminantes que se pueden dar en la carne. Ese sistema debe comenzar donde tiene su origen el ganado y proseguir a través de la elaboración hasta la distribución final al cliente.



*Estadía de los cerdos en corrales previo a la matanza.*



*Preparación e inspección de cabezas de la res (subproducto aprovechable).*



## 2.4. Indicadores de rendimiento en el proceso de matanza de reses y cerdos.

Tal como se muestra en los diagramas de flujo de la producción de carne de res y de cerdo, la mayoría de las salidas del proceso son reutilizables y cuentan con un valor económico para la empresa. Es importante mantener rendimientos aceptables resultantes del proceso según el tipo de subproducto. La siguiente tabla muestra los rendimientos promedios obtenidos de la matanza de res y de cerdo.

**Tabla 2.1. Clasificación de las salidas del proceso de matanza de la res y del cerdo.<sup>2</sup>**

Salidas del proceso de matanza	Porcentaje del peso del cadáver de la res	Porcentaje del peso del cadáver del cerdo
Rendimiento cárnico	40 %	64 %
Material no comestible destinado a tratamiento de subproductos (hueso, grasa, cabeza y partes condenadas).	39 %	20 %
Piel	7 %	---
Sangre	3 %	10 %
Visceras comercializables (hígado, corazón, lengua, estómago, etc).	5 %	3 %
Misceláneos (estiércol, pérdidas de sangre, etc).	6 %	3 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Los porcentajes anteriores han sido confirmados por otras experiencias de aplicación de Producción Más Limpia en empresas centroamericanas, en las cuales la distribución de los balances anteriores se ha cumplido. Cuando la matanza tiene como producto terminado la presentación en canales, los rendimientos son de **75 % y 80 % del peso del cadáver de la res y el cerdo respectivamente<sup>3</sup>**.

En el caso de la res, este 75 % del peso inicial se desglosa de la siguiente manera:

**Tabla 2.2 Distribución del Rendimiento de Canal de Res<sup>4</sup>**

Partes de la Canal	Rendimiento
Carne	79 %
Hueso	12%
Grasa	9%
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

El peso de las reses destinadas a la matanza oscila entre 300 y 400 kg<sup>5</sup>. En base a los datos anteriores, se puede estimar la cantidad de desechos que se generan del proceso o comparar los valores específicos de un matadero en estudio. En el caso de los cerdos, el peso promedio oscila entre los 80 y 90 kg.

<sup>2</sup> Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

<sup>3</sup> Fuente Propia. Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua.

<sup>4</sup> Fuente: "Proceso de Beneficio de Ejemplares Bovinos en el Matadero Industrial". <http://www.monografias.com/trabajos15/bovinos-matadero/bovinos-matadero.shtml#CONDIC>

<sup>5</sup> Fuente Propia. Centro de Producción Más Limpia Nicaragua.





## 2.5. Impactos ambientales del proceso de matanza.

La industria de mataderos industriales cuenta con un alto potencial contaminante. Dentro de sus principales impactos se encuentran el alto consumo de agua, alto consumo de energía y la descarga de efluentes con un elevado nivel de carga orgánica. La siguiente tabla muestra la contribución al impacto ambiental de un matadero generada por cada etapa del proceso.

Tabla 2.3 Impacto ambiental por cada etapa del proceso de matanza industrial.

Proceso	Impacto ambiental
<b>Recepción, inspección ante mortem y lavado de las reses.</b>	Alto consumo de agua. Efluentes con alta carga orgánica producto de la presencia de estiércol.
<b>Aturdimiento y desangrado</b>	Presencia de alta carga orgánica producto de las pringas de sangre en el área fuera de la noria. El impacto de esta etapa se ve fuertemente acrecentado si la sangre es descargada con el efluente y no se reprocesa.
<b>Separación de partes y desollado.</b>	Efluentes con alta carga orgánica producto de pellejos y sangre restante en el animal. El tratamiento de las patas y cachos utiliza vapor. Dependiendo del sistema utilizado, puede existir importantes fugas de vapor.
<b>Escaldado y pelado (en el caso del cerdo)</b>	Alto consumo de agua. Alto consumo de vapor para calentamiento del agua. Efluentes con alto nivel de carga orgánica.
<b>Evisceración</b>	Consumo de energía térmica para la esterilización de utensilios. Generación de pellejos y subproductos no utilizables. Alta carga orgánica en los efluentes.
<b>Refrigeración</b>	Alto consumo de energía eléctrica.
<b>Deshuese</b>	Alto consumo de energía eléctrica y térmica (uso de esterilizadores). Generación de desechos sólidos que pueden escapar en los efluentes.
<b>Procesamiento de los subproductos.</b>	Alto consumo de energía térmica y eléctrica. Generación de malos olores. Alta carga orgánica en los efluentes
<b>Operaciones de limpieza</b>	Alto consumo de agua. Efluentes con alta concentración de carga orgánica. Consumo de químicos elevados.

### 2.5.1 Consumo de Agua

Normalmente el consumo de agua es abastecido a través de pozos propios de las empresas. El agua es utilizada antes, durante y después del proceso de matanza. Los altos estándares de calidad e higiene que se le exige a la industria alimenticia, en especial a la industria de mataderos, hacen que grandes cantidades de agua fresca deban ser utilizadas a lo largo del proceso. Estos usos del agua son:

- Lavados de las reses y los cerdos previo a la matanza
- Baños de las reses en la faja (entrada a la planta de matanza).
- Escaldado en el caso de los cerdos.
- Lavados de las reses y cerdos durante el proceso de preparación de las canales.
- Lavados de la planta previos a la matanza.
- Lavados durante el proceso (enjuagues de utensilios, piso y canales de la res).



Uso del agua en enjuague de vísceras.



- Limpieza de panzas y tripas.
- Limpieza de vísceras.
- Lavado final de la planta de proceso y equipos (una vez terminado el proceso).
- Lavado de desechos sólidos previo a su reproceso.
- Lavado de planta de proceso de subproductos.
- Consumo de agua para la producción de vapor.
- Otros usos generales.

La distribución del consumo de agua es variable en función de las prácticas de los operarios, los equipos utilizados, el mantenimiento de las instalaciones e incluso de la especie del animal a sacrificar (variaciones en el tamaño del animal). Existen ciertos indicadores desarrollados por experiencias internacionales, los cuales sirven como puntos de referencia para la comparación del consumo de agua en mataderos industriales.

Tabla 2.4 Indicadores de consumo de agua por unidad de producción.<sup>6</sup>

País	m <sup>3</sup> / Tonelada de peso del cadáver.	m <sup>3</sup> /ton de peso del cadáver estándar.	m <sup>3</sup> / tonelada de carne.	l / cabeza
Estados Unidos	4.2 – 16.7			
UK	5 – 15			
Europa	5 – 10			
Bulgaria	2 - 3.8			
Alemania	0.8 – 6.2			
Australia (1995)		4 -12		
Australia (1998)		6 – 15		
Dinamarca (cerdos)			5 – 20	225
Dinamarca (bovinos)			4 – 17	860



**Si no existen buenas prácticas, los efluentes, como la sangre, constituyen uno de los factores de mayor contaminación ambiental.**

Tal como lo muestra la fuente citada en la tabla 2.4, cifras típicas en muchas partes del mundo para el consumo de agua fresca para el proceso de matanza de reses, son **2 – 15 m<sup>3</sup> por tonelada del peso del cadáver de la res**. Otro indicador manejado para este tipo de empresas es el siguiente rango:

**116 - 460 litros de agua por cada 100 kg en pie<sup>7</sup>**

### 2.5.2 Generación de efluentes.

Los efluentes constituyen una de las más serias causas de contaminación ambiental, malos olores y daños a la salud en la mayoría de países en desarrollo. La descarga de efluentes comprende entre el **85 y 95 %** del consumo de agua de la planta<sup>8</sup>. Los valores típicos para la carga orgánica descargada en el efluente son **12 -15 kg DQO por tonelada del peso vivo de la res<sup>9</sup>**.

<sup>6</sup> Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

<sup>7</sup> Fuente: Carawan, 1998

<sup>8</sup> Fuente Propia. Centro de Producción Más Limpia.

<sup>9</sup> Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental



La sangre es el desecho líquido de mayor impacto por su alto valor contaminante. Las concentraciones que aporta cada litro de sangre en términos de DBO son de 150,000 - 200,000 mg/l, y en casos extremos hasta 405,000 mg/l<sup>10</sup>.

El estiércol es la segunda fuente más importante de contaminación del proceso de matanza. Este puede contribuir sustancialmente a la carga orgánica en el efluente si no es manejado correctamente.

Otro aspecto es el manejo de otros desechos sólidos durante el proceso, lo cual afecta en gran medida la carga contaminante de los efluentes. Dentro de este manejo se puede mencionar el lavado de corrales, poca separación de los desechos sólidos antes del lavado de la planta, derrames de sangre fuera de la noria de recolección, entre otros.

Además de los altos valores de DBO, un elemento importante en los efluentes de un matadero es la alta presencia de nitrógeno, el cual afecta el desempeño de los sistemas de tratamiento elevando sus costos. Uno de los efectos de altas cargas de nitrógeno en el agua es la eutricación, que consiste en la proliferación de algas, las cuales al morir generan gran cantidad de microorganismos consumidores de oxígeno para su descomposición, creando una desoxigenación del agua que afecta la vida acuática.

La composición del agua residual de los efluentes en un matadero puede variar entre una planta y otra, en dependencia a la eficiencia de sus operaciones. La tabla 2.5 muestra los rangos de valores de la aportación a cada parámetro de los efluentes respecto al peso de la res en procesamiento:

**Tabla 2.5. Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial.<sup>11</sup>**

Parámetro	Típico rango (kg/ Ton de cadáver de res)	
	Bovinos	Cerdos
BOD	1.5 - 14	2.4
COD	2 - 40	---
N <sub>ki</sub> -N	0.23 - 1.4	0.6
SS	0.6 - 12.9	---
P	0.014 - 0.09	---



**Descarga de la sangre en efluentes depositados en cuerpo receptor de agua.**

La caracterización de los efluentes para el caso de la matanza de reses y la matanza de cerdos, respecto a sus concentraciones típicas por litro de agua, se muestran la siguiente tabla:

<sup>10</sup> Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

<sup>11</sup> Fuente: FAO.



Tabla 2.6. Indicadores de concentraciones en los efluentes de un matadero industrial<sup>12</sup>.

Parámetro	Matanza de cerdos	Matanza de reses
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	1250	2000
DQO (mmg/l)	2500	4000
Sólidos Suspendidos (mg/l)	700	1600
Nitrógeno total (mg/l)	150	180
Fósforos total (mg/l)	25	27
Grasas y aceites (mg/l)	150	270
pH	7,2	7.2



Laguna de oxidación.

La tabla 2.6 es una referencia de lo que puede ser la caracterización de los efluentes de un matadero industrial, que no vierte la sangre del degüelle en el efluente y que no cuenta con un adecuado sistema de tratamiento. Sin embargo, estos parámetros pueden variar en dependencia de los procedimientos en la planta de proceso.

La aportación de los diferentes desechos a la carga orgánica en el efluente, se muestra en la tabla 2.7.

Tabla 2.7. Indicador de aportación a la DBO por área del proceso<sup>13</sup>.

Área de generación	kg DBO/ton peso del cadáver	Observaciones
1. Corrales	0.25	Desechos sólidos son removidos.
2. Sangre	10	Toda la sangre drenada durante actividades de matanza.
3. Limpieza de la remoción de la piel	3	Depende de las prácticas de limpieza y del equipamiento para las operaciones de lavado.
4. Escaldado y depilado	0.15	Desborde del tanque de escaldado
	0.4	Agua de descarga del tanque de escaldado.
	0.7	Lavado de la recuperación de pelo.
5. Estómago	2.5	En el caso de una descarga total.
	1.5 - 2	En el caso de una descarga húmeda
	0.2	En caso de una descarga seca
	0.6 - 1.0	En caso de un manejo entero del estómago.
6. Manejo de intestinos	0.6	
7. Procesamiento de sub productos no comestibles	2	
8. Limpieza en general	3*	Depende de los procedimientos de limpieza
9. Empaque de la carne	6	kg DBO/ton de producto.

<sup>12</sup> Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing" UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

<sup>13</sup> Fuente: Slaughterhouses. (documento publicado por la FAO) [www.fao.org/lead/x6114/ex611304.htm#topofpage](http://www.fao.org/lead/x6114/ex611304.htm#topofpage).





Es necesario establecer estrategias para reducir la carga de contaminación, enfocándose en excluir la sangre, grasa, estiércol y pedazos de carne antes de que entren al drenaje y usando métodos de limpieza en seco.

### 2.5.3 Consumo de energía y generación de emisiones.

El elevado consumo de energía en un matadero es también un impacto ambiental y económico importante. Aproximadamente del **80 al 85%** de la energía total consumida por los mataderos proviene de la energía térmica de la combustión en las calderas. La energía térmica es usada para calentar agua para la limpieza, despellejado, corte (despedazado), coagulación de la sangre y secado de sangre, en algunos casos. El uso de este tipo de energía genera emisiones directas a la atmósfera a través del uso de combustibles fósiles de elevado costo económico y de alto impacto ambiental causado por los gases de combustión que generan el efecto invernadero.



Caldera de uso industrial.

El restante **15 al 20%** de energía es de tipo eléctrica, que es usada para operar la maquinaria del matadero y áreas de deshuesado, el proceso del subproducto no comestible, refrigeración y el aire comprimido.

Los rangos típicos de consumo de energía total son **1200 - 4800 MJ** por tonelada del peso en pie<sup>14</sup>.

El proceso de subproductos (grasas, sangre y pellejos) representa alrededor del **40 %** del consumo de energía térmica, mientras en el caso de la energía eléctrica, al menos el **60 %** del consumo total está dado por el proceso de refrigeración. El área energética es un área donde los ahorros substanciales pueden ser casi inmediatos sin necesidad de una elevada inversión de capital, a través del simple esfuerzo de una buena práctica operativa.

### 2.5.4 Generación de Desechos Sólidos

Los desechos sólidos generados en el proceso de matanza son:

- Pellejos y desechos de recortes.
- Estiércol
- Grasa

Tal como se plasma en el acápite anterior, estos desechos son de gran impacto en el efluente, lo que constituye su principal impacto ambiental. La proporción de la generación de estos desechos se muestra en la tabla 2.8.

<sup>14</sup> Fuente: "Cleaner Production Assessment in Meat Processing". UNEP. Danish Environmental Protection Agency.

Tabla 2.8 Indicadores de generación de desechos sólidos.<sup>15</sup>

Concepto	Indicador (respecto al peso de la res en pie)
<b>Proceso de matanza</b>	
Estiércol	5.5 kg/ton
Grasa (Pretratamiento de agua residual)	1.7 kg/ton
<b>Proceso de empaque</b>	
Grasa (Pretratamiento de agua residual)	2.0 kg/ton de producto.
<b>Manejo de intestino:</b>	
Grasa (Pretratamiento de agua residual)	2.3 kg/ton de producto
Estiércol del estómago	100 kg/ton de producto.

### 3. DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA.

#### 3.1 ¿Qué es Producción Más Limpia?

En los últimos 30 años, las políticas de control de la contaminación, han ido evolucionando de los métodos conocidos como “final de tubo”, hasta las recientes tendencias basadas en el principio de prevención, que cambia el cuestionamiento de “¿Qué hacemos con los residuos?” por, “¿Qué podemos hacer para no generar residuos?”. Sobre este principio se fundamenta la “Producción más Limpia”.

El concepto de Producción más Limpia fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 1989.

La definición de PML que ha sido adoptada por el PNUMA es la siguiente:

“PML es la continua aplicación de una estrategia ambiental PREVENTIVA integrada a los procesos, productos y servicios, a fin de incrementar la eco-eficiencia y reducir los riesgos a los humanos y al ambiente”.



*La Producción más Limpia es una estrategia ambiental preventiva, integrada a procesos, productos y servicios. Su fin es incrementar la eco-eficiencia, así como reducir los riesgos humanos y del ambiente.*



**El objetivo de la PML es aumentar la productividad, mejorar los procesos productivos y de servicio, la calidad del producto y la disminución de costos por la inadecuada utilización de materia prima, agua y energía. Está dirigida a un desarrollo económico y sostenible.**

**Para procesos de producción,** PML reduce la cantidad de materia prima, desechos e insumos desde la fuente de uso y generación durante el proceso de producción.

**Para Productos,** PML se enfoca en reducir el impacto ambiental, la salud y la seguridad de los productos a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta el desecho final del producto.

<sup>15</sup> Fuente: Slaughterhouses (Documento publicado por la FAO). <http://www.fao.org/WAIRDOCS/LEAD/X6114E/x6114e04.htm#TopOfPage>.



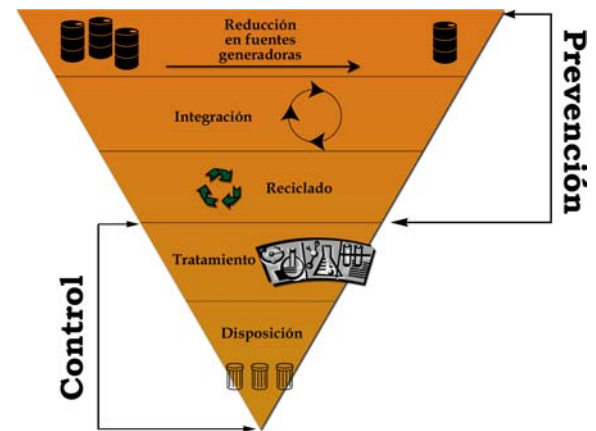
Para los servicios, PML implica incorporar preocupaciones ambientales en el diseño y la entrega del servicio.

La parte fundamental de PML es la prevención del uso ineficiente de los recursos y la generación innecesaria de desechos. Esto trae como beneficios la organización, la reducción de los costos operativos, reducción de desecho a tratar y de los costos de desechar.

### 3.2 ¿Qué es Prevención de la Contaminación?

Prevención de la contaminación es la reducción o eliminación de la contaminación desde su punto de origen en vez de al final del tubo. Prevención de la contaminación ocurre cuando<sup>16</sup>:

- Se usan materias primas, agua, energía, y otros recursos de una forma más eficiente.
- Se substituyen sustancias más peligrosas por las menos peligrosas y cuando se elimina el uso sustancias tóxicas en el proceso productivo.
- Se reduce el uso y la producción de sustancias peligrosas, y cuando se mejora la eficiencia de operaciones, protegemos la salud pública, fortalecemos la economía y conservamos el medio ambiente.



Son muchas las experiencias de empresas en los distintos países que muestran que los resultados obtenidos por este concepto, aportan de forma significativa a la optimización de procesos, incremento de la productividad y un mejor desempeño ambiental.

La diferencia entre estos conceptos y otras prácticas ambientales como control de la contaminación al “final del tubo” es el enfoque de “anticipar y prevenir” versus “reaccionar y tratar”.

**Control de la contaminación es un evento tardío, una propuesta de reaccionar y tratar. PML es una mirada hacia adelante, una filosofía de anticipar y prevenir**



### 3.3. Beneficios de la Producción Más Limpia

Existen una serie de ventajas o incentivos económicos, técnicos, organizativos y legislativos que se obtienen con la aplicación de la metodología de PML, tales como:

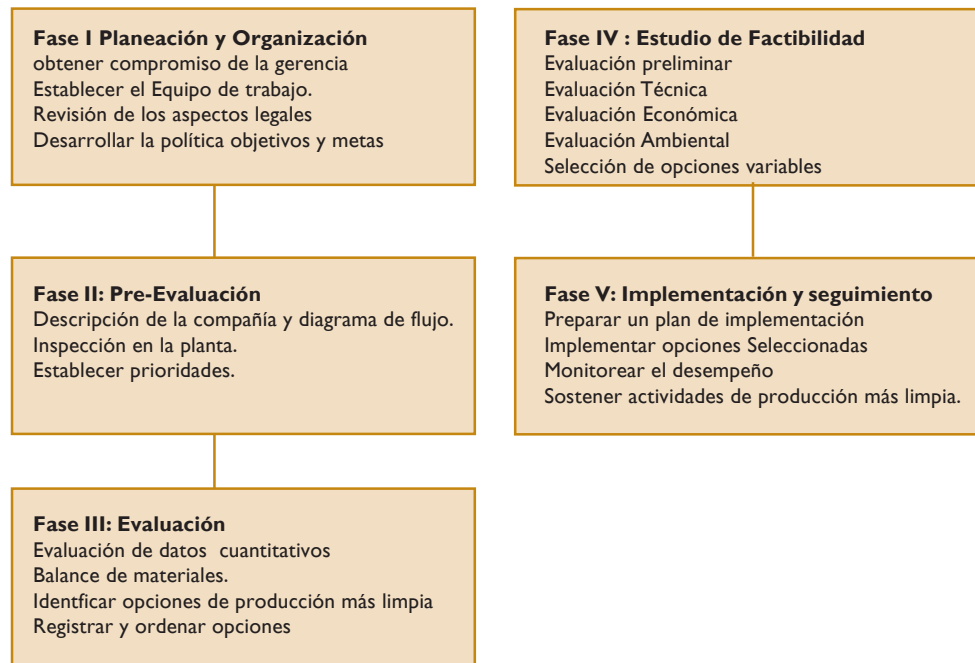
- Ahorros en materias primas, agua y energía.
- Aumento de la productividad, la calidad y competitividad de los productos.
- Mejora de la imagen de la empresa.
- Satisface los crecientes requerimientos ambientales.
- Reducción del riesgo para la salud y de accidentes.
- Ahorros en la gestión y tratamiento de residuos y emisiones.
- Al replantear procesos, procedimientos, etapas, materiales, ayuda a superar hábitos rutinarios.

<sup>16</sup> National Pollution Prevention Roundtable (NPPR) de los EEUU.



### 3.4. Metodología para realizar una evaluación en planta de Producción Más Limpia.

El siguiente diagrama muestra la secuencia de aplicación de Producción Más Limpia



La Producción más Limpia utiliza como herramienta el balance de entradas y salidas de los recursos.

Fig. 3.1 Pasos para la implementación de PML

### 3.5. Análisis de Entradas y Salidas

En una empresa, las oportunidades de mejora pueden surgir en los puntos de producción donde los materiales son almacenados, usados, procesados y transformados. Para reconocer si se está haciendo un uso adecuado de los insumos y materias primas, es necesario tener muy claras las operaciones en que estos se utilizan y las cantidades. La herramienta que utiliza la metodología de PML es el balance de entradas y salidas de los recursos de materia prima, agua y energía. Dentro de una empresa los recursos necesarios para la transformación de la materia prima pueden controlarse en puntos diferentes:

- Desde el momento en que se compran los insumos.
- El punto en el que se usan, en la máquina, en la unidad de producción y en la salida de esta última como producto terminado.
- Cuando pasa de una operación a otra.
- Cuando se transporta o trasiega.

La evaluación de PML puede delimitarse a un proceso completo o a una selección de operaciones unitarias, entendiéndose éstas como el proceso en el cual se introducen las materias primas e insumos, ocurre el proceso y se extraen los materiales, posiblemente en diferentes forma, estado y composición. Las operaciones unitarias son plasmadas en un diagrama de flujo que muestra la secuencia e interrelación entre ellas, así como las entradas y salidas en cada operación.



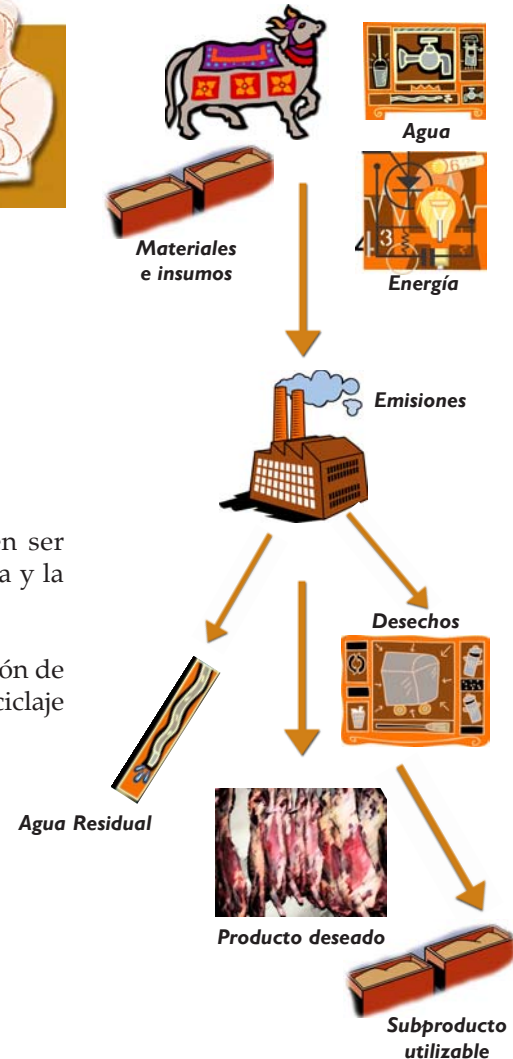


El diagrama de flujo tiene como objetivo presentar de forma global los materiales usados, ilustrar las áreas principales y secundarias del proceso, identificar los puntos de origen, uso y tratamiento de las materias primas y procesadas, de manera tal que se puedan interpretar rápida y fácilmente. (Ver anexo I).

El enfoque de PML asume que todas las compras o entradas de materiales deben dejar la empresa en forma de producto, de desperdicio, o emisiones. Los desechos son en sí, una medida de la eficiencia de la empresa.



### Diagrama de Entradas y Salidas



### 3.6 Opciones de Producción Más Limpia

Los factores principales en el origen de los desperdicios y emisiones son:

- El personal
- El manejo de materias primas y productos
- Tecnologías
- Procedimientos
- Proveedores

Sobre la base de estos factores, existen numerosas opciones que pueden ser agrupadas de distinta forma y que apuntan hacia la producción más limpia y la reducción de desperdicios

Las opciones de PML se clasifican en: Buenas Prácticas Operativas, sustitución de materiales, cambios tecnológicos, reciclaje interno, rediseño de producto, y reciclaje externo. La figura 3.2 muestra los niveles de prevención de la PML.

### Niveles de PML

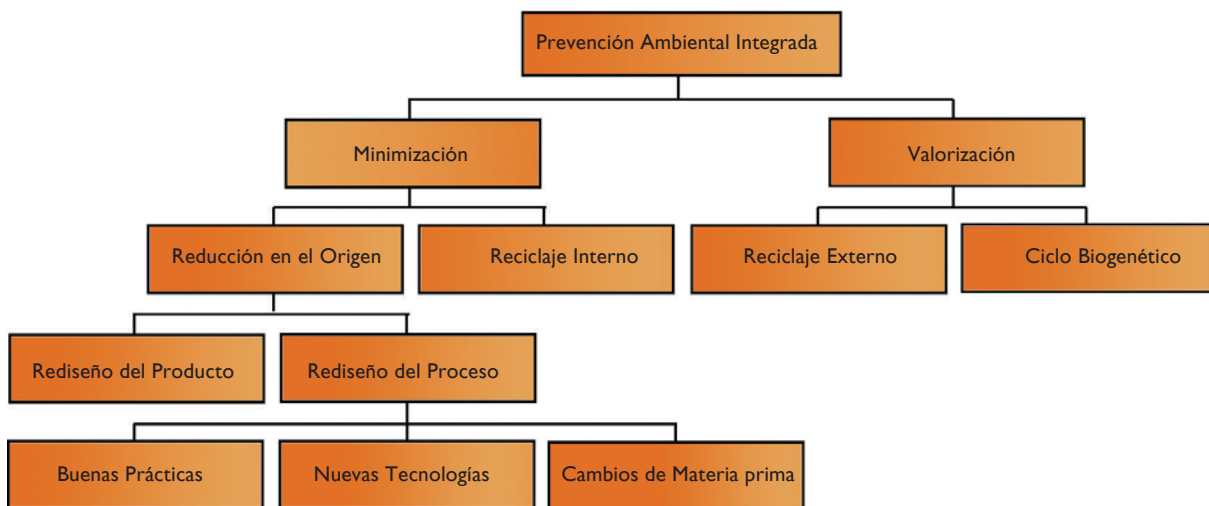


Figura 3.2 Gráfica de los niveles de prevención.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> [www.siga.cl/info02.htm](http://www.siga.cl/info02.htm)



### 3.6.1 Buenas Prácticas Operativas

Las Buenas Prácticas Operativas (BPO) se basan en la puesta en marcha de una serie de procedimientos destinados a mejorar y optimizar los procesos productivos y a promover la participación del personal. Son actividades con el objetivo de eliminar desperdicios o uso excesivo de insumos y tiempo, minimizando los residuos, las emisiones y los consumos energéticos.

Las BPO son un conjunto ordenado de propuestas eco-eficientes que no representan un gran esfuerzo para la empresa, (sencillas y de pequeñas inversiones)<sup>18</sup>, no significan modificar sus procesos, ni sistemas de gestión y que se pueden llevar a término en la empresa para reducir su impacto ambiental.<sup>19</sup>

Dentro de la empresa, podemos diferenciar BPO para desarrollar en el área de procesos productivos, almacenaje de los productos, generación y gestión de los residuos, oficinas, entre otros. Son también medidas con procedimientos administrativos o institucionales que una industria usa para aumentar rentabilidad.



*Las Buenas Prácticas Operativas ponen en marcha procedimientos destinados a mejorar los procesos productivos.*

### 3.6.2 Sustitución de Materiales

Los cambios en las entradas de los materiales favorecen la minimización de residuos, reduciendo o eliminando los materiales peligrosos que entran al proceso de producción. Así mismo, los cambios en la entrada de materiales ayudan a evitar la generación de residuos peligrosos dentro de los procesos de producción. Estos cambios incluyen purificación de los materiales y sustitución de los mismos.

### 3.6.3 Cambios Tecnológicos

Modificaciones del proceso y del equipo para reducir los residuos, prioritariamente en el Ciclo de Producción. Estos cambios incluyen: Cambios en los Procesos de Producción, Cambios en los Equipos, Flujo de Materiales o Tuberías de Conducción, Uso de la Automatización y Cambios en las Condiciones de Operación de los Procesos.

### 3.6.4 Reciclaje Interno

En términos prácticos, la reutilización dentro de una actividad productiva se puede realizar a partir de tres acciones fundamentales:

- Volver a introducir un material dentro de la línea de flujo a la que pertenece.
- Volver a utilizar un material, dentro del mismo proceso productivo, pero no dentro de la misma línea de flujo.
- Utilizar el material no dentro de la misma actividad industrial, sino como insumo o materia prima para otra actividad industrial.

### 3.6.5 Rediseño del Producto

Los cambios de producto se realizan con la intención de reducir los residuos que resultan del uso de un producto. Puede incluir sustitución del producto, mejoramiento de la conservación del producto y cambios en la constitución del producto.

<sup>18</sup> [www.getafeiniciativas.es/english/medioamb.htm#pto5\\_1](http://www.getafeiniciativas.es/english/medioamb.htm#pto5_1)

<sup>19</sup> <http://www.forumambiental.org/cast/archivos/mesure02.htm>



### 3.6.6 Reciclaje Externo

Es la recuperación de material valioso y su reintegración dentro del ciclo económico (ejemplo: papel, plástico, cartón) que puede servir de materia prima en otra empresa.

## 4. BUENAS PRÁCTICAS OPERATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MATADEROS INDUSTRIALES

**Buenas Prácticas Operativas se refieren al número de medidas prácticas basadas en el sentido común, que las empresas pueden adoptar para mejorar su productividad, obtener ahorros y reducir el impacto ambiental de sus operaciones.**



Las BPO están dirigidas hacia los siguientes aspectos:

- Racionalización del uso de materias primas, agua y energía.
- Reducción del volumen y/o Toxicidad de los desechos, efluentes y emisiones relacionados con la producción.
- Mejorar las condiciones de trabajo y la seguridad ocupacional de la empresa.

### 4.1 Consumo de agua y generación de efluentes.

Las buenas prácticas operativas relacionadas al consumo de agua, tienen como objetivo principal la reducción del consumo de agua y la reducción de la carga contaminante de los efluentes, con el fin de optimizar los costos de operación tanto del suministro de agua como del tratamiento del agua residual, obteniendo beneficios económicos y ambientales.

En el caso del consumo desde la fuente, los beneficios económicos dependerán del tipo de suministro de agua con que cuenta la empresa. Si la empresa se abastece de la red local de agua, los ahorros estarán a acordes al pliego tarifario correspondiente, más los costos de pre-tratamiento del agua y su bombeo hasta las áreas de proceso. Si la empresa tiene pozo propio, el costo del agua está dado por estos dos últimos parámetros<sup>20</sup>.

Desde el punto de vista de los efluentes, la reducción del volumen de agua a tratar, así como de la concentración de los contaminantes, hacen que el costo de tratamiento de agua residual sea menor, tanto a nivel de inversión como los costos operativos del sistema de tratamiento. El costo promedio por tratamiento de agua residual hasta un nivel secundario oscila entre 2 y 2.2 U\$/m<sup>3</sup>, valor que incluye la inversión inicial y los costos operativos del sistema<sup>21</sup>. Estos costos pueden ser calculados de forma específica para el tipo de sistema que tenga cada empresa.



**Se busca racionalizar el uso de materias primas, agua y energía.**

<sup>20</sup> Ver anexo II: Cálculo del costo del agua en empresas con pozo propio.

<sup>21</sup> Fuente: Sistema de Tratamiento de Agua Residual Industriales y Domésticas. Veenstra y Polsprasert, 1996.



## 1. Crear un programa de monitoreo y ahorro de agua.

### Descripción:

El uso del agua es uno de los principales impactos ambientales de un matadero industrial. Se debe de establecer una forma sistemática de controlarlo y optimizarlo.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Capacitando a los trabajadores sobre la importancia del agua y su costo para la empresa, ya que estos son los principales manipuladores del mismo y por lo tanto se debe fomentar en ellos una conciencia de ahorro que facilite la implementación de medidas de optimización.
- Haciendo énfasis en el cerrado de las válvulas en la planta, el uso de las mangueras sólo cuando es necesario y el cuidado del recurso en general. Esta actividad puede ser apoyada con afiches a lo largo de la empresa que incentiven el mejor uso del agua y muestren su importancia a los operadores.
- Supervisión en las operaciones de lavado y la forma en que se realizan. El lavado de la planta debe realizarse de arriba hacia abajo, empezando por las paredes, los equipos y utensilios y finalmente el piso, para evitar que las salpicaduras de las áreas más altas hagan que se duplique el lavado de mesas, utensilios y equipos enjuagados primeramente.
- Asegurarse que todas las llaves y mangueras estén cerradas durante las pausas y al terminar el turno de trabajo.
- Registrar el consumo de agua por área para su control a través del uso de indicadores. Para ello es necesario la instalación de medidores de flujo por área de interés. Se recomienda instalar medidores separados de la planta de matanza y la planta de procesamiento de subproductos.



Medidor de agua (contador)

La cantidad de medidores a instalar dependerá del grado de control por área que la empresa decida tener. Estos medidores servirán para el monitoreo del consumo de agua, el cual debe ser registrado en formatos de control diarios, con el fin de calcular su indicador de consumo por reses o cerdos procesados, o por tonelada de producto terminado. El uso de estos indicadores hará posible un mejor control de las operaciones consumidoras de agua, ya que ayudará a detectar cambios no esperados en el proceso respecto al uso de este recurso.

Tabla 4.1. Formato de control del consumo de agua

Área ó proceso	Consumo de agua ( m <sup>3</sup> ) / día	Ton de res procesada	Indicador
			Consumo de agua (m <sup>3</sup> ) Ton de res procesada

### Beneficios:

- Control del consumo de agua y la generación de efluentes.
- Evita que se den costos adicionales por pago del servicio de suministro de agua y por el sistema de bombeo. Además se controla los costos de tratamiento de los efluentes por volumen de agua a tratar.



- Mayor control de las operaciones de proceso que consumen agua.
- Ayuda a la detección de problemas como fugas no detectadas, usos inadecuados, etc.
- Mejora del desempeño ambiental.

## 2. Limpieza en seco en el proceso de limpieza de panzas.

### Descripción:

La panza y las tripas entran al área de tripería y se suelen depositar en una mesa de acero inoxidable donde se separan ambas partes. Un operario recibe la panza, la abre, vacía su contenido en la batea recolectora de estiércol, y la pasa al operario encargado de realizar el lavado inicial de panza. Este tipo de proceso hace que muchas veces el estiércol que cae en la batea sea descargado al sistema de drenaje de los efluentes verdes<sup>22</sup>.

**La panza contiene en promedio 24 Kg. de materia semi-digerida (85% agua y 15% sólidos)<sup>23</sup>** que genera una carga contaminante de 0.25 Kg. de DBO/100 kg en pie. Dado que una gran parte de esta DBO es soluble en agua, la evacuación del contenido de las panzas en los efluentes verdes resulta en la descarga de 0.20 Kg. DBO/100 Kg. en pie.

Además, un **5 a 10%** de los sólidos contenidos en las panzas es suficientemente fino para pasar a través de los filtros o tamices de aguas residuales normalmente utilizados en los mataderos. Esta pérdida de partículas finas resulta en la descarga de 0.04 a 0.08 Kg. de SST/100 Kg. en pie faenados<sup>24</sup>. Es necesaria la reducción de este fuerte impacto ambiental causado por esta etapa del proceso de matanza de reses.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Si se hace de una manera más artesanal, la limpieza en seco de panzas puede hacerse en un lugar alejado del canal de desagüe sin la utilización de agua. Esto significa que el operario al abrir la panza deberá vaciar el estiércol lo más que pueda en un área seca, para luego trasladar la panza a su lugar de lavado y procesamiento.
- También se puede lograr mediante un sistema de tornillo sin fin o de aire comprimido, que conecte una pila receptora del estiércol en el área de lavado de panzas y tripas, con el depósito final en seco de este material. El material recolectado en seco de la tripería tendría que ser utilizado para su transformación en abono orgánico.
- Se debe de colocar un recipiente para el lavado periódico del operario encargado de la separación en seco, evitando que se mezcle con el material de la panza. Un aspecto relevante es que la extracción del estiércol genera gases producto del contenido de la panza de la res, lo cual puede traer molestias y afectaciones a los operarios, razón por la cual es necesario proveerles de condiciones adecuadas para su limpieza constante.



**Limpieza en seco de estiércol de panzas y tripas.**

<sup>22</sup> Ver Glosario Técnico: Definición de efluentes verdes y efluentes rojos.

<sup>23</sup> "Diagnóstico de prevención de la contaminación matadero vacuno" U.S Agency for Internacional Development Latín América and the Caribbean (LAC) Bureau.

<sup>24</sup> Fuente: Carawan 1986.





### Beneficios:

- Con la aplicación de esta medida, la empresa logrará reducir notablemente la concentración de DBO y Sólidos suspendidos totales (SST) en su efluente final, y mejorará el rendimiento de su sistema de pre-tratamiento de efluentes verdes (sistema de tamices o tanques de sedimentación).
- Se estima que con la implementación de esta medida se logrará recuperar en seco el 90% del contenido de las panzas. Esto genera una reducción del impacto ambiental en los siguientes indicadores<sup>25</sup>:
- Reducción en  $DBO_5$  lograda con la recolección en seco del contenido de las panzas = 0.20 Kg. DBO/100 Kg. en pie.
- Reducción en SST lograda con la recolección en seco del contenido de las panzas = 0.06 Kg. SST/100 Kg. en pie.

Los beneficios anteriores se traducen en la reducción de los costos de tratamiento de agua residual y evita daños en el funcionamiento del sistema.

### 3. Recolectar "en seco" el contenido de las tripas

#### Descripción:

Las tripas separadas son recibidas por un operario encargado de limpiarlas y retirar la grasa y tejidos estructurales. Este operario puede exprimir manualmente el estiércol contenido en las tripas antes de lavarlas internamente o hacerlo a través de lavados a presión. Si el estiércol de las tripas es evacuado con agua se descarga al sistema de drenaje de los efluentes elevando el impacto ambiental de los mismos.

#### ¿Cómo se debe lograr?

- Se recomienda que el operador bote el estiércol evacuado manualmente de las tripas en un tacho o contenedor adecuado en vez de tirarlo al piso, previo al lavado de la tripa. El estiércol recolectado de las tripas podría ser evacuado de la tripería utilizando el mismo sistema de tornillo sin fin o aire comprimido que se puede utilizar para la limpieza de las panzas.

#### Beneficios:

- Con la aplicación de esta medida, la Empresa logrará reducir la concentración de DBO y sólidos suspendidos totales (SST) en su efluente final, mejorar el rendimiento de su sistema de pre-tratamiento de sus efluentes verdes, y mantener más limpio el piso de la tripería.



El estiércol contiene = 15,000 mg de  $DBO_5$  /litro<sup>26</sup> de estiércol fresco. Relación de SST/DBO en el estiércol fresco = 2.7 kg SST/l kg  $DBO$ <sup>27</sup>.



Extracción de estiércol de las tripas en seco de forma manual.

<sup>25</sup> Fuente: Eco-Efficiency Manual for Meat Processing. UNEP. 2002

<sup>26</sup> Carawan 1986

<sup>27</sup> Fuente: US DHEW, 1954



La recuperación del estiércol en las opciones anteriores, deja como beneficio muy importante, la posibilidad de ser utilizado como materia prima para la generación de subproductos de que dejen un **ingreso económico adicional a la empresa**, lo cual justifica la inversión en las modificaciones necesarias para su implementación. Entre las posibilidades se encuentran la generación de biogás<sup>28</sup> o su reutilización como abono orgánico.

#### 4. Procedimientos en seco de limpieza de pisos y equipos.

##### Descripción:

Muchas operaciones a lo largo de la cadena de producción generan una buena cantidad de partículas de carne, hueso y grasa que caen al piso de la planta. Los empleados encargados de la limpieza periódicamente lavan el piso del área de producción con mangueras y evacuan estos residuos a las líneas de drenaje de la planta. Es común observar que los operarios consumen mucha agua para empujar los residuos sólidos.

Un proceso de pre-limpieza en seco antes de la utilización de las mangueras con presión, es un buen comienzo para el ahorro del agua, debido a que se empieza con una recolección de residuos sólidos para evitar ser barridos con el agua y a la vez que estos se vayan al desagüe y sean depositados en el efluente.

##### ¿Cómo se puede lograr?

- Colocando supervisores en la limpieza, los cuales garanticen que las operaciones de lavado se realicen adecuadamente y se cumplan.
- Proporcionando utensilios necesarios para lograr la limpieza, tales como escurridores de piso, palas, paños y cepillos de limpieza para el proceso de pre limpieza.
- Nunca utilizar las mangueras como escobas o cepillos. Los operadores deben utilizar cepillos (raspadores) de goma en todas las operaciones de limpieza de piso y usar las mangueras solamente para realizar un enjuague final.
- Donde sea posible, los empleados deben raspar los pisos y otras superficies con cepillos de goma, u otros instrumentos, antes de proceder al lavado con manguera.
- Sacar las cubiertas del drenaje únicamente después de haber terminado la limpieza.
- Disponer como desecho sólido todo el material recuperado del piso y de las cubiertas del drenaje.

##### Beneficios:

- Reducción del consumo de agua y los costos de suministro, así como la generación de efluentes y los costos por su tratamiento.
- Reducción de desechos sólidos descargados en el efluente.



**Desechos sólidos recolectados en seco antes del lavado.**

<sup>28</sup> Ver sección 6.2



## 5. Equipar las mangueras con boquillas o pistolas de presión para reducir las pérdidas de agua cuando éstas no están en uso.

### Descripción:

A menudo los procedimientos de lavado que normalmente se siguen en una Industria de mataderos contribuyen con un alto porcentaje del consumo total de agua. El 50 por ciento de las operaciones de lavado se realizan con mangueras, de las cuales la mayoría no poseen boquillas o pistolas de presión, por lo que los operadores al no estar utilizando la manguera, dejan abiertas las llaves por descuido u olvido provocando el desperdicio del recurso.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Colocando boquillas o pistolas de alta presión en las mangueras, con lo cual se obtienen grandes ahorros en el consumo de agua en las diferentes operaciones de la planta.
- Por razones de higiene y duración, se recomienda el uso de pistolas industriales forradas de hule.
- Usar mangueras de presión en spray con una presión de no menos de 10 bar para el lavado de las canales.

### Beneficios

- Reduce los tiempos de operación de lavado de equipos, utensilios y planta en general.
- Aseguran que el flujo de agua salga más fuerte para una mejor calidad de la limpieza.
- Permiten que el agua no fluya cuando no se le esta usando.

Todos estos beneficios se transforman en una reducción del consumo de agua del proceso y por ende de los costos de operación.

Tabla 4.2. Ahorro estimado de agua por uso de pistolas industriales.

Diámetro de tubería (pulgadas)	Tiempo de lavado sin pistola (minutos)	Volumen de agua utilizado (litros)	Tiempo de lavado con pistola (minutos)	Volumen de agua utilizado (litros)	Ahorro (litros)
1/2	5	66	4	53	13
3/4	5	84	4	67	17
1	5	264	4	211	53
1 1/2	5	1,135	4	1068	67

Fuente: Cálculos experimentales elaborados por el CPML-N



Usar alta presión en vez de un alto volumen de limpieza en las superficies.



Lavado de las canales de reses usando mangueras con pistolas de presión.



## 6. Instalación de hidrolavadoras de presión para la mejora de la eficiencia del proceso de limpieza, equipadas con una combinación de agua caliente, detergente y alta presión.

### Descripción:

Otra opción para la optimización del lavado de áreas de mayor tamaño es el uso de bombas de alta presión o hidrolavadoras, las cuales son portátiles y reducen la cantidad de agua y detergentes para la limpieza.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Evaluar la capacidad necesaria del equipo en base a la demanda de agua, el área a lavar y el costo real del metro cúbico de agua en la empresa. Cabe señalar que en áreas muy pequeñas con poca demanda de agua para limpieza, estos equipos de limpieza no son viables económicamente.
- Capacitando al personal en el correcto uso de estos equipos.
- Estableciendo horarios de uso de estos equipos exclusivamente para las operaciones de lavado de la planta y equipos posterior a la matanza. Las áreas sensibles donde pueden ser utilizados estos equipos son: área de degüelle (impregnada con sangre), área de inspección de canales (acumulación de grasa) y área de inspección de vísceras (pellejos y grasas).

### Beneficios:

- Se reduce el consumo de agua para operaciones de lavado de la planta en un 85%, reduciendo así también la cantidad de efluentes<sup>29</sup>.
- Reducción de los costos por suministro de agua y tratamiento de efluentes.

## 7. Reparar Fugas en las tuberías

### Descripción:

El mal estado de las tuberías, grifos y válvulas genera incrementos no deseados en el consumo de agua, elevando a su vez los costos. El alto nivel de humedad durante todo el proceso de matanza, hace que muchas veces la presencia de fugas sea difícil de detectar, o sean subestimadas por los operarios. Sin embargo, la experiencia en PML permite afirmar que importantes porcentajes del consumo de agua son provenientes de fugas en las tuberías del proceso de matanza, cuando estas no son consideradas como prioritarias.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Iniciando un programa de identificación y reparación de fugas. Este programa debería cubrir todas las áreas de la Empresa, incluyendo los corrales, las áreas de producción, los baños y vestidores de empleados.



Hidrolavadoras.



Manguera con fugas y sin pistola de presión.

<sup>29</sup> Fuente: Datos Técnicos de los equipos en cuestión.



- Revisando regularmente las tuberías, válvulas y grifos.
- Estableciendo un plan de mantenimiento preventivo de las tuberías y válvulas.

#### Beneficios

- Reduce el consumo de agua y la cantidad de efluentes a tratar, así como los costos asociados.

#### 8. Usar sistemas de pedal o control automático para operar el flujo de agua en lavabos de manos.

##### Descripción:

La rapidez de las operaciones de matanza, hacen que los operarios hagan un uso indebido de las válvulas, ya sea para el lavado antes de entrar a la planta o en las llaves que se encuentran en las operaciones a lo largo del proceso. Es necesario facilitar el uso de estos dispositivos para los operarios, por lo que se recomienda el uso de sistemas de pedal o de control automático en los lavabos y grifos destinados al uso del personal. En el caso de lavamanos pequeños, se puede utilizar reguladores de flujo los cuales son más sencillos y reducen el caudal del agua a salir por el grifo a través de mayor presión y la adición de aire al flujo de agua.

##### ¿Cómo se puede lograr?

- Instalar válvulas de pie o válvulas de cierre automático en los lavabos de la planta de proceso, con el fin de facilitar el cierre de las válvulas y asegurar que no queden abiertas cuando no se están usando.
- En el caso de lavamanos de baños, así como en los mismos lavabos de planta de proceso activados por válvulas de pedal, se pueden adaptar reductores de flujo los cuales reducen el consumo de agua en al menos el 40%.

##### Beneficios:

- Reducción de los costos por suministro de agua y tratamiento de efluentes.
- Mejora de las condiciones de higiene en la planta de proceso.

#### 9. Utilizar sistema de flujo intermitente en el lavado a presión en la mesa de vísceras.

##### Descripción:

Algunos tipos de mesas modernas para corte de vísceras (y mesas de sangrado) incorporan sistemas de giro de lavado a presión en la dirección en que se mueve la mesa. En esta situación, se puede instalar controles de apagado vinculados a los sensores o a un switch que limite el paso del agua, convirtiendo el flujo en intermitentemente en vez de continuo.



Lavabos de manos de pedal



**Beneficios:**

- Se ha demostrado que el flujo intermitente puede reducir el consumo de agua hasta un 50 %<sup>30</sup> del consumo del equipo sin él.
- Reducción del costo de suministro de agua y tratamiento de efluentes.
- Alrededor del 50% del agua usada en este proceso es agua caliente (82°C), por lo que también se pueden lograr ahorros de energía.

**10. Control automático por sensores para el lavado de las reses en cabinas.****Descripción:**

Existen mataderos industriales que realizan el lavado de las canales en cabinas donde se utiliza agua a presión. Estos sistemas normalmente cuentan con un flujo constante que incrementa el consumo de agua. Se recomienda la instalación de sensores en dichas cabinas de lavado, para detectar la presencia de la res y por tanto dirigir el flujo de agua donde es requerido y el tiempo realmente necesario.

**Beneficios:**

- Los sensores de control se espera que reduzcan el uso del agua de un 30 a 50%<sup>31</sup>, lo cual se traduce en beneficios económicos para la empresa.

**11. Reducción del uso de agua en los corrales.****Descripción:**

Los corrales donde las reses y cerdos son depositados antes de pasar a la jaula de aturdimiento, tienen uno de los consumos de agua de mayor potencial contaminante. El estiércol de ambos animales, se incrusta en el piso del corral, el cual es lavado diariamente con abundante agua que se une a la corriente de efluentes. Es necesario minimizar la concentración de material contaminante en esta descarga.

**¿Cómo se puede Lograr?**

- Haciendo una limpieza en seco del piso del corral antes del lavado con agua, utilizando palas, raspadores y escobas. Esta opción no pretende eliminar los enjuagues con agua de los corrales, ya que según las normas de higiene e inspección de carnes, es necesario que la limpieza sea activa, eficiente y se realice en cada momento que haya acumulación de estiércol. Por tanto, se debe de evitar la acumulación del estiércol limpiando en seco previo a los enjuagues con agua, mejorando la eficiencia de los mismos al facilitar la calidad de la limpieza y disminuir el volumen de agua invertido en cada enjuague.
- Utilizar mangueras provistas de pistolas de presión para realizar los enjuagues (posterior a la evaluación en seco del estiércol).



Cabinas de lavado.



Antes del lavado, puede hacerse una limpieza del piso en seco. Esta práctica reduce el uso del agua en los corrales.

<sup>30</sup> Walford. 1994

<sup>31</sup> Fuente: "Eco-efficiency manual for meat processing" Development Department of Australia.



- Almacenar el estiércol de los corrales en seco en un terreno reservado para ese fin, ya que el estiércol en seco es de mejor calidad que el material lavado en términos de producir abono orgánico.

**Beneficios:**

- Reducción de hasta un 75 %<sup>32</sup> del consumo de agua en el área de corrales.
- Reducción de la carga contaminante de los efluentes.

**12. Limpiar los camiones de traslado de las reses y cerdos en seco.**

**Descripción:**

Al igual que en el caso de los corrales, el efluente de los lavados de camiones tiene una alta carga contaminante, ya que cuentan con estiércol resultante del traslado de los animales. Se recomienda limpiarlos en seco antes del lavado con agua con el fin de reducir su concentración de desechos sólidos y carga orgánica.

**¿Cómo lo podemos lograr?**

- Utilizando palas y cepillos apropiados en la limpieza del camión.
- Utilizando mangueras con pistolas de presión.
- Capacitando al personal en la conservación del agua.

**Beneficios:**

- Reducción del consumo de agua y los costos por su suministro, así como reducción de la generación de efluentes y los costos por su tratamiento.
- Reducción de la carga orgánica en el efluente.

**4.2 Consumo de energía y generación de emisiones.**

El consumo de energía es uno de los aspectos de mayor preocupación en los mataderos industriales, debido al alto costo que conlleva el uso de combustible para generar energía calorífica y el consumo de electricidad dado principalmente por el uso de sistemas de refrigeración.

El elevado uso de energía genera también un impacto ambiental importante. En el caso de la energía térmica, la generación de emisiones directas en la planta de procesos es proporcional a la cantidad de combustible quemado para la combustión en las calderas. En el caso de la energía eléctrica, su consumo también genera emisiones indirectas por la demanda de energía en la planta de generación eléctrica, las cuales pueden ser estimadas con el fin de dar elementos para crear una imagen ambiental producto de un programa de reducción energético. Esto contribuye al incremento de la competitividad de la empresa en el mercado.



La reducción del consumo de agua repercute en los costos de operación.

<sup>32</sup> Control de la Contaminación U.S Agency for International Development



La siguiente tabla muestra los indicadores que sirven de base para la estimación de la reducción de emisiones por cada unidad de combustible reducida.

**Tabla 4.3. Indicadores de emisiones y energía por la combustión de Búnker en calderas.<sup>33</sup>**

Impacto ambiental	Contaminante	Combustión del Búnker Factor de Emisión (g/l)	Combustión del Diesel Factor de Emisión (g/l)
Lluvia Ácida	NOx	8	10.23
Gas nocivo	CO	0.6	0.699
Efecto Invernadero	CO2	2986	2397
Hidrocarburo	HC	0.12	0.249
Lluvia Ácida	SO2	0.399	0.2952

A continuación se describen las Buenas Prácticas Operativas del área energética que pueden ser implementadas.

### 13. Realizar un levantamiento de datos técnicos de todos los equipos consumidores de energía.

#### Descripción:

Para una buena gestión del consumo de energía, es necesario conocer el total de equipos consumidores, así como los parámetros de funcionamiento, tanto del fabricante como los valores reales medidos en la empresa. Esto permitirá establecer los principales consumidores e identificar los cuellos de botella en los cuales es de mayor importancia incrementar la eficiencia.

#### ¿Cómo podemos lograrlo?

- Utilizando formatos de registro que contengan archivada la información de cada equipo existente en la planta de proceso. Los datos nominales a registrar de cada equipo pueden ser corroborados por mediciones reales hechas en planta al momento de una auditoría energética.

**Tabla 4.4 Formato de registro de equipos eléctricos.**

Nombre del equipo	Ubicación	Voltaje (voltios)	Amparaje (amperes)	Potencia (kW ó HP)	Tiempo de operación promedio (horas/día)	Consumo estimado (kWh/día)

La columna de consumo estimado se obtiene multiplicando la potencia en kW por el tiempo de operación promedio diario. Este tiempo debe establecerse para una línea base de producción que sirva de referencia para la estimación del consumo eléctrico.



*Una buena gestión implica conocer la cantidad de consumo energético que realizan todos los equipos de la empresa.*

<sup>33</sup> Fuente: Área de eficiencia energética. Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua.

**Beneficios:**

- Permite la priorización de las áreas de consumo para su optimización.
- Control del consumo real versus la facturación, con el fin de identificar consumos no registrados o problemas de cobros adicionales por la empresa distribuidora.

**14. Establecimiento de indicadores de consumo energético de la empresa.****Descripción:**

El monitoreo y control de la energía tanto eléctrica como térmica, es de gran importancia por tratarse de uno de los principales costos operativos de la industria de mataderos.

Las variaciones en los consumos en ambos tipos de energía, deben estar acorde a la producción de carne o al sacrificio de reses, por lo que el indicador debe controlarse en relación al número de reses sacrificadas.

**¿Cómo podemos lograrlo?**

- Utilizando formatos de control para cada tipo de consumo de energía. La tabla siguiente muestra un ejemplo:

**Tabla 4.5 Formato de control del consumo de energía eléctrica y térmica.**

Área ó proceso	Consumo de energía kWh/mes (facturación)	Consumo de combustible (gln/mes)	Ton de res procesada al mes	Indicador
				Consumo de kWh Ton de res procesada
				Consumo de galones Ton de res procesada

El registro de los consumos puede realizarse en coordinación con el operario de calderas y el responsable de mantenimiento (ver anexo III).

- Concienciando y capacitando a los operarios en el registro y uso de estos indicadores.
- Publicando las mejoras encontradas al presentarse una reducción de estos indicadores en el proceso.

**Beneficios:**

- Control sobre el gasto de combustible y el consumo de energía eléctrica.
- Se evita pérdidas de combustible por problemas no detectados en el proceso.
- Reducción de costos de operación.

**15. Eliminar fugas en el sistema de distribución y generación de vapor.****Descripción:**

Las fugas de vapor suelen estar ocasionadas por el poco mantenimiento a las



instalaciones. Sin embargo, el vapor tiene un importante costo originado por el consumo de combustible. El mal estado de las válvulas, las trampas de vapor y bridas, aumentan el consumo de combustible de la caldera, y por lo tanto generan mayor costo.

Otra consecuencia de la presencia de fugas en un alto nivel, es la reducción de la presión en las tuberías de vapor. Esto hace que el agua de la caldera se recargue en las tuberías de vapor, desaprovechando el vapor generado; además puede ocasionar que el equipo o el procedimiento para el cual se está utilizando el vapor, no llegue a los parámetros de presión y temperaturas necesarias para su operación, lo cual baja la calidad del proceso realizado. Normalmente, esta baja de presión es compensada por el operario a través del incremento de la presión de operación de la caldera, lo que implica un mayor consumo de combustible.

### ¿Cómo se puede lograr?

Establecimiento de un sistema de mantenimiento preventivo que implique las siguientes acciones:

- Revisión periódica del estado de las tuberías.
- Mantenimiento del material aislante en buen estado.
- En las calderas, revisar el buen estado del termostato. Un termostato preciso permite mantener una temperatura constante y mínimo consumo de energía.
- Revisión de las fugas en la columna del nivel de agua de la caldera.

### Beneficios:

- Aumento de la vida útil del sistema de distribución.
- Evitar accidentes laborales por quemaduras de vapor.
- Ahorro de combustible. La siguiente tabla muestra las pérdidas posibles para fugas en tuberías con ciertas condiciones de funcionamiento de la caldera.

Tabla 4.6. Pérdidas por fugas de tuberías<sup>34</sup>.

Tipo de Combustible	Longitud de la fuga en pies	Longitud de la fuga en centímetros	Pérdida U\$ / año <sup>35</sup>
Diesel	0.5	15.25	250
	1	30.5	416.66
	1.5	45.75	533.33
	2	61	633.33
Búnker	0.5	15.25	103.33
	1	30.5	136.66
	1.5	45.75	216.66
	2	61	333.33

**Nota:** Cálculos realizados en base a: Presión de 80 PSI, eficiencia del 70%, tiempo de operación de la caldera de 4 horas por día, 365 días del año.

<sup>34</sup> Fuente propia. Centro de Producción Más Limpia.

<sup>35</sup> El precio utilizado para el Diesel es de U\$ 1.72 / galón, el precio utilizado para el búnker es de U\$ 1 / galón. Estos valores varían por país.



Fugas de vapor. En tuberías y en calderas.





El factor de conversión del valor presentado de pérdidas al año, si se quiere estimar las pérdidas para mayor tiempo de operación, se calcula dividiendo las horas a calcular entre un total de 1460 horas correspondientes al cálculo actual. El resultado se multiplica por la columna de pérdidas de U\$/año, obteniendo una estimación de las pérdidas por fugas para el tiempo de operación de la caldera requerido.

**16. Aislar tuberías, tanques de almacenamiento y superficies de procesos calientes.**

**Descripción:**

Al igual que en el caso de las fugas, la falta de aislamiento produce pérdidas por consumo de combustible. El aislante térmico se utiliza para proveer resistencia al flujo de calor de una superficie caliente a una fría, reduciendo las pérdidas en los elementos que integran el sistema de vapor, tales como las calderas, tuberías, accesorios, tanques y marmitas.

**¿Cómo se puede lograr?**

El aislamiento apropiado de estas superficies puede reducir las pérdidas por calor en un 90 %. La selección del aislante apropiado es un aspecto fundamental. La siguiente tabla muestra los tipos de aislantes sugeridos según su aplicación.

**Tabla 4.7 Tipos de aislante de tuberías<sup>36</sup>.**

Materiales aislantes	Intervalo de temperatura		Aplicaciones
	(°F)	(°C)	
Espuma de uretano	De -270 a 220	De -132 a 107	● Tanques y recipientes
Manta de fibra de vidrio	De -270 a 850	De -132 a 454	● Enfriadores, tanques (calientes, fríos y equipos de procesos).
Lámina de elastoméricas	De 40 a 220	De 4 a 104	● Tanques y enfriadores
Tableros de fibra de vidrio	De Ambiente a 850	De ambiente a 454	● Calderas, tanques e intercambiadores.
Tablas y bloques de silicato de calcio.	De 450 a 1200	De 93 a 649	● Calderas, tragantes, revestimiento de chimeneas.
Bloques de fibra mineral	Hasta 1900	Hasta 1037	● Calderas y tanques
Cañuela de fibra de vidrio	De 120 a 850	De - 49 a 454	● Tuberías

En el caso de las tuberías, los parámetros a considerar son el diámetro de la tubería y la temperatura del proceso a la que se encuentra el flujo interno. La selección del espesor para el caso de las superficies, dependerá del tipo y tamaño del tanque, tina u otro recipiente a aislar.

**Beneficios**

- El aislamiento de tuberías y superficies genera beneficios económicos por la reducción del consumo de combustible. El valor de estos beneficios está en dependencia de las condiciones de operación de la caldera. El anexo VI muestra la estimación de estas pérdidas para diversas condiciones de operación.
- Mejora de las condiciones ambientales de los operarios, al evitar el calentamiento de las áreas de trabajo.



**Tuberías sin aislamiento. Esta práctica produce pérdidas por consumo de combustible.**

<sup>36</sup> Fuente: Sección 2.2. Manual de Utilización y Administración de la Energía en la Industria. ICAITI.



## 17. Recuperación de condensados

37

### Descripción:

Los equipos de cocimiento y calentamiento a través del intercambio de calor, generan condensados que deben ser recuperados. Este condensado conserva parcialmente dos características importantes:

1. **Energía calorífica que se manifiesta en una alta temperatura.**
2. **Agua limpia y tratada.**

Ambas características le agregan valor económico al vapor condensado, ya que significaron un costo operativo importante en la generación de vapor. Por tal razón, su aprovechamiento es representa una oportunidad de ahorrar dinero.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Esta opción se logra instalando tuberías que retornen el vapor condensado al tanque de alimentación de la caldera. De esta manera la temperatura del agua de alimentación se eleva al mezclarse con el agua caliente, reduciendo la demanda de combustible para llevarla hasta el estado de vapor; además el volumen necesario de agua fresca disminuye.

### Beneficios

- Reducción del consumo de combustible y el costo operativo de la generación de vapor. El ahorro generado por diferentes volúmenes de vapor condensado se muestra en el anexo V.
- Reducción del consumo de agua.

## 18. Regular la relación aire combustible para garantizar la eficiencia de la combustión en las calderas.

### Descripción:

Una incorrecta relación entre el combustible y el aire para la combustión, o temperaturas de combustión demasiado altas o demasiado bajas son la causa de la formación de productos secundarios, tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas finas e hidrocarburos no quemados, todos ellos contaminantes del aire. Si esta relación aire - combustible es erróneamente ajustada, genera un mayor gasto de combustible y por ende pérdidas económicas. Es por esto que es necesario regular este parámetro de funcionamiento.

### ¿Cómo se puede lograr?

- La empresa debe de conocer con frecuencia el análisis de los gases de su caldera. Este tipo de análisis refleja la temperatura de los gases de la chimenea y los porcentajes de presencia de los gases de la combustión. A partir de este análisis, se toma como referencia esta temperatura y el porcentaje de CO<sub>2</sub> y de Oxígeno, para el cálculo del porcentaje de exceso de aire.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Ambos datos se utilizan como datos de entrada en tablas teóricas que determinan la eficiencia de la combustión y el porcentaje de exceso de aire asociado a cada nivel de eficiencia. Estas tablas pueden encontrarse en la bibliografía de combustión en calderas, se pueden mencionar Manual de Utilización y Administración de la Energía en la Industria. ICAITI.



- En base al porcentaje de exceso de aire real que tenga la combustión utilizada, se compara con el porcentaje de exceso de aire que debe tener una buena combustión según el tipo de combustible utilizado. Según los resultados de la comparación, el operario puede ajustar el nivel de aire, hasta llegar al valor deseado. Los porcentajes deseados se muestran en la siguiente tabla<sup>38</sup>:

**Tabla 4.8. Porcentajes de exceso de aire y oxígeno para la combustión por tipo de combustible.**

Combustible	Exceso de aire (%)	Oxígeno (%)
Gas Natural	5 - 10	1 - 2
Gas propano	5 - 10	1 - 2
Carbón pulverizado	15 - 20	2 - 3.5
Carbón, alimentador	20 - 30	3.5 - 3
Diesel (fuel oil No. 2)	10 - 20	2 - 3
Búnker (fuel oil No. 6)	10 - 20	2 - 3.5

- Para lograr la regulación y monitoreo del nivel deseado de aire, es recomendable que la empresa adquiera el kit de analizador de gases, cuyo precio puede oscilar entre los U\$ 1,500 y U\$ 2000.00 sin impuestos.
- Capacitar al operario en el uso e interpretación de la medición de gases de la chimenea y la eficiencia de la combustión.

#### Beneficios:

- Reducción del consumo de combustible y el costo operativo de la generación de vapor.
- Reducción de emisiones contaminantes.

#### 19. Controlar los parámetros de operación de calderas para evitar variaciones en las variables de trabajo (presión y temperatura) que afecten la eficiencia de las mismas.

##### Descripción:

Lo que no se registra no se puede controlar. Es por esto que es necesario se registren los parámetros de funcionamiento de las calderas con que cuente el matadero. La demanda de vapor es correspondiente al número de reses sacrificadas; para controlar que la producción de vapor obedezca a esta variable, es necesario que se controlen los parámetros de la caldera y el consumo de combustible. Esto evita la presencia de fallas en el equipo que puedan crear problemas en el proceso de matanza.

Estas medidas de control también ayudan a mantener al día los indicadores de consumo de combustible y a verificar los avances en la implementación de medidas de ahorro, comparando los resultados obtenidos en el tiempo con las estimaciones iniciales.



**Control permanente de caldera.**

<sup>38</sup> Fuente: [http://www.engineeringtoolbox.com/23\\_167.html](http://www.engineeringtoolbox.com/23_167.html)



### ¿Cómo lo podemos lograr?

- Capacitar al personal en la importancia del control de los parámetros.
- Llevar actualizada una ficha técnica de cada caldera en funcionamiento, que incluya sus parámetros de chapa (ver anexo VI)
- Registrar los parámetros de funcionamiento de la caldera cada hora de la jornada de trabajo. Si las actividades del matadero se desarrollan en las 24 horas del día, la hoja de registro de la caldera debe marcar 24 registros (ver anexo VII).
- Calcular los indicadores de consumo de combustible diariamente en base a los datos registrados y la matanza de reses diaria.

### Beneficios

- Permite la verificación de los costos operativos reales de la empresa.
- Ayuda al control de las condiciones de funcionamiento del sistema de generación y distribución vapor, evitando se presenten problemas inesperados que generen costos por reparaciones mayores o pérdidas no registradas.

## 20. Controlar el nivel de agua caliente en el tanque de escaldado de cerdos.

### Descripción:

Los tanques de escaldado se deben mantener a una temperatura de aproximadamente 62 °C, por lo que son calentados con el uso de vapor. Suelen tener una dimensión apropiada para tres o cuatro cerdos en el caso de mataderos de poca matanza. Los cerdos son depositados en el tanque de escaldado según el avance de la línea de producción. Sin embargo, muchas veces se producen reboses de agua producto de no balancear la cantidad de cerdos acorde a la capacidad del tanque, así como la cantidad de agua de restitución. Debido a que el agua utilizada es agua caliente, tiene un valor adicional producto del uso de vapor, por lo que es recomendable evitar estos derrames.



Tanque de escaldado.

### ¿Cómo lo podemos lograr?

- Capacitar a los operarios en la importancia de la preservación del agua caliente.
- Calibrar el tanque de escaldado acorde a la cantidad de agua máxima que puede tener, considerando el volumen y peso de los cerdos.
- Evitar colocar más cerdos de lo establecido para la capacidad del tanque de escaldado.
- Supervisión de los operarios de la etapa de escaldado.

### Beneficios:

- Reducción de pérdidas de calor que equivalen a consumo de combustible no aprovechado (reducción del costo económico del proceso).
- Reducción de demanda de vapor y por ende, de emisiones de la caldera al ambiente.



## 21. Aislar esterilizadores de cuchillos y ajustar flujo de agua caliente.

### Descripción:

Las exigencias de calidad en la producción de la carne establecen que durante el proceso de deshuese, los cuchillos deben ser esterilizados cada 20 minutos. Esto hace necesario que existan a lo largo del área de deshuese equipos esterilizadores. Estos equipos normalmente utilizan flujos constantes de agua caliente y vapor, con el fin de mantener el agua a una temperatura de hasta los 82 °C, donde los cuchillos son sumergidos para su esterilización. A pesar de la temperatura de los esterilizadores, el cuarto de deshuese debe mantenerse a una temperatura templada, la cual oscila entre los 14 y 15 °C, para garantizar la calidad de la carne.



Esterilizador de cuchillos por inmersión.

Esta combinación de procesos calientes con procesos fríos, baja la eficiencia de ambos sistemas de transferencia de calor (caldera para la generación de vapor y sistemas de enfriamiento). El consumo de energía vía combustible y energía eléctrica se ve aumentado.

En el caso de la energía eléctrica, la demanda de carga de enfriamiento aumenta al tener más aire caliente a enfriar producto del intercambio de calor entre los esterilizadores. Esto aumenta el tiempo de trabajo de los compresores y por ende el consumo de energía eléctrica. En el caso de la generación de vapor, la demanda de calor para mantener el agua a la temperatura deseada es mayor, ya que el diferencial de temperatura de la sala hace que la pérdida de calor del agua se agilice, produciendo un mayor consumo de combustible.

Es necesario entonces, evitar al máximo la transferencia de calor entre el agua caliente y el aire frío.

### ¿Cómo lo podemos lograr?

- En el caso de esterilizadores por inmersión, los recipientes de agua caliente deben ser aislados para evitar la rápida transferencia de calor.
- El área para la introducción de los cuchillos y utensilios en el recipiente de agua caliente debe ser lo más cerrada posible para evitar una mayor área de intercambio de calor directo entre el agua caliente y el aire.
- El flujo de agua se debe mantener al mínimo requerido para mantener la temperatura en función de las pérdidas de calor posterior al aislamiento. En muchos casos, flujos mayores no controlados, hacen que más agua caliente sea utilizada innecesariamente. Se recomienda controlar este flujo al mínimo posible ajustando la salida de agua de la válvula de cada esterilizador.

### Beneficios:

- Reducción del consumo de energía eléctrica.
- Reducción de la demanda de agua caliente y por ende del consumo de combustible.





Ambos beneficios dependen del número de esterilizadores del área y del tipo de esterilizador de flujo continuo. Cabe señalar que existen sistemas modernos de esterilización a través de sistemas de spray, los cuales dirigen el agua directamente sobre los utensilios a esterilizar. Estos pueden ser operados con el pie y no necesitan mantener un flujo constante de agua caliente. Sin embargo, estos sistemas no necesariamente usan menos agua que un sistema bien diseñado de flujo continuo.

Esto se debe a que usualmente grandes cantidades de flujo instantáneo (mayor caudal que el de flujo continuo) son utilizados frecuentemente. Además, si se mantiene abierto por un tiempo más prolongado, puede causar más gasto de agua que el esterilizador de flujo continuo en el mismo lapso de tiempo. Las condiciones de uso de cada matadero determinarán entonces la rentabilidad de hacer o no este cambio.

## 22. Racionalizar la línea de tuberías de distribución de vapor.

### Descripción:

La industria de mataderos es una actividad tradicional en la mayoría de los países donde se desarrolla. Su crecimiento ha obedecido a las necesidades de ampliación de su capacidad productiva y a las exigencias que nuevas normativas van adicionando. Estos cambios muchas veces se hacen de forma rápida, lo que no permite diseños optimizados de aspectos como las tuberías de vapor, creando largas conexiones que aumentan las pérdidas por tuberías y por ende, la demanda de calor en la caldera. Es necesario evitar distancias innecesarias en el recorrido de la línea de distribución de vapor.

### ¿Cómo lo podemos lograr?

- Entrenando al personal de mantenimiento en el principio de la optimización.
- Estableciendo rutas eficientes del traslado del vapor desde su generación hasta su punto de uso final, tomando en cuenta las distancias óptimas, la seguridad laboral y los costos de instalación que se pueden incrementar por accesorios.

### Beneficios:

- Reducir la demanda de vapor y por ende el consumo de combustible.

## 23. Optimizar las formas de iluminación y su consumo, tomando en cuenta los estándares establecidos.

### Descripción:

Los mataderos industriales cuentan con diferentes áreas de proceso bien seccionadas, las cuales difieren en necesidades de iluminación. Es necesario adaptar estas necesidades según lo estipulado en las normas del trabajo, a través de métodos más eficientes que puedan generar ahorros del consumo eléctrico.



*Iluminación de un matadero industrial.*



## ¿Cómo lo podemos lograr?

- Tomando en cuenta los estándares de iluminación correspondientes a las actividades de la empresa. La tabla siguiente muestra el nivel de iluminación recomendado por tipo de área<sup>39</sup>:

Tabla 4.9. Niveles de iluminación recomendados para un matadero industrial.

Intensidad de la iluminación (Luxes)	Área recomendada
540	Preparación o examen detallado
220	Restantes locales de trabajo
110	Otras zonas; mientras se procede a la matanza o faenado de animales y cuando se está deshuesando o preparando la carne.

En base a los estándares anteriores se puede seccionar de formas distintas las áreas de proceso, evitando iluminación adicional que genera mayor consumo de energía.

- Diversificar la fuente de iluminación según la demanda de luxes de cada área. Estas fuentes pueden ser la luz natural y las lámparas y bombillos ahorrativos. Existen diversos lugares donde se pueden aprovechar la luz natural si afectar las condiciones del trabajador, tales como pasillos, lavados de cebos, entre otros. En cuanto a la iluminación por medio de lámparas ahorrativas, se recomienda la sustitución paulatina de las unidades existentes poco eficientes por unidades de mayor eficiencia. La siguiente tabla muestra algunos tipos recomendados<sup>40</sup>:

Tabla 4.10. Tipos de luminarias que pueden ser utilizadas en una empresa.

Tipo de lámparas	Características
<b>Sodio Baja presión</b>	Este tipo de lámparas son las más eficientes. Son situadas principalmente en la iluminación exterior y emiten una luz amarilla, sin embargo no es muy perceptible.
<b>Sodio Alta presión</b>	No son tan eficientes como las de tipo Sodio Baja Presión, pero son recomendadas de sustituir para uso interno y externo.
<b>Halide Metálico y Vapor de Mercurio</b>	Son comúnmente utilizadas en áreas de fábricas.
<b>Fluorescentes</b>	Son las más eficientes para áreas pequeñas para tareas de baja necesidad de iluminación. Cuentan con un 20 % más de eficiencia. Están disponibles en tamaños estándares o en tamaños compactos, y pueden ser usados para reemplazar los bombillos incandescentes. El costo unitario es más elevado, pero utilizan un quinto de la electricidad respecto a las incandescentes y tienen una mayor vida útil. Además, de estas lámparas existen modelos fluorescentes de mayor eficiencia denominados modelos ahorrativos.

<sup>39</sup> Fuente: Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para la Carne fresca. CAC/ RCP 11- 1976, Rev. 1(1993).

<sup>40</sup> Fuente: Ecco- Efficiency Manual for Meat Processing. Queensland Government. Meat and Livestock. Australia.



- Pintar las paredes y techos de las áreas de trabajo de colores claros, con el fin de aprovechar la luminosidad.
- Aumentar la supervisión para la verificación de lámparas encendidas fuera de horario o de forma innecesaria durante el proceso.
- Individualizar circuitos por área, con el fin de apagar parcialmente las lámparas en la medida que se deje de necesitar la iluminación.

#### Beneficios:

- Mejores condiciones visuales de los trabajadores para realizar las operaciones.
- Reducción del consumo de energía eléctrica.

La siguiente tabla muestra los ahorros potenciales por la sustitución de lámparas fluorescentes por ahorrativas.

Tipo de Lámpara	Sustitución recomendada	Ahorro \$/año <sup>41</sup>
Incandescente 100 W	Fluorescente 20 W	29.60
Fluorescentes 40 W	Ahorrativa 32 W	24.29

## 24. Control de temperatura en unidades de enfriamiento.

### Descripción:

El compresor de toda unidad de enfriamiento funciona en base a una temperatura deseada en el cuarto o área de refrigeración. De la misma manera, si se tiene sistemas centralizados de compresores, es necesario establecer un control termostático, que disminuya el tiempo de operación de los equipos acorde los parámetros de funcionamiento demandados.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Instalando un mecanismo electrónico que controle el apagado y encendido del banco de compresores en el orden que las cámaras de refrigeración lleguen a la máxima temperatura de enfriamiento.
- Capacitando al personal de mantenimiento en la supervisión de los parámetros de funcionamiento del sistema y en la forma de realizar los ajustes necesarios.

### Beneficios:

- Reducción del consumo de energía eléctrica y por ende de los costos de operación.
- Aumento de la vida útil de los compresores.



Compresor en unidades de enfriamiento.

<sup>41</sup> El costo utilizado es de 0.12 US\$ / kWh. El precio del kWh varía de acuerdo al país.



## 25. Mejorar el mantenimiento de los cuartos fríos para evitar pérdidas por infiltración.

### Descripción:

Debido al alto costo de los sistemas de refrigeración requeridos para un matadero, las unidades que los conforman muchas veces tiene muchos años de operación en las empresas y su sustitución es una alternativa poco frecuente de tomar. Es por esto que es necesario establecer chequeos periódicos de mantenimiento a estas instalaciones, con el fin de evitar formas de infiltración de aire caliente que bajen la eficiencia del sistema y aumenten el consumo de energía.

### ¿Cómo se puede lograr?

- Orientando al personal de mantenimiento en el chequeo constante y documentado de los sistemas de refrigeración.
- Reparar fugas por infiltración en techos y paredes de los cuartos fríos.
- Colocar cortinas de plástico en las entradas y ventanas de despacho de los cuartos fríos, para evitar el intercambio de aire frío por aire caliente.
- Reparar los daños en empaques de las puertas de los cuartos fríos.
- Diseñar antecámaras en la entrada de los cuartos fríos, a manera de trampas de aire, con el fin de reducir el diferencial de temperatura entre el aire que sale del cuarto y el aire caliente del ambiente.

### Beneficios:

- Reducción del consumo de energía eléctrica y por ende los costos de operación.
- Aumento de la vida útil de los compresores.

## 26 Ajustar la temperatura de operación de los cuartos fríos a los valores establecidos por la demanda de refrigeración de cada unidad.

### Descripción:

Los cuartos tienen una temperatura de diseño, la que está en función de la carga máxima a refrigerar. Las temperaturas recomendadas para almacenamiento de carne fresca es de 0 °C (32 F), mientras que para congelamiento es de -2 °C (29 F). En el caso de las vísceras la temperatura de congelamiento es de -21 °C (-5 F)<sup>42</sup>. En ocasiones los cuartos son regulados a temperaturas más bajas de lo necesario según la cantidad de carne a enfriar y la capacidad del sistema de enfriamiento.

Esto hace que el tiempo de operación de los compresores aumente generando un mayor consumo de energía.



*El personal debe estar capacitado para documentar y supervisar constantemente los sistemas de refrigeración.*

<sup>42</sup> Fuente: Caso de estudio en empresa Nicaragüense. Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2003.



### ¿Cómo se puede lograr?

- Estimando la temperatura correcta que debe tener el cuarto de refrigeración, tomando en cuenta la temperatura de almacenamiento requerida por el producto y los parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración con que opera la empresa.
- Capacitando al personal en la importancia de mantener la temperatura correcta en la sala de refrigeración.

### Beneficios:

- Reducción del consumo de energía eléctrica y por ende los costos de operación.
- Aumento de la vida útil de los compresores.

### 27. Regular las presiones de trabajo de condensación y del sub enfriador.

#### Descripción:

La presión es uno de los parámetros que determinan la cantidad de energía necesaria para lograr el proceso de condensación del refrigerante. Si ésta no se encuentra regulada respecto al tipo de refrigerante, puede haber variaciones importantes en el consumo de energía, lo que generaría mayor gasto de este recurso.

Igualmente en el caso de las unidades subenfriadoras, se cuenta con una presión de diseño para lograr la disminución del flujo que entra en los compresores de alta presión. Esta disminución trae consigo un aumento en la eficiencia del equipo del compresor. Si la presión se disminuye demasiado por debajo del parámetro de diseño, la eficiencia del compresor baja, ya que disminuye la densidad del refrigerante. Por tanto, el compresor tiene que trabajar más para comprimir una determinada cantidad de gas.

Ambos parámetros deben de mantenerse en los valores óptimos que el diseño del sistema de enfriamiento les permita, con el fin de mantener la eficiencia de los equipos y por ende mejorar el consumo de energía.

### ¿Cómo lo podemos lograr?

- Revisar los parámetros de funcionamiento actuales de sus equipos de refrigeración, y comparar con los parámetros de diseño para su corrección.
- Capacitando al personal de mantenimiento en la importancia de mantener correctamente regulados estos parámetros.

### Beneficios:

- Reducción del consumo de energía eléctrica. La experiencia en un caso de estudio en un matadero industrial, logró la reducción de un 4% del consumo de energía de su sistema de refrigeración, al regular estos parámetros<sup>43</sup>.
- Aumento de la vida útil de los compresores.



**Se hace necesario revisar los parámetros actuales de los equipos de refrigeración y corregirlos según sus parámetros de diseño.**

<sup>43</sup> Fuente: Caso de estudio en empresa nicaragüense. Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2003.



**28. Aumentar la eficiencia de funcionamiento de los aires acondicionados de las oficinas.****Descripción:**

Como el nombre lo indica, el aire acondicionado tiene por objeto acondicionar o climatizar el aire en determinado lugar o espacio. Esto involucra habitualmente el control no solamente de la temperatura del espacio sino también de la humedad y de la circulación del aire. Existen una serie de medidas que deben de tomarse en cuenta para reducir el consumo de energía de estos equipos, las cuales pueden ser útiles para otro tipo de unidades de enfriamiento.

**¿Cómo lo podemos lograr?**

- Revisar el sistema de limpieza que se realiza a los aires acondicionados. Es importante eliminar las incrustaciones en las partes de cada unidad, ya que estas generan pérdidas de energía. La siguiente tabla muestra los valores porcentuales de estas pérdidas:

**Tabla 4.12. Porcentaje de pérdida de transferencia de calor de los aires acondicionados debido a las incrustaciones:**

Tubos	Enfriador	Condensador
Limpios	0%	0%
0.006	16.7%	30%
0.012	28.5%	45.9%
0.024	44.5%	62.9%
0.036	54.5%	71.8%

- Establecer un correcto plan de mantenimiento de las unidades de aire acondicionado.
- Evaluar si los lugares que poseen aires acondicionados contienen cortinas para evitar las pérdidas de calor por radiación solar del exterior.
- Verificar si existe un estado hermético en los lugares de instalación.
- Reducción de incremento de aire caliente en el área a enfriar mediante aislamiento, uso de aleros, micro persianas, etc.
- Controlar las incidencias de la radiación solar a los locales (aislamiento de techos, muros, etc.)
- Eliminar el calor infiltrado a través de aberturas de puertas y ventanas.
- Comparar las cargas reales con las de diseño referidas a personas (persona/m<sup>2</sup>), iluminación (W/m<sup>2</sup>), equipamiento (W/m<sup>2</sup>).
- Mantener la temperatura del termostato en la temperatura de confort (22 – 24 °C).



Área de oficinas de un matadero.

**Beneficios:**

- Reducción de los costos de consumo de energía por uso de aire acondicionado.
- Aumento de la vida útil de los equipos.

**29. Revisión de la tarifa eléctrica asignada.****Descripción:**

Las empresas distribuidoras de energía cuentan con pliegos tarifarios por tipo de consumidores, clasificados en base a la demanda de potencia (instalada y máximo registrado al mes), voltaje requerido y uso de la energía (industrial, servicio, domiciliar). El cobro por demanda de potencia puede representar hasta el 30 % de la facturación mensual de la empresa, y este parámetro constituye uno de los más importantes para la ubicación de una empresa en el tipo de tarifa correspondiente.

Es recomendable que la empresa realice una auditoría eléctrica que permita evaluar la posibilidad de administrar la demanda de potencia y valorar las mejores condiciones de facturación aplicables a cada caso.

**¿Cómo lo podemos lograr?**

- Analizando las condiciones de facturación que ofrece el pliego tarifario para el caso del sector industrial.
- Haciendo el levantamiento de la potencia de los equipos instalados y evaluando la posibilidad de administrar sus tiempos de arranque y operación en base a la producción, con el fin de reducir los picos máximos de potencia.
- Seleccionando la mejor opción de tarifa eléctrica disponible, en base al paso anterior.
- Valorando la posibilidad de mantener bajo control el funcionamiento de los equipos de la planta, de tal forma que la demanda máxima y el consumo energético se mantengan dentro de los rangos establecidos en la tarifa seleccionada. Esto debe analizarse considerando los posibles cambios en la producción cuando el ritmo de la matanza no es estable.

Para esta opción es recomendable realizar previo el monitoreo de los parámetros de consumo (factor de potencia, energía activa y reactiva, consumo de corriente, variaciones de voltaje y potencia demandada) a través de una auditoría energética, previo a la toma de decisión del cambio de tarifa.

**Beneficios:**

- Reducción de los costos por facturación de demanda de potencia. El porcentaje varía según la variación de precios de la energía y la demanda de potencia de cada país.



### 4.3 Manejo de Sub productos y generación de desechos

#### 30. Instalación de drenajes apropiados con mallas o trampas para prevenir que los materiales sólidos entren al efluente.

##### Descripción:

Como parte del pretratamiento de las aguas residuales de la industria de la carne, se utiliza siempre el paso del efluente por una rejilla para excluir la carne, los huesos, las descarnaduras de pieles y cueros y otros sólidos gruesos de las aguas de desecho. Su función es muy importante ya que produce la eliminación de condiciones perjudiciales (bloqueos de la bomba o de las tuberías), corriente abajo, así como aumenta la eficacia de los sistemas de pre-tratamientos. Es una etapa necesaria para garantizar el buen funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la empresa, así como para la recuperación de mayor cantidad de materia prima para el procesamiento de subproductos.

##### ¿Cómo se puede lograr?

- Colocando rejillas apropiadas. Los tamaños de las rejillas que funcionan como trampas en los canales de desagüe, varían entre las bastas de 1,68-0,84 mm de malla y las finas de 0,125- 0,044mm. En general, no se consideran favorables las rejillas de barrotes, por obstruirse fácilmente y requerir una constante atención para evitar bloqueos, esta desventaja se puede pasar por alto cuando existe abundancia de mano de obra barata.
- Una serie de rejillas fabricadas localmente podría también resultar adecuada, cuando se utilicen dos o tres rejillas de barras con aberturas comprendidas entre los 5 cm. y los 0,5 cm.
- Limpieza manual con regularidad para evitar incrustaciones que dificulten el paso del efluente.

Más eficientes que las rejillas convencionales, son las rejillas North<sup>44</sup> y Sweco<sup>45</sup>, las primeras rotativas, son autolimpiables.

##### Beneficios:

- Reduce las concentraciones de residuos sólidos en los efluentes.
- Eliminación de condiciones perjudiciales (bloqueos de la bomba o de las tuberías).
- Aumenta la eficacia de los pretratamientos.



**Trampas que impiden el paso de materiales sólidos en los efluentes.**

<sup>44</sup> Proveedor Internacional: "North American Internacional". [www.northamericanintl.com](http://www.northamericanintl.com)

<sup>45</sup> Proveedor Internacional: "Sweco". [www.sweco.com](http://www.sweco.com)



### 31. Separar la sangre de la corriente de efluentes.

#### Descripción:

La sangre supone del 3 al 5 % del peso del animal vivo. En el desangrado se recupera entre el 60 - 80 % de la sangre total del animal. La sangre presenta una elevada carga orgánica y es la principal contribuyente de nitrógeno en el efluente, el cual ocasiona la eutroficación del agua y problemas en el funcionamiento de un sistema de tratamiento de efluentes estándar ya que no están diseñados para remover altas cantidades de nitrógeno. Por tanto, es necesario que el manejo de la sangre separado de los efluentes, sea lo más adecuado posible para lograr la máxima recolección de este desecho.

#### ¿Cómo se puede lograr?

- Teniendo un correcto diseño del área de desangre:

El diseño del área de desangre debe garantizar que toda la sangre sea recolectada fácilmente. El método clásico de recogida consiste en colocar al animal suspendido en vertical tras el degüello y debajo de él colocar un sistema que permita recoger la sangre mientras el animal se va desplazando por la zona de desangrado. La sangre se debe recoger en una artesa para sangre de un metro de ancho aproximadamente, desde la que pasa a un depósito recolector para su posterior procesamiento.

El nivel de la artesa o noria de sangre debe tener cierta altura superior a la del nivel del piso para excluir la limpieza con agua durante la matanza.

**El desangrado debe durar de 6 a 7 minutos, y la cantidad media de sangre por bovino es de 12 a 21 litros.**

La artesa para sangre debe tener una superficie lisa impermeable, los materiales recomendados son:

- Losas
- Acero inoxidable
- Hormigón liso
- Separar el desagüe de la noria de sangre, del desagüe del efluente:

Para evitar la contaminación de la sangre y el agua, pueden utilizarse dos sistemas de drenaje por separado en el área de desangre. Uno que contenga una desembocadura hacia el tanque o pileta de recolección de sangre subterránea y el otro para el efluente del sistema. Durante la matanza, las boquillas del sistema del efluente final deben estar cerradas, lo que permite el drenaje de la sangre hacia la pileta. Cuando la matanza termina, la desembocadura de la pileta es cerrada y la otra es abierta, entonces las aguas residuales de la limpieza son dirigidas al efluente del sistema.

Si se necesita recoger la sangre con fines de fabricación (para preparar piensos o fertilizantes) es posible, según el volumen de que se disponga, tratar la sangre en el lugar o enviarla en vagones cisterna a una planta central de elaboración. Se utilizan dos tipos de sistemas de recogida: el de vacío y el neumático. Más detalle de estos sistemas se puede ver en el acápite 5.2.



Desangrado de la res.



Desangrado de la sangre por canal de efluentes.



Si la sangre no es almacenada para su procesamiento industrial posterior, es conveniente recogerla en un recipiente para proceder a su venta o para mezclarla abundantemente con el estiércol recogido y preparar compost (abono orgánico) como un fertilizante enriquecido.

Todos los esfuerzos deben ser dirigidos a maximizar la recolección de la sangre y su consecuente proceso en harina de sangre u otros valores agregados de subproductos.

#### **Beneficios:**

- Reducción de la carga orgánica del efluente, en una proporción de 200,000 mg de  $\text{DBO}_5$  por cada litro de sangre no vertido en el efluente.
- Oportunidad de aprovechamiento de la sangre para la fabricación de nuevos productos.

#### **4.4 Otras Opciones**

##### **32. Implementación de un sistema de mantenimiento preventivo.**

#### **Descripción:**

Muchas de las BPO antes mencionadas necesitan el apoyo de un personal de mantenimiento capacitado y con un programa claro de acción. El diseño de un sistema de mantenimiento preventivo es una forma de garantizar el buen desempeño del proceso productivo.

El mantenimiento preventivo incluye todos aquellos trabajos programados por el Departamento de Mantenimiento dirigidos a mantener el equipo funcionando a plena capacidad y con las especificaciones requeridas. El mantenimiento preventivo se hace por decisión del Departamento de Mantenimiento y no como consecuencia de una descompostura. El mantenimiento preventivo se anticipa e intenta evitar las descomposturas del equipo.

#### **¿Cómo lo podemos lograr?**

El montaje de un sistema de mantenimiento preventivo requiere una serie de actividades preliminares a su funcionamiento, las cuales sirven para sentar las bases de un buen mantenimiento de los equipos de la empresa.

- Obtener y/u organizar la información técnica sobre el equipo
- Diseñar un sistema de recopilación de información relacionada con los datos técnicos de los equipos y las reparaciones que han sufrido, o revisar el que ya existe
- Revisar el estado de las máquinas para establecer un punto de partida del sistema.
- Hacer una revisión del estado actual y futuro del inventario de repuestos.
- Garantizar la mano de obra y los equipos del Mantenimiento Preventivo.
- Garantizar los recursos financieros acordes a un plan de acción, el cual deberá ser establecido en base a los registros de frecuencia con que suelen ocurrir las reparaciones y las características de cada equipo.
- Revisar o elaborar los instructivos de explotación y reparación de los equipos.



**Para evitar la contaminación de la sangre y el agua, en la zona del desangre pueden utilizarse dos sistemas de drenaje independientes.**





### Beneficios:

Las ventajas de la administración del mantenimiento preventivo están dadas por la reducción de los costos totales por mantenimiento, a través de:

- Reducción de los paros imprevistos o descomposturas del equipo.
- Reducción de las horas de paro.
- Mantenimiento de las especificaciones técnicas del equipo
- Alarga la vida útil del equipo
- Racionaliza el uso de la mano de obra
- Racionaliza el uso de los repuestos
- Reduce el inventario en proceso
- Reduce el desperdicio de materia prima
- Mejora la calidad del producto
- Reduce los costos de producción
- Reduce los accidentes de trabajo

### 4.5 Salud Ocupacional

Las medidas recomendadas para evitar la exposición a agentes biológicos y al ruido son:

- Análisis de las condiciones físicas de los trabajadores más expuestos a medios o agentes contaminantes que pueden provocar alergias o infecciones (manejo de cebos, estiércol, y otros desechos sólidos putrefactibles), con el fin de dar el tratamiento debido e identificar métodos preventivos.
- Ventilación adecuada de los lugares de trabajo de la planta de matanza y subproductos.
- Evitar contacto con sustancias biológicas cuando la piel de un trabajador esté dañada.
- Reducción de los niveles de ruido mediante el aislamiento de equipos generadores de ruido y uso de protectores.
- Uso de máscaras apropiadas para evitar fácil aspiración de los malos olores y gases que pueden generar los materiales internos del cadáver de la res o el cerdo, como por ejemplo en los procesos de extracción del estiércol y lavado de pellejos y otros desechos para su procesamiento.

### 4.6 Seguridad Ocupacional

La seguridad ocupacional es un aspecto a tomar en cuenta dentro de la metodología de Producción Más Limpia. A continuación se listan algunas sugerencias que deben ser tomadas en cuenta para el buen desempeño laboral de los trabajadores<sup>46</sup>.

- Entrenamiento, capacitación e instrucción al personal de los matarifes o patentados en las técnicas y principios de un trabajo seguro. Evitando en lo posible la alta rotación de su personal, esto provoca que tengan frecuentemente personal nuevo en período de capacitación.



*La salud y seguridad de los trabajadores son temas que toma en cuenta las buenas prácticas de Producción más Limpia.*

<sup>46</sup> Guía Básica de Manejo Ambiental de Rastros Municipales.



*Todos los días se debe supervisar que los operarios del matadero utilicen indumentaria adecuada y limpia.*

- Exigir a los matarifes el cumplimiento de las disposiciones en materia de seguridad e higiene ocupacional de sus trabajadores.
- Adaptación de la jornada laboral (rotación) y mejoramiento de la organización.
- Pisos ásperos y antideslizantes para evitar resbalones y con cierto grado de inclinación para facilitar la evacuación correcta del agua.
- Protecciones de seguridad de las máquinas.
- Distribución de ropa y medios de protección y seguridad (guantes, máscaras, botas, anteojos), tapones para los oídos, etc. Acompañado de una orientación en cuanto al uso apropiado de los mismos.
- Supervisar diariamente y previo al sacrificio, que los operarios utilicen indumentaria adecuada y el cambio de overoles diario.
- Lavar y desinfectar la vestimenta de matanza todos los días.
- Disponer de baños para el aseo diario y proveer los útiles de aseo personal.
- Existencia de facilidades para mantener buena higiene y lavado de los trabajadores.
- Todo el personal debe mantener sus manos y uñas limpias y cortadas, y lavarse las manos antes de iniciar el trabajo.
- Señalizaciones en la planta.
- Proporcionar protectores de oídos a los trabajadores que estén expuestos al ruido de sierras para el corte de canales (90 dB) y de corte de huesos (80 – 90 dB). Los decibeles generados por estas operaciones están cercanos al límite máximo permisible de ruido establecidos en las legislaciones.<sup>47</sup>

## 5. OTRAS OPCIONES DE PML EN LA INDUSTRIA DE MATADEROS

Además de las Buenas Prácticas Operativas de PML, los mataderos industriales pueden mejorar su desempeño productivo y ambiental a través de la incorporación de tecnología más limpia, la cual deberá ser evaluada en base a la capacidad de producción de cada empresa, a sus propias condiciones de funcionamiento y al acceso tecnológico del país donde se ubica.

A continuación se describen de forma breve, otras opciones de PML que implican desarrollo tecnológico o mayores inversiones, las cuales pueden ser estudiadas como una continuidad al proceso de mejora iniciado a través de las BPO de PML.

### 5.1 Modificación del sistema de escaldado.

Existen diversas alternativas modernas para la realización del sistema de escaldado de cerdos. Para su implementación es necesario hacer una modificación de la tecnología, cuya rentabilidad dependerá de la cantidad de cerdos sacrificados. Dentro de estos sistemas se pueden mencionar los siguientes:

<sup>47</sup> Máximo 85 DB. Fuente: Resolución Ministerial sobre Higiene Industrial en Lugares de trabajo. Gaceta 173, 12 de Septiembre del 2001. Nicaragua. En algunos países se llega hasta 70 DB.



- **Circulación en Spray:** El agua caliente se mantiene en un reservorio para ser rociada en los cerdos sacrificados durante un período determinado. La cantidad de agua mantenida en el reservorio de agua es menor que la de los tanques de escaldado, por tanto menos agua es utilizada en todo el proceso.
- **Sistemas de escaldado a Vapor:** Se cuenta con una cámara de escaldado en lugar de un tanque, en la cual se inyecta vapor. El tiempo de exposición del cerdo es menor y se gasta menos agua caliente.
- **Sistema de escaldado por condensación:** Los cerdos atraviesan un túnel en el cual son lavados con aire húmedo a una temperatura de alrededor de 60° C. La transferencia de calor a la res ocurre a través de la condensación del aire Húmedo en el cadáver.

La tabla 5.1 muestra los usos comparativos de agua para estos sistemas, estos sistemas también usan menos energía, en relación a la cantidad de cerdos procesados. La inversión de reconvertir un sistema de escaldado en un nuevo sistema puede no ser justificado en la base de ahorros de agua y energía, en plantas que procesan solo pequeñas cantidades de cerdos. Estos cambios pueden ser valorados en plantas que estén procesando una gran cantidad de cerdos o estén pensando en ampliar una nueva planta o actualizándose.

**Tabla 5.1. Uso Comparativo de agua para sistemas de escaldado de cerdos.**<sup>48</sup>

Sistema	Promedio de agua utilizada (l/cerdo)
Tanques de escaldado	17
Recirculación en spray de escaldado	11
Escaldado a vapor	4
Escaldado en condensación	1

Para los sistemas de escaldado por tanques de inmersión, es recomendable la instalación de un *sistema de control de nivel*, que evite uso de agua excesivo o derrames.

## 5.2 Uso de estiércol y aguas residuales para la generación de biogás.

El Biogás es un gas rico en Metano producto de la digestión anaeróbica de material orgánico. Plantas procesadoras de carne utilizan lagunas anaeróbicas de tratamiento de desechos las cuales producen Biogás. El Biogás contiene mayormente metano, dióxido de carbono y otros componentes como sulfato de hidrogeno. Las concentraciones del metano en el Biogás puede variar entre 52 y 95%, sin embargo el rango de 60-80% es el más común. La siguiente tabla muestra el detalle de la composición del biogás.<sup>49</sup>



**Biodigestor.** (Fuente fotográfica: <http://cipres.cec.uchile.cl/~bbaeza/proindustrial.html>).

<sup>48</sup> Fuente: Comisión Europea, 2002.

<sup>49</sup> Fuente: "Eco-efficiency Manual for Meat Processing". The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry. 2002.



Tabla 5.2 Composición porcentual del Biogás.

Componente	Porcentaje (%)
Metano	52-59
Dióxido de carbono	10-50
Ácido Sulfhídrico	0.001-2
Hidrogeno	0.01-2
Nitrógeno	0.1-4
Oxigeno	0.02-6.5
Argón	0.001
Monóxido de carbono	0.001-2
Amoniaco	resto
Orgánicos	resto

Se ha logrado encontrar valores de producción de metano de hasta el 70 %<sup>50</sup>. **El Biogás con un típico contenido de metano del 65% tiene un valor de calentamiento del 22.4 MJ/m<sup>3</sup>, poco más del 50 % del valor del metano puro metano puro (Gas Natural), el cual cuenta con un valor de calentamiento de alrededor 40MJ/m<sup>3</sup>.**

El contenido de Ácido Sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) está generalmente entre 0.001-2% pero puede ser mas alto del 5%, lo cual depende de la materia de base<sup>51</sup>. La presencia de H<sub>2</sub>S y la humedad pueden llevar a la corrosión en los equipos calentadores. Sin embargo esto puede ser solucionado de muchas maneras:

- La humedad puede ser removida usando una trampa de condensado.
- El H<sub>2</sub>S puede ser removido frotando el biogás en un recipiente con limaduras de hierro, alternativamente o a través del calentamiento de la caldera a la temperatura a operar antes de introducir el biogás.

Una serie de estudios de factibilidad en utilización de Biogás (Grupo de trabajo para Producción Más Limpia, UNEP 1999) encontraron que la disponibilidad de energía en el biogás a partir de la digestión aguas de desechos de procesos alimenticios, típicamente proveen entre 10-20% de los requerimientos de energía en las plantas térmicas. La tabla 6.3 muestra el porcentaje de energía recuperada del biogás producto de la digestión anaeróbica de las aguas de desechos así como del estiércol proveniente de la panza.

<sup>50</sup> Fuente: Experiencia de ASTEC, CIEMA – UNI. Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua.

<sup>51</sup> Fuente: "Eco-efficiency Manual for Meat Processing". The UNEP Working Group for Cleaner Production in the Food Industry. 2002.



Tabla 5.3 Rendimiento metano y energía de la digestión del Biogás

Concepto	Digestión de aguas de desechos	Digestión sólida de estiércol de la panza
Material disponible Para la digestión	1,000 KL agua de desecho/día	2,040 Kg. estiércol(seco)/día <sup>52</sup>
Carga orgánica disponible para la digestión	5,700 Kg. DQO/día. <sup>53</sup>	1,632 Kg. VS/día <sup>54</sup>
Tasa de conversión del metano	0.352 m <sup>3</sup> /Kg. DQO removido <sup>55</sup>	0.4 m <sup>3</sup> /Kg. VS adherido <sup>56</sup>
Tasa de removido de carga orgánica	85 %	NA
Rendimiento de metano	1,705 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /día	653 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /día
Rendimiento de energía	61,055 Mj./día	23,370 mj./día
Requerimiento de energía <sup>57</sup>	18%	7%

Fuente: UNEP. Grupo de trabajo de producción más limpia.

La figura 5.1 muestra la secuencia de un sistema de biogás a partir de estiércol y aguas de desechos:

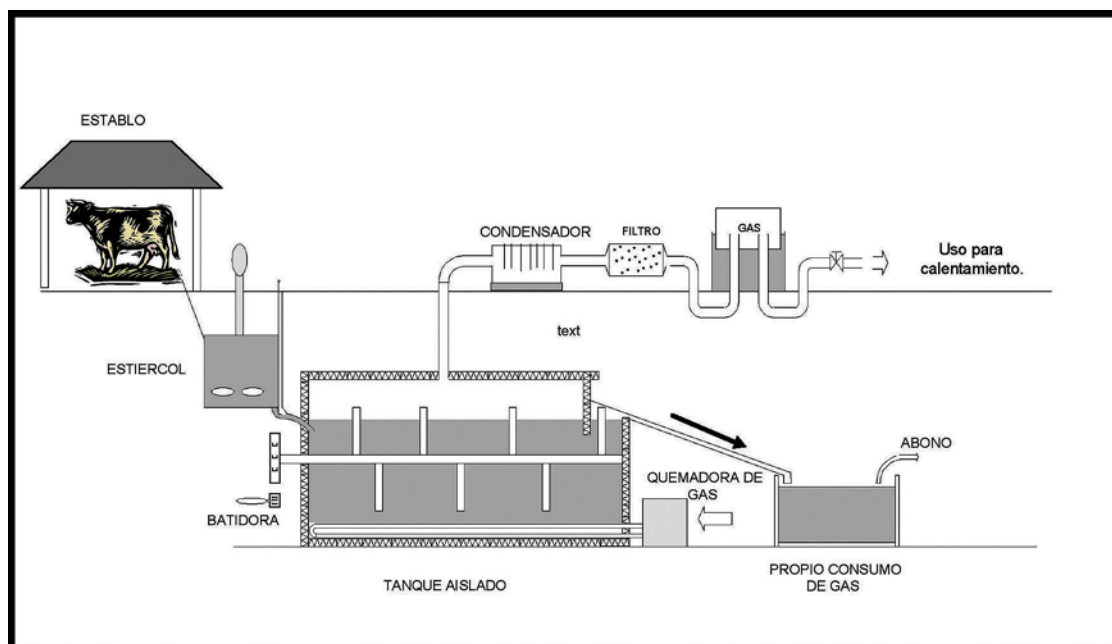


Fig. 5.1. Diagrama de funcionamiento de un sistema de generación de biogás.

<sup>52</sup> Basado en 3 Kg. de estiércol de la panza (seco)/cabeza y 680 cabezas por día.

<sup>53</sup> Basada en el promedio de la COD de 38 Kg./tHSCW en una típica planta procesadora de carne de 150.tHSCW/día

<sup>54</sup> Basado en solidos volátiles hasta el 85 % del total de los solidos (stewart et. al, 1984 ).

<sup>55</sup> Eckenfelder, 1984.

<sup>56</sup> Safley y westerman, 1992

<sup>57</sup> Basado en consumo de típico de energía térmica.





El biogás es extraído por la parte superior del tanque aislado, pasa por un condensador que retiene la humedad y es filtrado para evitar malos olores. Luego puede ser utilizado en sistemas quemadores para el calentamiento de agua para el proceso de escaldado, limpieza de planta con agua caliente, entre otros usos. En caso de que la demanda de gas sea menor a la producción, el exceso es quemado por la parte inferior. El material resultante del proceso de digestión es utilizado como abono orgánico.

La viabilidad económica de generación y uso de biogás con un razonable retorno (2-4 años) puede ser posible en las siguientes situaciones:

- Cuando la infraestructura para utilizar el biogás es usada en el lugar, tales como calderas, sistema de agua caliente o gas generador.
- Cuando altos costos son pagados para calentamiento de combustible.
- Cuando la compañía pueda beneficiarse de la reducción de costos de disposición del desecho.

### 5.3 Utilizar gases de la chimenea para el precalentamiento del agua de la caldera.

El agua de alimentación a la caldera debe ser precalentada para aumentar la eficiencia de la caldera y reducir el consumo de combustible. Cuando este precalentamiento se realiza con los gases de la chimenea, la eficiencia es mayor ya que se reducen los costos por este precalentamiento y se aprovecha la energía no consumida en estos gases. Esto se traduce en la reducción del consumo de combustible y de los costos de operación por generación de vapor. El consumo de combustible puede verse reducido en al menos el 5 %, dependiendo de la eficiencia del intercambio de calor que se diseñe en el sistema.

El siguiente gráfico muestra un diagrama del principio de la adaptación que hay que hacer al sistema de generación para implementar esta opción:

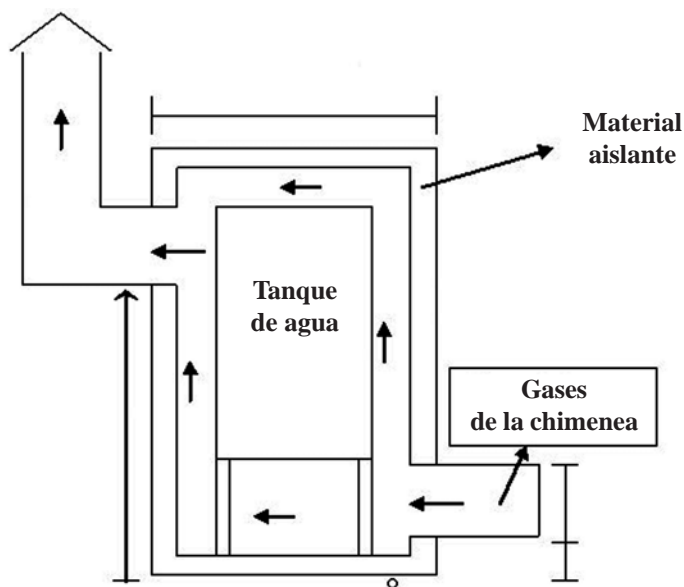


Fig. 5.2 Esquema de intercambio de calor cerrado básico de agua de alimentación y gases de la chimenea.



#### 5.4 Utilización de energía solar para procesos de calentamiento (Precalentamiento del agua de caldera, lavado de áreas, etc.).

La energía solar es una de las formas más económicas de generar calor. Sistemas de calentamiento a través de colectores o paneles solares, son muy utilizados por las empresas en países desarrollados. Estos sistemas pueden utilizarse para el precalentamiento del agua en sistemas de generación de vapor, aguas de lavado, tanque de escaldado, etcétera, con el fin de disminuir el consumo de combustible.

Las temperaturas que pueden ser alcanzadas por este tipo de sistema son idóneas para los procesos relacionados con un matadero (40 oC – 130 oC). Uno de los usos más eficientes de estos sistemas en mataderos industriales es el precalentamiento del agua de alimentación de la caldera; se recomienda que cuando una empresa ya cuenta con un sistema de calentamiento convencional, la sustitución hacia paneles solares debe ser parcial y no sobrepasar el 40 % del sistema actual. El agua de alimentación de la caldera puede ser calentada hasta 80 °C antes de entrar al generador, lo cual eleva la eficiencia de la combustión y reduce el consumo de combustible considerablemente. Sin embargo, el análisis de esta opción de mejora debe ser profundizado, considerando la inversión y los posibles ahorros que generarían su recuperación.



Colector solar.

## 6. DISPOSICIÓN FINAL Y USO DE LOS DESECHOS DE LA INDUSTRIA DE MATADEROS.

### 6.3. Procesamiento de desechos comestibles.

Existen diferentes técnicas de proceso y utilización de desechos comestibles de matadero que se aplican con buenos resultados en diferentes partes del mundo. Los centros de matanza más grandes, procesan sus propios desechos, mientras que otros mataderos, venden la mayoría de sus desechos a las plantas de subproductos o las botan a los arroyos y ríos.

Sin embargo, existen diversos productos que pueden obtenerse de estos desechos, abriendo la oportunidad a la empresa de incursionar en nuevos mercados. Las formas de procesamiento varían desde artesanales sistemas de aprovechamiento hasta modernos procesos industriales de transformación. Esto dependerá del nivel de avance tecnológico y desarrollo económico de la empresa de matanza.

En las Tablas 6.1, 6.2 y 6.3 se presentan, en forma resumida y de una manera general, las diferentes alternativas de proceso y utilización de los principales desechos comestibles.

Tabla 6.1. Usos de la sangre entera para consumo animal.

Alternativa de proceso	Producto Final/ Nombre Comercial
Consumo directo sin proceso	Sangre coagulada
Mezcla con residuos u otros desechos comestibles, con o sin cocción.	Sangre mezclada
Coagulación – prensado- secado – molido	Sangre seca molida
Secado forzado en digestores, sola o mezclada con otros desechos comestibles.	Harina de sangre pura Harina de sangre, carne y hueso.



**Tabla 6.2. Uso del contenido rumial para el consumo animal**

Presentación	Proceso	Producto Final / Nombre comercial
Húmedo Seco	Secado Secado completo al ambiente – molido	Contenido rumial semi-seco Contenido rumial seco.
Solo o con otros desechos comestibles	Secado completo en digestores – tamizado	Harina forrajera
	Secado al ambiente	Contenido rumial seco mezclado.
	Secado al ambiente o por aire forzado con aglutinantes.	Bloques nutricionales
	Secado completo en digestor.	Harina forrajera y carne.

**Tabla 6.3. Uso de grasa, hueso y desperdicios de matanza para el consumo animal.**

Presentación	Proceso	Producto Final / Nombre comercial
Sebo	Limpieza - molido – cocimiento – prensado – molido – tamizado.	Aceites, chicharro, harina de carne.
Hueso fresco	Cocimiento – separación de sólidos – secado – molido	Aceite, proteína, harina de hueso al vapor.
Hueso seco	Calcinado – Molido	Harina de hueso calcinado.
Desperdicios e matanza de vacunos, porcinos y aves.	Molido – secado en digestor – tamizado	Aceites, Oleoesterina, harina de carne mixta.
Desechos de matanza de aves y aves muertas en granjas.	Secado en digestor - tamizado	Aceites, Harina mixta de carne y pluma.

**Tabla 6.4. Resumen de la utilización de los productos obtenidos de a industrialización de los desechos de matadero por las fábricas de alimentos balanceados para animales**

Producto	Uso
Harina de sangre, carne y hueso	Engorde de pollos y de cerdos Alimentación para aves.
Harina mixta de carne y pluma	Aves de postura Engorde de pollos y cerdos.
Aceites industriales	Suplemento energético
Hueso calcinado y al vapor	Suplemento mineral
Harina de pescado	Pollo de engorde

El anexo VIII muestra un resumen de los principales procesos aquí registrados, con el fin de mostrar las alternativas existentes más comunes para que puedan ser revisados por el empresario interesado en invertir en el procesamiento de sus subproductos, o mejorar o cambiar su proceso actual.



#### 6.4 Manejo de la sangre que será utilizada para fines de fabricación.

Cuando la sangre se utiliza en otros procesos de fabricación como los mencionados en el acápite 6.4, es necesario tener un sistema de recolección más especializado, ya sea para tratarse en el mismo matadero o para trasladarla a camiones cisternas que la transporten al centro de procesamiento.

Se utilizan dos tipos de sistemas de recogida: el de vacío y el neumático. La figura 5.1 ilustra un sistema de recogida de la sangre de una pileta sin necesidad de disponer de una cisterna subterránea. Es ideal para instalarlo en un matadero existente sin que sea preciso romper los suelos de hormigón para instalar drenajes, etc.

Tras extraer por bombeo la sangre de una o más piletas, la operación inversa del bombeo en vacío somete a presión a la cisterna, vaciando ésta en un vehículo para el transporte por carretera destinado a su eliminación.

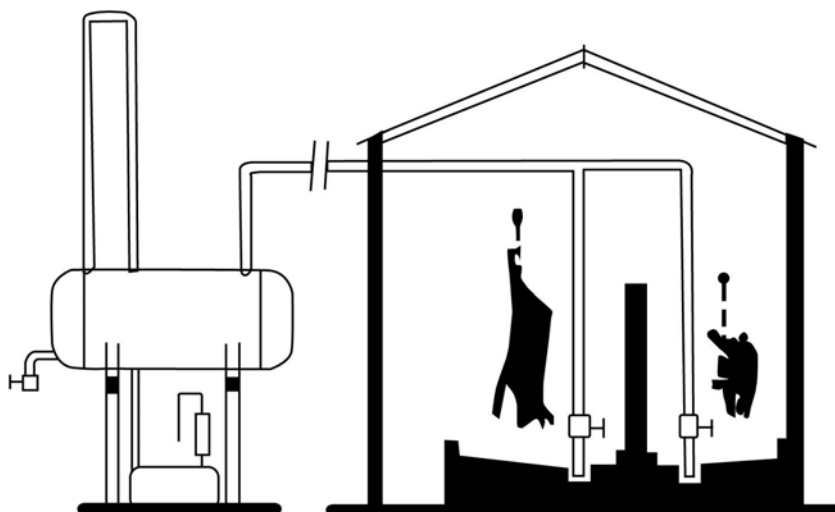
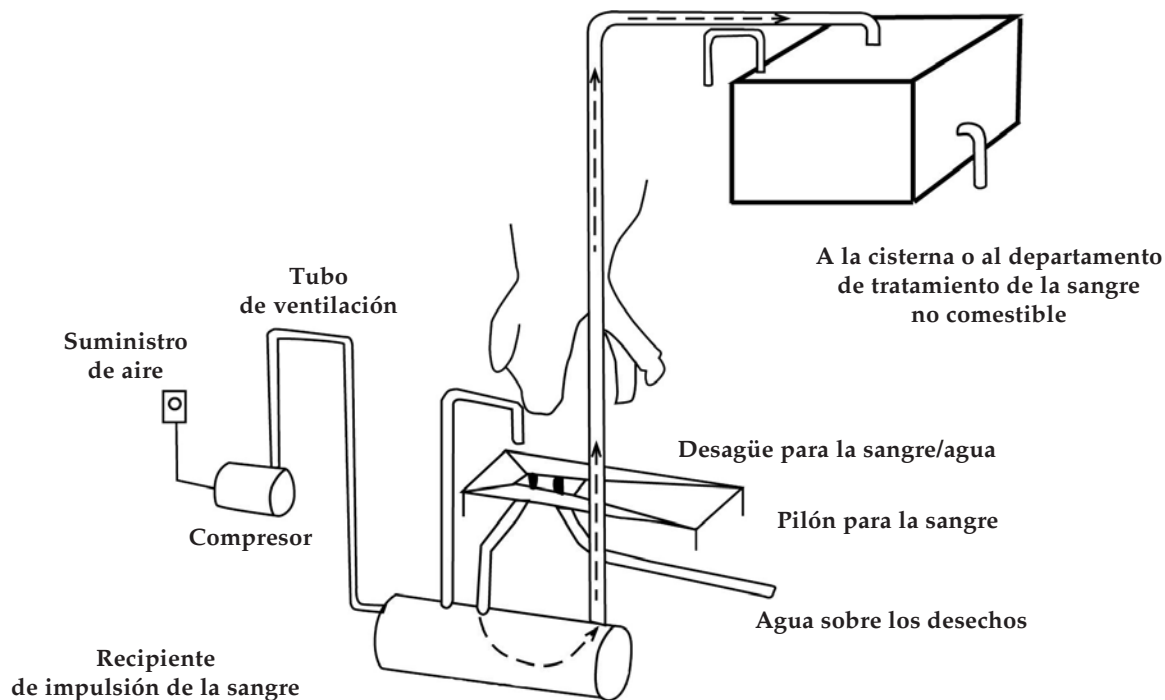


Figura 6.1 Diagrama del sistema de recogida de la sangre por vacío.

La figura 6.2 ilustra un sistema neumático para un matadero que lleva a cabo su propia elaboración. Un tanque de aspiración de la sangre situado debajo del suelo puede complementarse con una cisterna de almacenamiento en la sala de elaboración de la sangre.



**Fig. 6.2 Sistema de Recogida e Impulsión de la Sangre para su Almacenamiento y Tratamiento Posterior**

La operación se efectúa como sigue: una válvula que funciona neumáticamente en la cisterna de absorción de la sangre entra en funcionamiento cuando la cisterna está llena y la cierra y envía aire comprimido al recipiente obligando a la sangre a pasar a la tubería de comunicación con el tanque de almacenamiento. Cuando el recipiente está vacío, la válvula de suministro de aire se cierra y la válvula interior se abre para dejar que la sangre vuelva a pasar al recipiente. Para hacer funcionar el sistema normalmente se requieren tuberías neumáticas de 5,62 a 7,03 barios.

El vapor, si se puede obtener del sistema generador, se puede utilizar en grandes plantas que funcionan sobre el mismo principio del aire comprimido.

Si la sangre se recoge para fines comestibles, se debe recuperar de una manera que elimine la contaminación.

### 6.5. Tratamiento de Aguas Residuales

Las exigencias de los países en desarrollo difieren en la medida en que no existen sistemas de alcantarillado principales y en esas situaciones se producen invariablemente diversos grados de tratamiento. Los procedimientos de tratamiento que se pueden emplear se clasifican en tres categorías distintas, a saber: primario, es decir, tratamiento físico y químico; secundario, es decir, tratamientos biológicos anaeróbicos o aeróbicos y, por último, una combinación de los dos tratamientos secundarios. Todos los tratamientos indicados garantizan cierto grado de control, si no un control total, de los patógenos y de los niveles de contaminación.

Una planta de tratamiento para efluentes de mataderos, requiere ser diseñada para remover los niveles de contaminantes de parámetros tales como: DBO<sub>5</sub>, DQO, grasas





y aceites, sólidos suspendidos y microorganismos patógenos, entre otros. Así mismo, la planta de tratamiento debe contar con una red para la recolección de aguas residuales formado por:

- Drenaje de la sangre.
- Desagües de los corrales y del estiércol de las tripas.
- Desagüe de las áreas de la matanza, los subproductos y su tratamiento.
- Desagüe de residuos domésticos.
- Desagüe de las aguas caldeadas, y de las zonas de venta, aparcamiento y servicios.

Es recomendable que todas estas corrientes se unan en depósitos equilibradores e igualizadores de las corrientes previo a pasar al sistema de tratamiento especializado. Estos depósitos evitan la necesidad de que las plantas de tratamiento tengan una dimensión excesiva para ocuparse de las corrientes máximas, ya que al regular las diversas corrientes diurnas, permite que el procedimiento de tratamiento en la planta se conciba para corrientes medias.

El primer paso antes de elegir el diseño de un sistema de tratamiento es la caracterización de las aguas residuales, para determinar el grado de contaminación o carga orgánica que contienen; así como el suelo donde se podría ubicar el mismo. De esta información dependerá el tipo de tratamiento y el tamaño de las unidades de tratamiento.

A continuación, se describe brevemente los procesos de tratamientos que pueden utilizarse para mataderos:

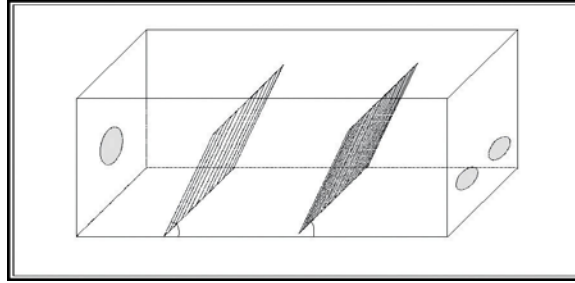
#### 6.5.1. Pretratamiento

El pretratamiento se inicia desde el punto de vista preventivo en las operaciones de ordenación y limpieza propiamente dicha en la planta de proceso. Esto es seguido del tamizado para la eliminación de los sólidos pesados y sedimentables, trampas de grasa y depósitos de despumación para la eliminación de los sólidos finos y las grasas y aceites.

**En el pretratamiento de las aguas residuales de la industria de la carne se utiliza invariablemente el paso por una rejilla para excluir los restos de carne, los huesos, pieles y otros sólidos gruesos de las aguas de desecho. Tal como se indicó en las Buenas Prácticas de PML de este manual, la función de las rejillas es sumamente importante ya que producen la eliminación de condiciones perjudiciales (bloqueos de la bomba o de las tuberías), y el mejoramiento de la eficiencia de los procedimientos de pretratamiento.**

Las rejillas son dispositivos con aberturas de tamaño uniforme, donde quedan retenidas las partículas gruesas del efluente. El paso libre entre barras, se recomienda sea de 50 a 100 mm para sólidos gruesos y de 12 a 20 mm para sólidos finos<sup>58</sup>. Los principales parámetros de diseño son: tipo de residuo a tratar, flujo de descarga, paso libre entre barras, volumen de sólidos retenidos y pérdida de carga. En cuanto a la elección del sistema de limpieza de las rejillas, ésta debe efectuarse en función de la importancia de la planta de tratamiento, de la naturaleza del vertido a tratar y, por supuesto, de las disponibilidades económicas. (Fig. 6.3).

<sup>58</sup> Fuente: "Guía Básica de Manejo Ambiental de Rastros Municipales. Enfoque Centroamérica". CPML-NIC. PRODEMHO. PROARCA.



**Figura 6.3. Esquema del sistema de pretratamiento (Sistema de rejillas inclinadas).**

Sin embargo, estas rejillas tienen escaso efecto en la reducción de la demanda bioquímica de oxígeno, las grasas y los aceites o los sólidos en suspensión.

Además de las rejillas, se tiene como un importante paso en el tratamiento preliminar de aguas residuales de mataderos, los sistemas de **Trampa de Grasas**. Las altas concentraciones de grasas que se dan en las aguas residuales de la industria de la carne se pueden reducir si incluso los canales de desagüe del suelo, se dotan de trampas de grasa, antes de pasar por la criba para evitar el bloqueo de las tuberías, los desagües y otro equipo.

Las trampas de grasa consisten en un estanque rectangular, en el cual la sustancia grasa es empujada a la superficie y atrapada por un baffle. Los principales parámetros de diseño son: Tiempo de Retención Hidráulico, caudal pico, profundidad y cantidad de grasa a retener.

Las grasas pueden causar problemas en las cámaras de sedimentación que cuentan con separadores de espumas insuficientes, cuya acumulación puede bloquear el filtro y provocar un posterior estancamiento y problemas de olor. La eliminación de grasa a través de estas trampas puede darse hasta en un 90 %<sup>59</sup>.

### 6.5.2. Tratamiento Primario

Consiste en la remoción de una cantidad importante de sólidos suspendidos y sedimentables, contenidos en las aguas residuales, mediante procesos físicos y/o químicos.

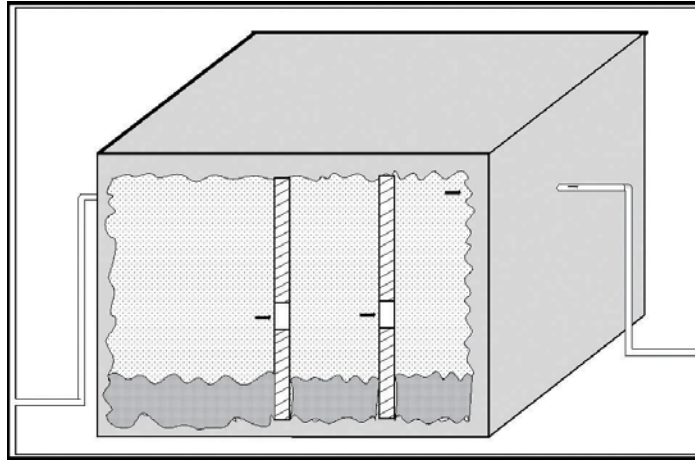
#### Procesos Físicos

- **Estanque homogenizador:** requiere de un estanque aireador, que tenga una capacidad aproximada de un 60 % del flujo diario, donde caudales punta, pH y temperaturas son homogenizados, resultando un efluente de características uniformes. El volumen del estanque de homogenización se calcula haciendo uso del diagrama de masa.
- **Fosa sépticas y tanques sépticos (figura 6.4):** son unidades rectangulares que ayudan a eliminar los sólidos suspendidos y las grasas que se encuentran en un efluente. En estas unidades, el agua residual es llevada a condiciones de reposo, lo que permite que haya una buena sedimentación de sólidos, lo que permite una buena digestión por microorganismos anaerobios especializados. Se requiere

<sup>59</sup> Fuente: "Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo". Por Frederick Veall. 1993. Estudio FAO producción y sanidad animal.



que estos microorganismos permanezcan durante algún tiempo en el interior de la fosa. Luego de un tiempo razonable la fosa se deberá limpiar, sin eliminar completamente el lodo del fondo de la misma para permitir la generación posterior de la masa bacterial. Los principales parámetros de diseño son: caudal de diseño, volumen destinado para el almacenamiento de lodos y profundidad.



**Figura 6.4: Esquema del Tratamiento Primario  
(Pila Séptica de forma rectangular)**

- **Flotación:** La flotación por aire disuelto es el procedimiento de flotación más común y se utiliza principalmente para el tratamiento primario de las aguas residuales de los mataderos. El aire se disuelve en el agua residual bajo presión (3-4m<sup>3</sup>/hora por m<sup>3</sup> de depósito) y posteriormente se transforma en microburbujas (de 50 mm a 200 mm de diámetro) a presión atmosférica. La flotación por aire disuelto facilita la recuperación de sebos, aceites y grasas, sólidos suspendidos y la demanda bioquímica de oxígeno, por un total de un 30 por ciento a un 60 por ciento de sólidos suspendidos y de un 50 por ciento a un 80 por ciento de sebos, aceites y grasas<sup>60</sup>.

La eficiencia puede incrementarse agregando floculantes químicos (aluminio, sales de hierro, etc). El lodo de la flotación tiene un alto contenido de proteínas y grasas y puede ser usado para alimento de animales, después de pasteurizarlo o ser procesado en una planta recuperadora. En este caso, se hace un uso combinado de procesos físicos y químicos.

#### Proceso químico:

Para el caso de los procesos químicos de tratamiento primario, estos se realizan mediante la incorporación de coagulantes y agentes de floculación para facilitar la sedimentación de los sólidos en suspensión. Esta fase va seguida de la clarificación que separa los sólidos en suspensión del resto del efluente con niveles reducidos de demanda bioquímica de oxígeno. En el caso de los mataderos es necesario facilitar la sedimentación primaria ya que los efluentes muy probablemente pasan posteriormente por filtros. Esta puede darse en dos tipos de depósitos:

<sup>60</sup> Fuente: "Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo". Por Frederick Veall. 1993. Estudio FAO producción y sanidad animal.



- Los depósitos de sedimentación de corriente horizontal: Son necesarios para las cargas pesadas y sus dimensiones deben permitir un período de retención de seis horas.

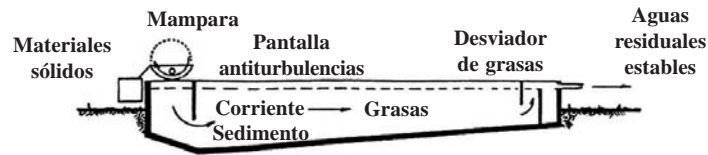


Fig. 6.5. Depósito de sedimentación horizontal

- Los depósitos cilíndricos de sedimentación vertical: Son sedimentadores primarios más eficientes y eficaces en función de los costos para los mataderos de tamaño mediano. El requisito fundamental es en este caso que se produzca cierto grado de turbulencia en la entrada para lograr la mezcla e impulsar la floculación. Las turbulencias deben evitarse en los demás lugares.

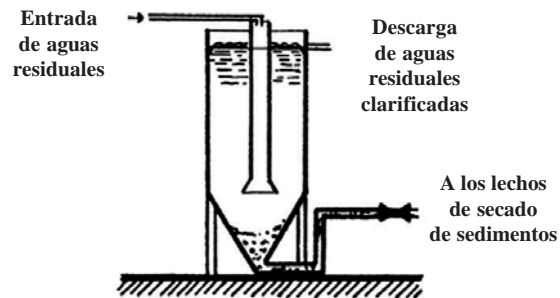


Fig. 6.6. Depósito de sedimentación vertical

### 6.5.3. Tratamiento Secundario<sup>61</sup>

Consiste en la oxidación biológica de los sólidos suspendidos remanentes y de los sólidos orgánicos disueltos, medida como una reducción en la  $DBO_5$  del efluente.

Para seleccionar un sistema de tratamiento secundario, dependerá de un gran número de factores, entre los que están: requerimientos del efluente (estándares de descarga), sistema de pretratamiento escogido, la disponibilidad de terreno, regulaciones ambientales locales y factibilidad económica de una planta de proceso.

- **Tratamiento anaerobio:** Este tipo de tratamiento requiere poco espacio, tiene un bajo costo de operación, baja producción de lodos y produce energía neta en forma de biogás (que puede ser reutilizado en el proceso productivo o comercializado). Entre las unidades de tratamiento anaerobio están: lagunas o pilas (facultativas y de maduración) y reactores (UASB, filtros anaerobios (figura 5.7), CSTR, etc.)
- **Tratamiento aeróbico:** Todos los métodos de tratamiento aeróbico pueden ser aplicados a los efluentes de rastros y mataderos: lagunas aireadas, lodos activados, filtros de goteo, etc.

<sup>61</sup> Fuente: "Guía Básica de Manejo Ambiental de Rastros Municipales. Enfoque Centroamérica". CPML-NIC. PRODEM-HON. PROARCA.

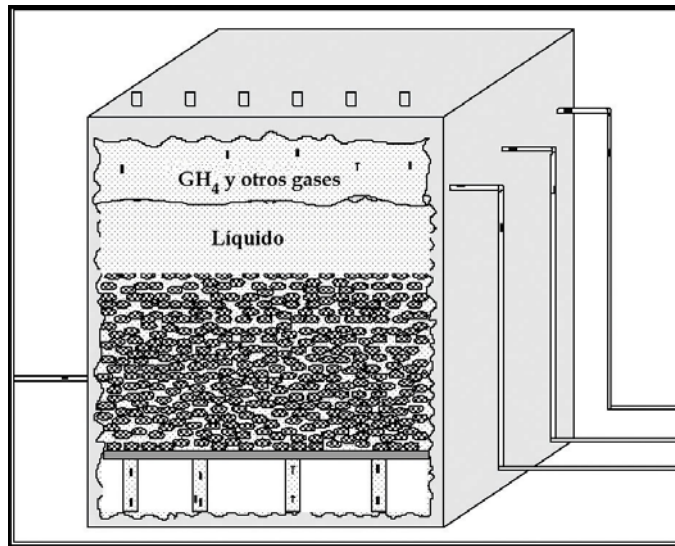


Figura 6.7: Esquema del Tratamiento secundario (Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente)

En la tabla 6.5 se presentan los porcentajes de remoción esperados a través de las experiencias en diferentes sistemas de tratamiento para las industrias procesadoras de la carne.

Tabla 6.5: Eficiencia de remoción de los sistemas de tratamientos de efluentes provenientes de la industria procesadora de la carne<sup>62</sup>.

Sistema de tratamiento	Denominación común	DBO <sub>5</sub> %	DQO %	DQO %	SST %	Aceites y grasa (%)
Mecánico	Filtración	5 – 15	5 – 15	5 – 15	25 – 40	5 – 10
Mecánico + Físico	Flotación de aceites	30 – 45	30 – 45	30 – 45	80 – 85	>90
Mecánico + Físicoquímico	Floculación / flotación	70 – 80	70 – 80	70 – 80	90 – 95	>95
Mecánico + Físico + Biológico	Biológico	95 – 99	>90	>90	>95	>95
Mecánico + Físico Químico + Biológico	Biológico	95 - 99	>90	>90	>95	>95

<sup>62</sup> Fuente: Javier Echevarría, Tratamiento de vertidos de mataderos.





## 7. PROVEEDORES DE TECNOLOGÍA PARA LA INDUSTRIA DE MATADEROS

### 7.1 Proceso de adquisición de tecnologías.

Una vez implementadas las BPO, es necesario la evaluación e implementación de opciones que implican cambios más profundos en la empresa, como lo es el proceso de transferencia de tecnología. El objetivo de PML es evaluar que esta transferencia tecnológica sea la mejor disponible para la empresa y que cumpla con la misión de elevar productividad y mejorar el desempeño ambiental. A este tipo de tecnología se le conoce como tecnología más limpia.

Las tecnologías más limpia se definen como aquellas tecnologías que:

- Conservan la materia prima y la energía, reducen la toxicidad de los materiales usados en el proceso y la cantidad de los residuos y emisiones en la fuente.
- Elaboran productos que consumen menos materiales y energía durante su proceso productivo, generan menos emisiones y desechos y son más fácil de reusar o reciclar después de su uso; su disposición final tiene un menor impacto en el ambiente.
- Producen servicios que consumen una menor cantidad de materiales y energía, así como generan menos cantidad de desechos y emisiones durante su desarrollo.<sup>63</sup>

Además debe de incluirse dentro del concepto el total del sistema el cual incluye el know-how, procedimientos, bienes y servicios, equipamiento, así como los procedimientos organizacionales y de gestión. Lo anterior implica que cuando se habla de transferencia tecnológica, la elección de la tecnología debe de incluir el factor humano y la capacidad local para su implementación. La tecnología elegida debe ser compatible con las prioridades socio-económicas, culturales y ambientales determinadas a nivel nacional.

La evaluación de la transferencia tecnológica para catalogarla como tecnología más limpia, se da en base a los parámetros de funcionamiento de cada equipo y a las condiciones de operación que presenta en la empresa estudiada. La introducción de una tecnología a la empresa implica aspectos que van más allá de la compra de los equipos. Si bien es cierto el proceso inicia con la identificación, evaluación y negociación de los parámetros de compra, existe una serie de aspectos que permiten la asimilación de la tecnología, que deben ser considerados por la empresa para el éxito de la misma.

Basados en la experiencia, el proceso de transferencia de tecnología considera elementos como<sup>64</sup>:

- La identificación de necesidades tecnológicas con sus características y dimensiones claramente definidas, a partir de las opciones para la mejora de la producción más limpia.
- La búsqueda y selección de proveedores con tecnologías que sean más amigables al ambiente y que mejoren el desempeño ambiental de las empresas.

<sup>63</sup> UNIDO

<sup>64</sup> Fuente: Manual de Transferencia y Adquisición de Tecnologías Sostenibles. PROARCA – CEGESTI.



- La evaluación de las alternativas tecnológicas bajo criterios ambientales, tecnológicos, financieros y servicio, para seleccionar las tecnologías más apropiadas a las necesidades de la empresa.
- La negociación de contratos para lograr la transferencia y la asimilación de la tecnología.
- La definición de la estrategia para implementar el proceso de transferencia y la adaptación de la tecnología a las condiciones propias de la empresa receptora.
- La asimilación de la tecnología adquirida para lograr un aumento en la eficiencia, la reducción de riesgos al ser humano y al ambiente, pero también incrementando las capacidades técnicas y las habilidades del recurso humano de la empresa receptora de la tecnología.

Aspectos más detallados de cada una de las etapas en el proceso de transferencia tecnológica, se encuentran en el “Manual de Transferencia y Adquisición de Tecnologías Sostenibles. PROARCA – CEGESTI”, el cual es una herramienta complementaria para los aspectos relacionados a las tecnologías en la implementación de PML.

## 7.2 Proveedores de tecnología y Maquinaria

### 1. Carnitech U.S. Inc.

País: EEUU, Alemania, Francia, Vietman

Desarrolla, produce y vende maquinaria elaborada de acero y plantas completas para corte, deshuesado y empaquetado de cerdo y reses. Construye y produce cada planta de acuerdo al deseo y las demandas de los consumidores, sistemas de transporte automático, líneas de empaque y de corte entre otros productos.

Página Web: [www.carnitech.com](http://www.carnitech.com)

#### Información de contacto



Juelstrupparken 14  
DK-9530 Støvring

Tel.: +45 99 86 40 00  
Fax: +45 99 86 40 01  
E-mail: [ct@carnitech.dk](mailto:ct@carnitech.dk)  
[spareparts@carnitech.dk](mailto:spareparts@carnitech.dk)



Kjøpmannsgate 23  
N-6005 Aalsund

Tel.: +47 70 13 63 20  
Fax: +47 70 13 63 21  
E-mail: [ct@carnitech.dk](mailto:ct@carnitech.dk)



1112 NW Leary Way  
Seattle  
WA 98107-5133

Tel.: +1 (206) 781 1827  
Fax: +1 (206) 781 1828  
E-mail: [ctus@carnitech.net](mailto:ctus@carnitech.net)



8th Floor,  
Dr. Gerhard Link Bldg.  
33 Soi Lertnava,  
Krunghepkreetha Rd  
Huamark, Bangkok,  
Th-Bangkok 10240

Tel.: + 66 2 379 4200  
Fax: + 66 2 379 4204  
E-mail: [carnitech@carnitech.co.th](mailto:carnitech@carnitech.co.th)



Carnitech Rep. Office Vietnam  
80 Nguyen Dinh Chieu Street 01  
Ho Chi Minh City  
Vietnam

Tel.: + 84 88274462/63  
Fax: + 84 88274461  
E-mail: [carnitechvn@hcm.vnn.vn](mailto:carnitechvn@hcm.vnn.vn)



## 2. Medoc S.A.

**País: España**

Fabricación de maquinaria para la Industria Cárnica y de Alimentación. Fabricación de sierras de cinta para hueso, carne y congelado, y cortadoras de fiambre. Amplia gama de modelos de sierras desde 200 hasta 400 mm. Ø de polea. Fabricación en acero inoxidable. Más de 40 años de experiencia en la fabricación de maquinaria especializada.

**Página Web: [www.medocsa.com](http://www.medocsa.com)**

**Dirección:**

MEDOC. S.A. Polígono Cantabria I . 26006 Logroño España

## 3. CAME - Fabricación maquinaria para la industria carnica .

**País: España**

Fabricación de maquinaria para la industria cárnica (mataderos, salas de despiece y fabricas de embutidos).

Página web: <http://www.arrakis.es/~camearc/>

**Dirección:**

C/ Horta, 10 Pol.Ind. "El Pla" Nave 2  
08750 MOLINS DE REI (BARCELONA)  
TELS. (93) 668 73 24  
FAX: (93) 668 66 46  
Apartado n: 1.168 - 08080  
E-mail: [camearc@arrakis.es](mailto:camearc@arrakis.es)

**Productos:**

- Sierras de esquinado porcino y vacuno.
- Sierras eléctricas manuales, para despiece y cuarteo.
- Afiladoras de cuchillos.
- Atadoras de embutidos electrónicas (semiautomáticas y automáticas).
- Cortadora de embutidos automática.
- Cosedora de piezas cárnicas.
- Descarnadora de espinazos.
- Delantales de acero inoxidable.
- Colgadores de piezas cárnicas.

## 4. Jarvis Skandinavien AB

**País: Suecia**

**Dirección:**

Krossverksg 8  
21616 Limhamn  
Suecia  
Teléfono: +46 40 16 54 00  
Fax: +46 40 16 54 28

Página Web: [www.jarvis.se](http://www.jarvis.se)

**Productos y Servicios:**

- Instalaciones completas de mataderos
- Pistolas para matar reses
- Corrales de matadero para atronar y matar
- Maquinaria y equipos de matadero para depilación y eliminación del pelo
- Maquinaria y equipos de matadero para despellejar
- Equipos de matadero para descuartizar las reses muertas
- Equipos de matadero para desvertebrar cerdos
- Equipos de matadero para quitar las membranas de las carnes
- Sierras para huesos (mataderos)
- Mataderos e instalaciones para desplumar y elaborar aves de corral
- Equipo para eviscerar aves de corral
- Máquinas para desplumar las aves de corral

**5. DANMIX, S.L.****País: España****Dirección:**

Pol. Ind. Sud-Sector P-1  
C/ Pep Ventura, 8  
Cardedeu 08440, Cataluña  
España  
Teléfono : +34 938 711 177  
Fax : +34 938 712 819

Pagina Web: [www.danmix.net](http://www.danmix.net)**Productos y servicios:**

- Instalaciones completas de mataderos
- Instalaciones y maquinaria completas para mataderos de aves de corral
- Picas para mataderos
- Maquinaria y equipos de matadero para despellejar
- Máquinas de matadero para deshuesar la carne
- Maquinaria de matadero para clasificación y separación de huesos
- Maquinaria de matadero para romper y triturar huesos
- Equipos de matadero para quitar las membranas de las carnes
- Equipos de matadero para cortar la carne
- Sierras eléctricas para mataderos
- Sierras para carne (mataderos)
- Sierras para huesos (mataderos)
- Equipos de matadero para precocer la carne
- Equipos de lavado para mataderos
- Esterilizadores de cuchillos de matarife
- Carretillas de acero o acero inoxidable, para mataderos
- Equipos industriales para el tratamiento de las plumas de ave

**6. Thüringer Fleischereimaschinen GmbH THURINGIA FOOD TECH****País: Alemania**



Dirección:  
Friedrichstraße 24  
99310 Arnstadt  
Alemania  
Teléfono : +49 36 28 61 51 51  
Fax : +49 36 28 60 22 37 ;  
+49 36 28 61 51 20

Página Web: <http://www.thuringia-foodtech.com>

**Productos y servicios: Instalaciones completas para mataderos**

### **7. Kundert Ingenieure AG ( Competence in Food Processing )**

**País: Suiza**

**Dirección:**  
Ifangstrasse 6  
8952 Schlieren, Postfach  
Suiza  
Teléfono : +41 1 755 42 42  
Fax : +41 1 755 42 43

Página Web: <http://www.kundert-ing.ch>

**Productos y Servicios:**

- Instalaciones completas de mataderos
- Instalaciones y maquinaria completas para mataderos de aves de corral
- Aparatos de atronamiento, para mataderos
- Corrales de matadero para atronar y matar
- Instalaciones de matadero para recoger la sangre
- Maquinaria y equipos de matadero para depilación y eliminación del pelo
- Maquinaria y equipos de matadero para despellejar
- Lámparas y antorchas chamuscadoras, para mataderos
- Equipos de matadero para descuartizar las reses muertas
- Equipos de matadero para desvertebrar cerdos
- Maquinaria de matadero para limpiar tripas
- Máquinas de matadero para deshuesar la carne
- Maquinaria de matadero para clasificación y separación de huesos
- Maquinaria de matadero para romper y triturar huesos
- Equipos de matadero para quitar las membranas de las carnes
- Equipos de matadero para cortar la carne
- Sierras eléctricas para mataderos
- Sierras para carne (mataderos)
- Sierras para huesos (mataderos)
- Decantadores de sebo, para mataderos
- Equipos de lavado para mataderos
- Equipos completos de manutención para mataderos
- Transportadores aéreos para la manipulación de la carne, para mataderos
- Perchas y colgaderos para mataderos
- Mataderos e instalaciones para desplumar y elaborar aves de corral
- Máquinas para desplumar las aves de corral
- Equipos industriales para el tratamiento de las plumas de ave
- Equipos para mataderos de corderos





- Equipos para mataderos de bovinos

## 8. Pedersen Engineering Ltd

**País: Irlanda**

**Dirección:**

Combermere House  
Glounthaune  
Co Cork  
Irlanda  
Teléfono : +353 21 4353051  
Fax : +353 21 4354275

Página Web: <http://www.pedersen-eng.ie>  
<http://www.pedersenfocus.ie>

**Productos y Servicios:**

- Maquinaria y equipos de matadero para despellejar
- Equipos de matadero para descuartizar las reses muertas
- Maquinaria de matadero para limpiar tripas
- Equipos completos de manutención para mataderos
- Transportadores aéreos para la manipulación de la carne, para mataderos
- Instalaciones y equipos para charcutería y elaboración de embutidos
- Máquinas industriales para cortar lonchas de tocino
- Instalaciones para ahumar la carne
- Prensas para carne

## 9. PENT a.s.

**País: República Checa**

**Dirección:**

Janakova 2170  
508 01 Horice v Podkrkonosi  
República Checa  
Teléfono : +420 493 628 011  
Fax : +420 493 628 020

Página Web: <http://www.pentas.cz>

- Instalaciones completas de mataderos
- Aparatos de atronamiento, para mataderos
- Pistolas para matar reses
- Maquinaria y equipos de matadero para depilación y eliminación del pelo
- Maquinaria y equipos de matadero para despellejar
- Lámparas y antorchas chamuscadoras, para mataderos
- Maquinaria de matadero para limpiar tripas
- Sierras eléctricas para mataderos
- Equipos de matadero para precocer la carne
- Esterilizadores de cuchillos de matarife
- Transportadores aéreos para la manipulación de la carne, para mataderos
- Perchas y colgaderos para mataderos
- Carretillas de acero o acero inoxidable, para mataderos



- Equipos para mataderos de bovinos
- Equipos para mataderos de cerdos

#### 10. Bobet Matériel

**País : Francia**

**Dirección:**

Le Poteau  
Route Nationale 23  
72470 CHAMPAGNE  
Francia  
Teléfono : +33 2 43 74 33 74  
Fax : +33 2 43 89 28 83

Página Web: <http://www.bobet-materiel.com>

- Picas para mataderos
- Pistolas para matar reses
- Mazas automáticas de matarife
- Maquinaria y equipos de matadero para depilación y eliminación del pelo
- Maquinaria y equipos de matadero para despellejar
- Lámparas y antorchas chamuscadoras, para mataderos
- Sierras eléctricas para mataderos
- Sierras para carne (mataderos)
- Sierras para huesos (mataderos)
- Esterilizadores de cuchillos de matarife

#### 11. CEFINOX

**País: Francia**

**Dirección:**

ZAE Les Granges Hautes  
16, Rue du Bief Pérou  
21130 AUXONNE  
Francia  
Teléfono : +33 3 80 27 02 60  
Fax : +33 3 80 27 02 61

Página Web: [www.cefinox.com](http://www.cefinox.com)

- Equipos completos de manutención para mataderos
- Transportadores aéreos para la manipulación de la carne, para mataderos
- Carretillas de acero o acero inoxidable, para mataderos

#### 12. Concept Inox

**País: Francia**

**Dirección:**

P.A.E. Les Jourdiés  
108, Rue des Champs Plans  
74800 ST PIERRE EN FAUCIGNY  
Francia



Teléfono : +33 4 50 25 07 62

Fax : +33 4 50 25 07 32

Pagina Web: <http://www.concept-inox.com>

**Productos y Servicios:**

- Equipos de lavado para mataderos
- Esterilizadores de cuchillos de matarife
- Equipos completos de mantenimiento para mataderos
- Transportadores aéreos para la manipulación de la carne, para mataderos
- Carretillas de acero o acero inoxidable, para mataderos

**13. Abad Maquinaria Industrial, S.L. ( LAINT )**

**País: España**

**Dirección:**

Pol. Indl. Mas d'en Cisa C/ Roure Gros, 31

Sentmenat 08181, Cataluña

España

Teléfono: +34 937 154 513

Fax: +34 937 154 565

Pagina Web: <http://www.laint.net>

**Productos y servicios:**

- Instalaciones y equipos para charcutería y elaboración de embutidos
- Equipos industriales para cortar, cortar en lonchas y trocear cárnicos
- Máquinas industriales para cortar lonchas de tocino
- Instalaciones para la preparación de cárnicos en conserva
- Instalaciones para ahumar la carne
- Tambores para procesamiento industrial de carnes
- Maquinaria para el tratamiento industrial de cárnicos congelados en bloques
- Equipos industriales para cortar cárnicos congelados
- Máquinas combinadas de cocción y secado para la industria cárnica
- Mesas de trabajo para la industria cárnica
- Instalaciones y equipos para la preparación de jamones
- Maquinaria para preparar embutidos
- Maquinaria industrial para separar y cerrar embutidos



## 8. CASOS DE ESTUDIO

## ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN MATADEROS INDUSTRIALES

## CASO DE ESTUDIO No. 1

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



<b>No. Empleados:</b>	<b>254</b>
Producto:	Carne para exportación y consumo local y harina para alimento de animales.
Mercado:	Nacional (Nicaragua) e Internacional
Producción:	78,342 reses equivalente a 23,502.6 Ton anuales.
Sector:	Alimentos

## BENEFICIOS ECONÓMICOS ESTIMADOS EN LA EVALUACIÓN DE PML

Recurso	Inversión (US\$)	Ahorros US\$/año	Ahorros US\$/año
AGUA	7,205.92	88,139.86	88,139.86
ENERGIA	2,471.65	30,785.76	30,785.76
TOTAL	9,677.57	118,925.62	118,925.62

## BENEFICIOS AMBIENTALES ESTIMADOS EN LA EVALUACIÓN DE PML

Recurso	Ahorro	Observaciones
Agua	38,924.03 m <sup>3</sup> /año	
Desechos	25 l.25 mg/l de DBO/ diariamente en aguas residuales. 2,425.25 mg/l de DQO/ diariamente en aguas residuales 27,993.60 kg de DBO /año por eliminación de estiércol en las aguas residuales verdes.	Los dos primeros datos representan la reducción de los parámetros de descarga en las áreas de matanza, deshuese, y planta de subproductos.
CO <sub>2</sub>	414,817.18kg de CO <sub>2</sub> /año	Por consumo de combustible que se deja de consumir.

**CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO**

El matadero sacrifica un promedio de 263 reses diariamente y se trabaja un promedio de 9 horas por día. Sus principales productos son carnes de exportación y para consumo local. También produce materias primas para otras industrias, como pieles, harina de carne, hueso y cebos. La harina es utilizada en la fabricación de alimentos para animales bovinos, porcinos, equinos, aves; así como los cebos (1era, 2da, 3era calidad) que además de utilizarse en fórmulas para alimentos de animales se ocupa para la fabricación de jabones.

**RESUMEN DEL PROYECTO**

Se realizó un análisis del proceso productivo observando principalmente el consumo de agua, manejo de efluentes y consumo de energía, basándose en la metodología de Producción Más Limpia. Se generaron oportunidades dirigidas a aumentar la eficiencia del proceso, mediante una evaluación técnica, económica y ambiental de las opciones identificadas.

**PARTICIPANTES**

La evaluación fue realizada por consultores del CPML con la ayuda de un equipo de la empresa constituido por personal de las diferentes áreas estudiadas.

**CONCLUSIONES**

Los beneficios obtenidos con la aplicación de las opciones de PML se calculan en una disminución del consumo de agua en 15.70% y 6% de combustible de la caldera. La inversión representa el 8.13% de los ahorros totales estimados y el 35% de las opciones no requieren inversión.



## CASO DE ESTUDIO NO. 2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

75



<b>No. Empleados:</b>	42
<b>Productos:</b>	Cortes selectos, Industriales y vísceras
<b>Producción:</b>	23,940 reses equivalentes a 7182 ton de carne anual
<b>Mercado:</b>	Nacional (Nicaragua)
<b>Sector:</b>	Alimentos

### BENEFICIOS ECONÓMICOS ALCANZADOS EN UN PERÍODO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE PML DE 3 MESES (PROYECTADOS ANUALMENTE)

Recurso	Inversión U\$	Beneficio U\$/año
Generación y utilización de Desechos sólidos	542.00	Ingreso de 1,117.00 (10.15% de aumento)
Consumo de agua	639.00	645.00
Consumo energético	200	1740.00
Otras opciones	437.00	-
<b>Total</b>	<b>1,818.00</b>	<b>3,502.00</b>

### BENEFICIOS AMBIENTALES ALCANZADOS EN UN PERÍODO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE PML DE 3 MESES (PROYECTADOS ANUALMENTE)

Recurso	Ahorro	Observaciones																					
Generación y utilización de Desechos sólidos (No incluye estiércol y rumen)	93,360 Kg/año	La recolección eficiente de los desechos sólidos ha permitido una reducción importante en los parámetros de descarga de las aguas residuales en hasta un 94 % promedio, en relación a los valores iniciales determinados. Incluye la utilización del estiércol como abono orgánico.																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Inicial (mg/lit)</th> <th>Final (mg/lit)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DQO</td> <td>10,050</td> <td>918</td> </tr> <tr> <td>DBO5</td> <td>6,200</td> <td>437.5</td> </tr> <tr> <td>Grasas y aceites</td> <td>749</td> <td>35.2</td> </tr> <tr> <td>Sólidos</td> <td>0.92</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>Sedimentables</td> <td>2,825</td> <td>137.7</td> </tr> <tr> <td>Sólidos suspendidos</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	Inicial (mg/lit)	Final (mg/lit)	DQO	10,050	918	DBO5	6,200	437.5	Grasas y aceites	749	35.2	Sólidos	0.92	0.01	Sedimentables	2,825	137.7	Sólidos suspendidos		
		Parámetros	Inicial (mg/lit)	Final (mg/lit)																			
		DQO	10,050	918																			
		DBO5	6,200	437.5																			
		Grasas y aceites	749	35.2																			
		Sólidos	0.92	0.01																			
Sedimentables	2,825	137.7																					
Sólidos suspendidos																							
Consumo de agua	7,390 m <sup>3</sup> /año	Mediante la modificación de las prácticas de limpieza de las diferentes áreas se ha logrado una reducción en un 28% en el consumo de agua. Después de la implementación de la PML el Índice de Consumo se redujo de 1,092 a 860 lt/cabeza. El consumo de agua es monitoreado constantemente.																					
Consumo energético	15,658.6 KWh/año 14,092 Kg de CO <sub>2</sub>	Las opciones implementadas han permitido una reducción en el consumo de energía del 23% promedio mensual, hasta Diciembre 2002.																					





- CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO** El proceso de matanza se caracteriza por un uso intensivo del agua en el lavado de reses y sanitización de áreas de trabajo, exigidos y normados en el reglamento de Inspección de Carnes del Ministerio Agropecuario y Forestal, y de estricta supervisión y control por parte de la institución y de la empresa. El proceso de matanza genera cantidades importantes de desechos: Sólidos, descargados durante el proceso de lavado de mondongos y tripas (aguas verdes). La sangre se constituye en un contaminante importante, la que en un inicio era descargada en los canales de drenaje (aguas rojas) provocando niveles elevados de carga contaminante, superior a los 10,000 mg/lit. Los cuartos fríos son los principales consumidores de energía eléctrica, los cuales presentan grandes potenciales de ahorro.
- RESUMEN DEL PROYECTO** El Plan de Ejecución de la PML en la empresa se basó en el estudio preliminar, donde se plantearon como prioridades el uso del agua, el manejo de los desechos y el consumo energético para almacenamiento de productos. Partiendo de eso, se ejecutó un programa de Producción Más Limpia en el año 2002, en el que se priorizó la implementación de las opciones de bajo costo y de factibilidad técnica alta en el Consumo de agua y de manejo de Desechos Sólidos. La separación de la sangre, la limpieza en seco de mondongos y tripas, redujo drásticamente los niveles de carga contaminante. Los aspectos energéticos obtuvieron mayor relevancia económica al evaluar la infraestructura de los cuartos fríos y la demanda de enfriamiento que requiere producto. La PML identifica la necesidad de analizar la factibilidad para el aprovechamiento de estiércol como abono orgánico, el diseño del sistema de tratamiento de las aguas residuales y el cambio de la infraestructura de los cuartos fríos, proyectos actualmente en estudio e incluidos en el PGIRCI.
- PARTICIPANTES** Consultores del CPML y de STENUM y personal de la empresa.
- CONCLUSIONES** La aplicación de la Producción Más Limpia no necesariamente implica grandes inversiones, esto fue comprobado al implementar las opciones de reducción de consumo de agua durante los lavados y el manejo de los desechos sólidos, los que combinados con modificaciones en los procedimientos ha permitido mejorar el desempeño ambiental de la empresa, comprobado en la reducción importante de los niveles de carga contaminante de sus efluentes, además de los ahorros registrados en el consumo de agua y aumento en los ingresos por el aprovechamiento de los desechos sólidos. Las oportunidades de PML en el área energética han permitido recuperar las inversiones en un período de 6 meses.



### CASO DE ESTUDIO No. 3 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

77



No. Empleados:	53
Productos:	Carne de cerdo y res para consumo nacional, Visceras y subproductos
Producción:	9,034 Reses y 12,062 cerdos los cuales equivalen a 2,950.28 ton de res en pie y 844.34 ton de cerdo en pie.
Mercado:	Nacional (Honduras)
Sector:	Alimentos

#### BENEFICIOS ECONOMICOS ESTIMADOS EN LA EVALUACION PRELIMINAR DE PML

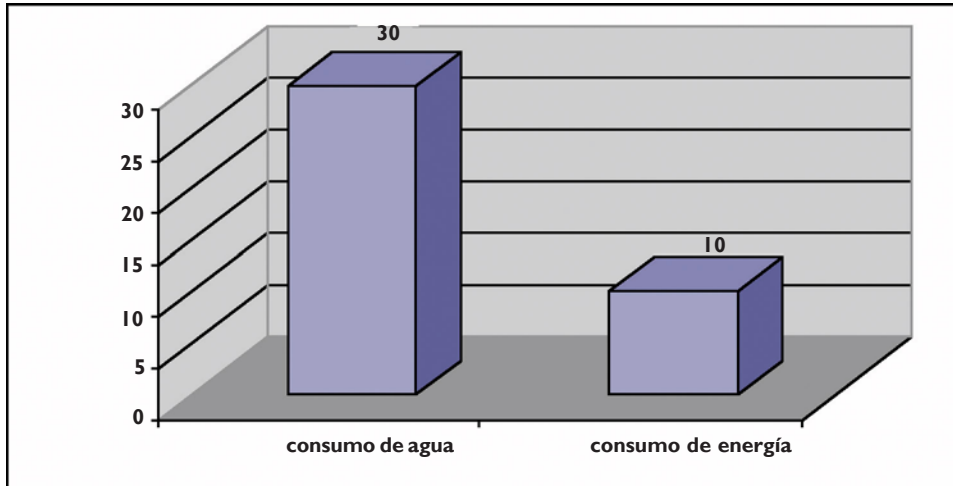
Recurso	Inversión U\$	Ahorros U\$	# de opciones
Consumo de materiales	---	981.2	11
Agua	---	---	6
Energía	---	3,393.42	5
Generación de afluentes	---	---	4
Otrass recomendaciones	39,000	56,060.16	3
<b>Total</b>	<b>39,000</b>	<b>60,434.78</b>	<b>19</b>

#### BENEFICIOS AMBIENTALES ESTIMADOS EN LA EVALUACION PRELIMINAR DE PML

Recurso	Ahorro	Observaciones
Desechos	10,98.24 ton / año.	Este ahorro se puede lograr debido a que la empresa esta estudiando la posibilidad de instalar una planta de procesamiento de tancaje o procesamiento de harina de hueso o de sangre.
Agua	37,022.6 m <sup>3</sup> / año y del 20 al 25 % de ahorro potencial	El valor expresado en términos de m <sup>3</sup> /año de ahorro de agua es por que la empresa posee un alto potencial de reparación de fugas en tuberías y bombas y por cambio de tuberías dañadas, además de que existe un potencial de ahorro de agua por utilización de pistolas de presión y boquillas en las manguera debido a que muchas de las operaciones se realizan con mangueras que no poseen pistolas.
CO <sub>2</sub>	18249 Kg. de CO <sub>2</sub>	Este ahorro es logrado por reparar fugas de vapor y asilar tuberías, así como mejorar el estado de las anteriores.
DBO	18,240 Kg./año	Este ahorro es logrado por la opción de Separar la sangre del efluente a través de de la construcción de un canal independiente para las norias de degüelle de las 2 zonas de matanza.



### RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACION MONITOREADA UN AÑO DESPUES DE LA EVALUACION PRELIMINAR



Recurso	Beneficio económico (U\$/Año)	Beneficio ambiental
Consumo de agua	2,892.27	13,232.5 m <sup>3</sup> / año
Consumo de energía	1,044.00	162,000 kg de CO <sub>2</sub> /año
Otros		Eliminación de la descarga de desechos sólidos a la laguna de agua residual. Mejora en el uso de químicos de lavado. Mejora de condiciones higiénico sanitarias, instalaciones de los cuartos fríos, válvulas, etc.



- CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO** El matadero sacrifica un promedio de 9034 Reses y 12,062 cerdos. El producto terminado es en presentación canal, el cual es distribuido a otras empresas para su deshuese y procesamiento más específico. Además se comercializan las vísceras y otros subproductos comestibles y las pieles para las tenerías. Los principales problemas ambientales de la empresa son los efluentes que son descargados sin tratamiento. Además, aún no se cuenta con una planta de subproductos pero su construcción está en los planes de inversión de la empresa. El uso de la energía eléctrica está dado por los sistemas de refrigeración, iluminación y motores. En cambio el uso de energía térmica se ve reducido a las operaciones de lavado y limpieza de mondongos, ya que no se cuenta con área de deshuese y procesamiento de subproducto (de mayor consumo de vapor).
- RESUMEN DEL PROYECTO** La evaluación preliminar consistió en el análisis de los potenciales de ahorro en las áreas de consumo de agua y energía y la generación de desechos, basándose en la metodología de PML. Se identificaron oportunidades de ahorro en todas las áreas de estudio, orientadas a aumentar la eficiencia del proceso generando ahorros a la empresa y la mejora de su desempeño ambiental.
- PARTICIPANTES** CPML de Nicaragua con apoyo del CPML de Honduras y el apoyo del Programa Ambiental Regional para Centroamérica, a través del componente de Sistemas de gestión para el medio ambiente (PROARCA/SIGMA).
- CONCLUSIONES** Se pudo identificar potenciales de ahorro en las áreas de estudio se identificó un alto porcentaje de ahorro en el uso del agua ocasionado por fugas y algunos procedimientos de uso con potenciales de optimización. Se pudo notar que los desechos sólidos no son utilizados en nuevos procesos hay poco conocimiento de los impactos ambientales además que los controles internos de los recursos no se llevan en función de la optimización de los recursos, además de la oportunidad de mejorar el uso de vapor para la reducción de la demanda de combustible y el consumo de energía eléctrica en los cuartos fríos.



## CASO DE ESTUDIO No. 4 DESCRIPCION DE LA EMPRESA



<b>No. Empleados:</b>	<b>Más de 100 operarios</b>
Productos:	Carne de cerdo y res para consumo nacional, Vísceras y subproductos
Producción:	7200 Reses y 7200 cerdos los cuales equivalen a 2,520 ton de carne de res y 576 Ton de carne de cerdo deshuesada por año
Mercado:	Nacional e internacional (Costa Rica)
Sector:	Alimentos

### BENEFICIOS ECONOMICOS

Recurso	Inversión U\$	Ahorros U\$	# de opciones
Consumo de materiales	---	---	---
Agua	ND <sup>66</sup>	ND	---
Energía	---	23,573.06	4
Generación de afluentes	ND	ND	---
Otrass recomendaciones	---	---	---
<b>Total</b>	---	<b>23,573.06</b>	<b>4</b>

### BENEFICIOS AMBIENTALES

Recurso	Ahorro	Observaciones
CO <sub>2</sub>	91,034.20 Kg. de CO <sub>2</sub> 134332 Kg. de CO <sub>2</sub> por galón de Bunker	El ahorro en kilogramos de CO <sub>2</sub> es debido a los ahorros de energía eléctrica y térmica a través de la reducción de 11,887.79 Galones de Búnker.
DQO	650 Mg/L	Se logró una reducción en la concentración de DQO en el agua residual de 1500 mg/l a 850 Mg/l .

### DESCRIPCION DEL PROYECTO

#### CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO

El matadero sacrifica un promedio de 7200 Reses y 7200 cerdos equivalentes 2,520 Ton de carne de res y 576 Ton de carne de cerdo deshuesada por año. La empresa produce carnes y productos derivados empacados en presentaciones al vacío y a granel las cuales son vendidas al mercado Internacional.

La empresa se ha integrado verticalmente con fábricas de jabón, curtiembre, marroquinerías, tenerías, fábricas de embutidos y de Gelatina, con el fin de dar uso de sus desechos. Su principal impacto ambiental es el elevado consumo de agua y de energía.

#### RESUMEN DEL PROYECTO

La evaluación de PML consistió en el análisis de los potenciales de ahorro en las áreas de consumo de agua y consumo de energía, en las cuales se pudo identificar la oportunidad de mejorar el registro y control de los consumos, mejorando el estado de los medidores. Se logró la reducción de la cantidad de desechos orgánicos descargados y la mejora de la calidad del agua residual. Respecto al consumo de energía se identificaron una serie de medidas que van encaminadas a aumentar la eficiencia del proceso generando ahorros a la empresa.

<sup>66</sup>ND: No Determinado





**PARTICIPANTES** Consultores de Centro Nacional de PML de Costa Rica con apoyo del personal de la empresa.

**CONCLUSIONES** Se pudo identificar que existen ahorros potenciales en las áreas de estudio en la empresa. Sin embargo, es necesario el monitoreo continuo de las mejoras sugeridas por PML, para la estimación de los resultados de la aplicación de esta metodología.



## 9. GLOSARIO TÉCNICO

**Ar:** Argón

**Aire disuelto:** Inyección de aire al compresor en un sistema de tratamiento

**Biodegradables:** Dícese del producto industrial que una vez desechado es destruido por las bacterias u otros agentes biológicos.

**CO<sub>2</sub>:** Dióxido de Carbono, uno de los principales causante del efecto invernadero.

**CO:** Monóxido de carbono

**Compostes (compost o compostaje):** Humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos.

**Cisterna:** en aposición tras un nombre común que designa vehículo o nave, significa que estos están construidos para transportar líquidos.

**Coagulantes:** Cuajar, solidificar lo líquido. especialmente referido a la sangre.

**Condensación:** Efecto de Convertir un vapor en líquido o en sólido, Reducir algo a menor volumen, y darle más consistencia si es líquido.

**Condensador:** Equipo que realiza la función de condensación

**Caldera:** Recipiente metálico cerrado que se emplea para calentar o evaporar líquidos.

**Deshuese:** Proceso de separar el hueso de la carne en un animal sacrificado.

**Drenaje:** Dar salida y corriente a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos, por medio de zanjas o cañerías

**DBO (Demanda bioquímica de oxígeno):** Se refiere a la cantidad de oxígeno requerido por un grupo de bacterias para la descomposición de de la materia orgánica contenida en aguas residuales o aguas contaminadas. Se mide en mg/l O<sub>2</sub>

**DQO (Demanda química de oxígeno):** Se refiere a la cantidad de de oxígeno requerido para la descomposición de completa de la materia orgánica utilizando agentes químicos, se mide en mg/l O<sub>2</sub>.

**Equilibradores de corriente:** los equilibradores de corriente son dispositivos utilizados para estabilizar los flujos del sistema de tratamiento de agua.

**Efluentes verdes:** Efluentes provenientes de la mezcla de las aguas de lavado con el contenido de la panza de las reses.

**Efluentes Rojos:** Efluentes provenientes de la mezcla de las aguas de lavado con la sangre de las reses.

**Eutroficación:** De Eutrofización. Acumulación de sustancias y residuos orgánicos en las aguas de lagos y embalses y mares, que provoca la proliferación excesiva y perjudicial de ciertas algas. Estas algas en exceso absorben el oxígeno del agua ocasionando daños a la calidad del cuerpo receptor.



**Funcionamiento neumático:** funcionamiento de un dispositivo a base de aire o gas.

**Floculante:** Agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal (Dispersión de partículas o macromoléculas en un medio continuo), en general por la adición de algún agente.

**Hidrolavadoras:** Máquina que sirve para el lavado a presión con agua caliente o fría de las superficies a presión de 300 bares. Hasta 650 bares, con un caudal de agua de 300 a 650 l/h.

**Harina forrajera:** harina que se produce con un pasto seco conservado para la alimentación del ganado.

**Homogenizador:** Hacer homogéneo, por medios físicos o químicos, un compuesto o mezcla de elementos diversos.

**H<sub>2</sub>S:** Ácido Sulfhídrico

**H:** Hidrogeno

**Matadero:** Sitio donde se mata y desuella el ganado destinado al abasto público o establecimiento donde se sacrifican animales

**Matarifes:** oficial que mata y descuartiza las reses.

**Metano:** Primero de la serie de los hidrocarburos alifáticos. Es un gas incoloro, producido en las minas de carbón, y se desprende del cieno de algunos pantanos. Mezclado con el aire es inflamable y se llama grisú. CH<sub>4</sub> (Metano).

**Noria:** Canales en forma comúnmente ovalada por la cual se envía la sangre y las sustancias de desechos a las aguas residuales ya la planta de subproducto.

**N<sub>kj</sub> – N:** Nitrógeno Kendal (parámetro de diseño para las plantas de tratamiento de agua).

**NH<sub>3</sub>:** Amoniaco

**Operaciones Unitarias:** Una operación unitaria puede definirse como un área del proceso o un equipo donde se incorporan materiales, insumos y materias primas, ocurre una función y se extraen en diferente forma, estado o composición.

**O:** Oxigeno

**Orgánicos:** Dicho de una sustancia: Que tiene como componente constante el carbono, en combinación con otros elementos, principalmente hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

**Operaciones limpias del proceso de matanza:** Se refiere a las operaciones unitarias relacionadas al manejo de la carne y demás subproductos comestibles del procesos de matanza, en las cuales se debe hacer uso de limpieza constante, condiciones de manipulación adecuada por los operarios y aplicación de métodos que eviten la contaminación cruzada, con el fin de preservar la inocuidad del alimento. Ejemplo: inspección de vísceras, lavado de canales, lavado de partes comestibles, etc.



**Operaciones sucias del proceso de matanza:** Se refiere a las operaciones unitarias relacionadas con la extracción del estiércol, limpieza de tripas y demás partes de la res que no son de uso comestible. Estas operaciones suelen realizarse en áreas separadas a la línea de carne, con el fin de evitar contaminación cruzada.

**P:** Fósforo

**Paneles o colectores solares de tipo placa plana:** Son dispositivos artificiales diseñados para recoger energía después de concentrar los rayos del Sol. La energía, una vez recogida, se emplea en procesos térmicos o fotoeléctricos, o fotovoltaicos. En los procesos térmicos, la energía solar se utiliza para calentar un gas o un líquido que luego se almacena o se distribuye. En los procesos fotovoltaicos, la energía solar se convierte en energía eléctrica sin ningún dispositivo mecánico intermedio. Los colectores solares pueden ser de dos tipos principales: los de placa y los de concentración.

**SS Totales:** Es la suma de los sólidos no disueltos y los que pueden ser disueltos por sedimentación.

**Sebo:** Grasa sólida y dura que se saca de los animales herbívoros, y que, derretida, sirve para hacer velas, jabones y para otros usos.

**Sedimentación:** Dicho de un líquido: Depositar sedimento (Materia que, habiendo estado suspensa en un líquido, se posa en el fondo por su mayor gravedad). Dicho de las materias suspendidas en un líquido: Formar sedimento

**Tratamiento “Al Final del Tubo”:** El tratamiento al final del tubo es una medida correctiva que actúa cuando ya se ha generado el problema y su significado tradicional está indicado a combatir la contaminación, el tratamiento de desechos y fuentes de desechos. La propuesta del final del tubo, es esencial todavía para algunas industrias y para algunas tecnologías, que pueden ser usadas solo como último recurso en cambio investigaciones de PML deben ser estudiadas como primer recurso. El tratamiento del final del tubo puede envolver tratamiento de agua, aire, ruido y desechos sólidos.

**Tamizado:** Separación mecánica, mediante tamices, de sustancias pulverizadas de diferentes tamaños.

**Tratamiento anaerobio:** Dicho de un organismo: Que puede vivir sin oxígeno.

**Tratamiento aerobio:** Dicho de un ser vivo: Que necesita oxígeno para subsistir.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

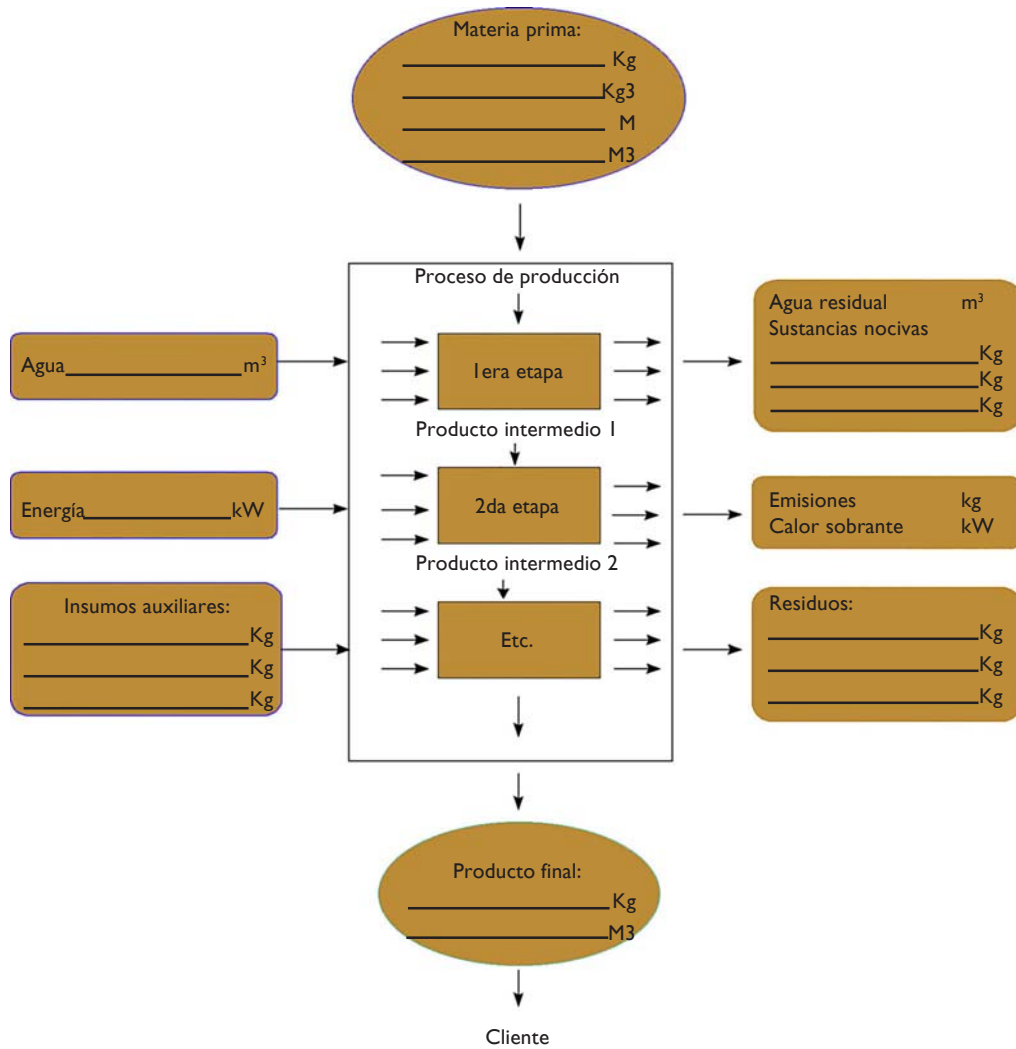
85

1. **La Situación del Sector Cárnico Bovino Centroamericano.** Por Edwin Pérez Gutiérrez, Gerente Regional. Proyecto ILRI-CFC.
2. **La Posición del Sector Cárnico Bovino Centroamericano Frente al TLC con Estados Unidos.** Dr. Rony Chaves. Presidente Corporación Ganadera, Costa Rica. Coordinador de la comisión especial del CAFTA de FECECABO. San José, Costa Rica. Octubre 2003.
3. **Evaluación en Planta en un matadero semi industrial de Nicaragua.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2001.
4. **Evaluación en Planta en un matadero industrial de Nicaragua.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2002.
5. **Caso de estudio en un rastro municipal en Honduras.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2003.
6. **Manual de Eficiencia energética de Producción Más Limpia.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2003.
7. **Manual de utilización y administración de la energía en la industria.** ICAITI.
8. **Cleaner Production Assessment in Meat Processing.** Danish Environmental Protection Agency. UNEP.
9. **Eco – Efficiency Manual for Meat Processing.** Queensland Government, Australia. 2002.
10. **Diagnóstico de Prevención de la Contaminación Matadero de Ganado Vacuno.** Hagler Baily. U.S. Agency for International Development. 1999.
11. **Good Housekeeping Guide for Small and Medium – Sized Enterprises.** Sustainable Business Associated and GTZ. 1998.
12. **Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción Más Limpia para la Industria Láctea.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2002.
13. **Código Internacional Recomendado de Prácticas de Higiene para la Carne fresca.** CAC/RCP 11- 1976, Rev. 1(1993).
14. **Proceso de Beneficio de Ejemplares Bovinos en el Matadero Industrial.** Jorge L. Castillo T. <http://www.monografias.com/trabajos15/bovinos-matadero/bovinos-matadero.shtml#INSENS>.
15. **Diagnóstico Técnico - Energético del Sistema de Enfriamiento del Matadero X.** Centro de Producción Más Limpia de Nicaragua. 2003.
16. **Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo.** Frederick Veall. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, © FAO 1993.



### 11. ANEXOS

#### Anexo I. ESQUEMA CONCEPTUAL DEL BALANCE DE MATERIALES.







## Anexo II. CÁLCULO DEL COSTO DEL AGUA.

### a) Cálculo del consumo de energía del sistema de bombeo.

P = Potencia de la bomba.

t = Tiempo de operación de la bomba al mes (considerando que el agua es almacenada en un tanque que cuenta con un controlador de nivel de agua).

T = Tarifa de energía aplicada a la empresa.

#### ● Energía consumida por la bomba:

$$E \text{ (kWh/mes)} = P \text{ (kW}^1\text{)} * t \text{ (h/mes)}$$

#### ● Costo de la energía consumida por la bomba.

$$\text{U\$ / mes} = E \text{ (kWh/mes)} * T \text{ (U\$/kWh)}.$$

#### ● Costo energético del m<sup>3</sup> de agua.

$$\text{U\$ / m}^3 = (\text{U\$ / mes}) / (\text{m}^3/\text{mes})$$

### b) Cálculo del costo del cloro por m<sup>3</sup> de agua (U\$ / m<sup>3</sup>).

Se toma el total de cloro gastado al mes en el sistema clorinador y se divide entre el volumen de agua gastado en el mismo período de tiempo.

### c) Costo total del agua.

$$\text{Costo del cloro (U\$ / m}^3\text{)} + \text{Costo de energía por bombeo (U\$ / m}^3\text{)}.$$

---

<sup>1</sup> 1 HP = 0.7457 kW



### Anexo III. FORMATO DE REGISTRO DE INDICADORES DE CONSUMO DE ENERGÍA.

#### Control de energía eléctrica

Consumo eléctrico		Reses sacrificadas		Indicador de consumo de energía eléctrica		
(kW/mes)	U\$/mes	Unidades	Peso Promedio (Ton/mes)	KWh/res	KWh/ton de res	U\$/ton de res

#### Control de energía térmica

Tipo de combustible	Consumo al mes		Reses sacrificadas		Indicador de consumo de energía térmica		
	Litros / mes	U\$/mes	Unidades	Peso Promedio (Ton/mes)	KWh/res	U\$/ton de res	U\$/ton de res

Conversiones importantes:

1kWh= 3600 kilo Joule



## Anexo IV. PÉRDIDAS EN TUBERÍAS SIN AISLAR

Tipo de Combustible: Búnker C<sup>2</sup>

Diámetro de Tubería (pulg)	Presión PSI / Kg/cm <sup>2</sup>	Temp Interior tub °F / °C	Temp Ambiente °F / °C	Pérdida \$/año Por metro lineal
0.5	30/2.11	248/120	90/32	6.11
0.75	30/2.11	248/120	90/32	7.63
1	30/2.11	248/120	90/32	9.56
1.5	30/2.11	248/120	90/32	13.81
2	30/2.11	248/120	90/32	17.26
3	30/2.11	248/120	90/32	25.39
<b>40/2.81</b>				
0.5	40/2.81	266/130	90/32	6.80
0.75	40/2.81	266/130	90/32	8.50
1	40/2.81	266/130	90/32	10.65
1.5	40/2.81	266/130	90/32	15.38
2	40/2.81	266/130	90/32	19.23
3	40/2.81	266/130	90/32	28.29
<b>55/3.86</b>				
0.5	55/3.86	284/140	90/32	7.50
0.75	55/3.86	284/140	90/32	9.37
1	55/3.86	284/140	90/32	11.74
1.5	55/3.86	284/140	90/32	16.9
2	55/3.86	284/140	90/32	21.19
3	55/3.86	284/140	90/32	31.18
<b>70/4.92</b>				
0.5	70/4.92	302/150	90/32	8.19
0.75	70/4.92	302/150	90/32	10.24
1	70/4.92	302/150	90/32	12.82
1.5	70/4.92	302/150	90/32	18.53
2	70/4.92	302/150	90/32	23.16
3	70/4.92	302/150	90/32	34.07
4	70/4.92	302/150	90/32	43.79
<b>90/6.33</b>				
0.5	90/6.33	320/160	90/32	8.89
0.75	90/6.33	320/160	90/32	11.11
1	90/6.33	320/160	90/32	13.91
1.5	90/6.33	320/160	90/32	20.10
2	90/6.33	320/160	90/32	25.13
3	90/6.33	320/160	90/32	36.97
4	90/6.33	320/160	90/32	47.51
<b>120/8.43</b>				
0.75	120/8.43	338/170	90/32	11.98
1	120/8.43	338/170	90/32	15.00
1.5	120/8.43	338/170	90/32	21.68
2	120/8.43	338/170	90/32	27.09
3	120/8.43	338/170	90/32	39.86
4	120/8.43	338/170	90/32	51.23

<sup>2</sup> Cálculos realizados en base a una eficiencia de caldera del 70%, 4 horas de operación por día, 25 días por mes.



## Anexo V. PÉRDIDAS POR NO RECUPERAR CONDENSANDOS DE VAPOR.

### Combustible Bunker C<sup>3</sup>

Combustible Bunker C <sup>1</sup> Litros por día	T del liquido °F / °C	T ambiente °F / °C	AhorrosGal. comb /año	Ahorros \$/año
100	104/40	90/32	8.69	38.69
200	104/40	90/32	17.38	77.38
300	104/40	90/32	26.08	116.08
400	104/40	90/32	34.77	154.77
500	104/40	90/32	43.46	193.46
100	122/50	90/32	19.87	49.87
200	122/50	90/32	39.73	99.73
300	122/50	90/32	59.60	149.60
400	122/50	90/32	79.47	199.47
500	122/50	90/32	99.33	249.33
100	140/60	90/32	31.04	61.04
200	140/60	90/32	62.08	122.08
300	140/60	90/32	93.13	183.13
400	140/60	90/32	124.17	244.17
500	140/60	90/32	155.21	305.21
100	158/70	90/32	42.22	72.22
200	158/70	90/32	84.43	144.43
300	158/70	90/32	126.65	216.65
400	158/70	90/32	168.87	288.87
500	158/70	90/32	211.08	361.08
100	176/80	90/32	53.39	83.39
200	176/80	90/32	106.78	166.78
300	176/80	90/32	160.18	250.18
400	176/80	90/32	213.57	333.57
500	176/80	90/32	266.96	416.96
100	194/90	90/32	64.57	94.57
200	194/90	90/32	129.13	189.13
300	194/90	90/32	193.70	283.70
400	194/90	90/32	258.27	378.27
500	194/90	90/32	322.84	472.84

<sup>3</sup> Cálculos realizados en base a una eficiencia de caldera del 70%, 25 días por mes.







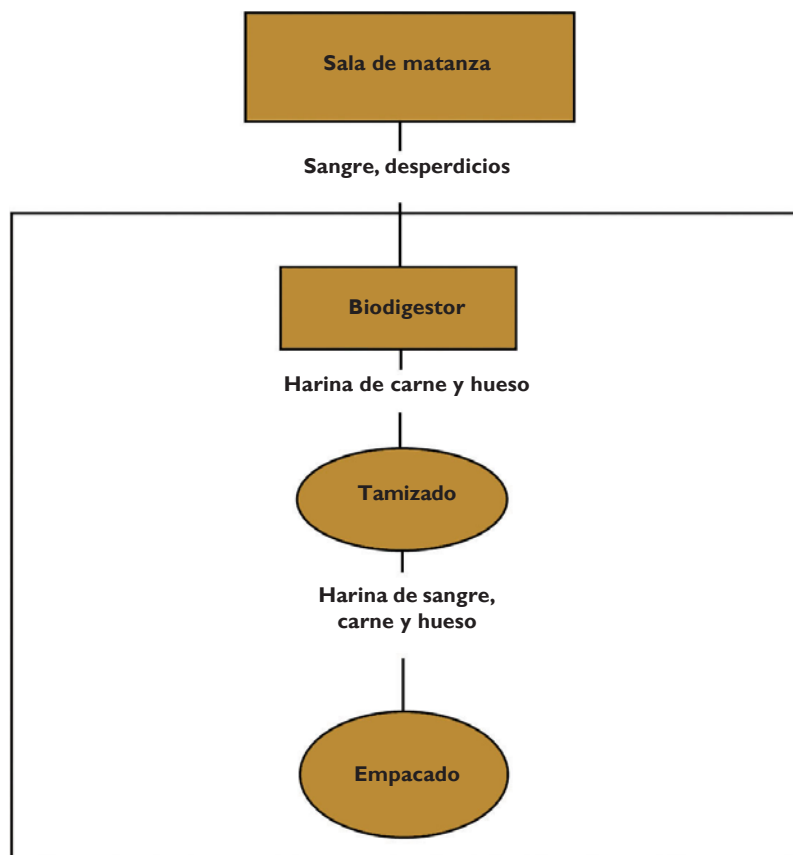


## Anexo VIII. PROCESOS DE RECUPERACIÓN DE DESECHOS DEL PROCESO DE MATANZA

### Harina de sangre, carne y hueso

Generalmente, la sangre animal es procesada añadiéndole desechos de matanza, que no constituyan peligro para la salud animal y otros desperdicios de tejido animal resultantes de la faena. De este proceso, se obtiene un producto final que se puede denominar harina de sangre, carne y hueso (HSCH), útil en la fabricación de balanceados para la alimentación animal. La cantidad de sangre de un animal corresponde, en promedio, a un 3% de su peso en vivo.

#### a) Diagrama del Proceso de Harina de Sangre, Carne y Hueso



#### b) Consideraciones Generales

Este sistema de obtención de harina de carne y hueso presenta la gran ventaja de que se puede obtener una materia prima de buena calidad de proteína para la industria de los balanceados, aprovechando la sangre y todos aquellos otros desperdicios comestibles de matanza. Este modelo de proceso sirve también para la obtención de la harina mixta de carne y pluma. Solo se utiliza la sangre del ganado vacuno y de aves, puesto que la sangre del ganado porcino se utiliza mayormente en la fabricación de embutidos.



### c) Índices de producción

De acuerdo con los índices de producción para este subproducto en Colombia, se pueden obtener aproximadamente 5 Kg de producto final por animal sacrificado. El valor de venta del producto se calcula en base al punto de proteína. Muestras analizadas en Colombia indicaron un contenido en proteínas de la HSC del 73%, lo cual equivale a un valor de US\$0.38 de EE.UU por kilo. Actualmente por animal sacrificado se obtiene en Colombia, un promedio de 12,5 kg de sangre líquida.

d) Mezclas de materias primas, para la obtención de harina de sangre, carne y hueso. Análisis bromatológico del producto obtenido.

A continuación se presentan algunas mezclas recomendadas para el procesamiento de HSCH, utilizadas en las plantas de subproductos en Colombia. El análisis bromatológico corresponde a un promedio de muestras enviadas a laboratorios por diferentes plantas.

Mezcla	Humedad	Proteína	Fibra	Grasa	Cenizas	Digestibilidad
				(%)		
3,400 l de sangre 200 kg de hueso 250 kg de desperdicio		8.2	77.22	6.42	7.34 6.80	75.50
3,400 l de sangre 200 kg de hueso 300 kg de desperdicio		8.5	70.47	3.04	11.33 6.44	79.21
3,400 l de sangre 250 kg de hueso 350 kg de desperdicio		10.0	72.10	2.47	13.04 7.46	85.60
2,300 l de sangre 200 kg de hueso 250 kg de desperdicio		9.5	73.56	2.07	10.24 5.41	76.00

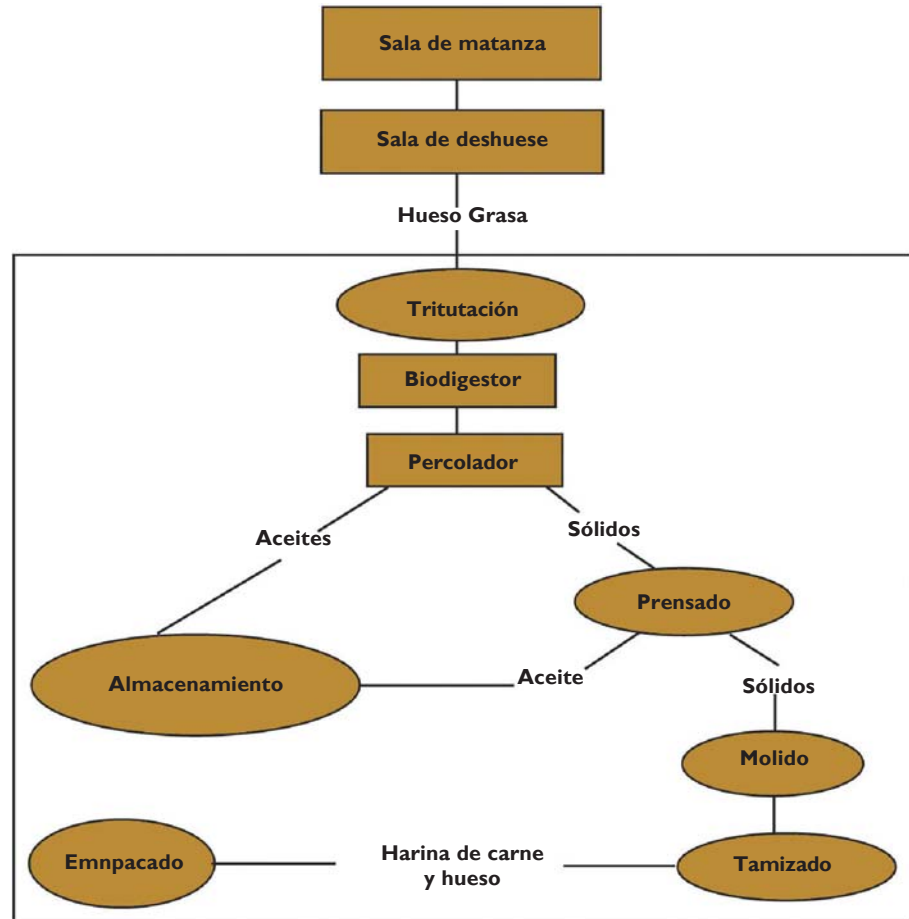
En Colombia, no se está procesando sangre sin adicionar ningún otro producto por razones de tipo técnico y económico. Este proceso se utiliza para obtener harina de sangre pura y plasma sanguíneo.

Harina de Carne y hueso (HCH)



Es el producto obtenido del procesamiento en conjunto de las grasas y huesos procedentes del desposte de las canales. El sistema de procesamiento sirve igualmente para el proceso de las grasas animales solas, sin adicionar hueso. En algunas fábricas, se acopla al sistema algún tipo comercial de centrífuga, para purificar los aceites y obtener el producto comercial denominado oleoestearina.

#### a) Diagrama del Proceso de Harina de Carne y Hueso



#### b) Índices de Producción.

- Cantidad promedio de hueso por res al desposte: 35 kg.
- Rendimiento del hueso en aceite: 10%
- Rendimiento del hueso en sólidos: 25%.
- Cantidad promedio de grasa de canal y menudencia: 10.0 kg.
- Rendimiento promedio de grasa en aceite: 50.5%.
- Rendimiento promedio de la grasa en sólidos: 7%.

#### Proceso del contenido rumial

El contenido rumial, por los elevados volúmenes producidos en los centros de matanza y por sus características físico-químicas, es una de las mayores fuentes de contaminación ambiental y una alternativa importante de fuente alimenticia para los animales. En la actualidad en Colombia, se están implementando dos procesos para la utilización del contenido rumial en la alimentación animal, uno industrial

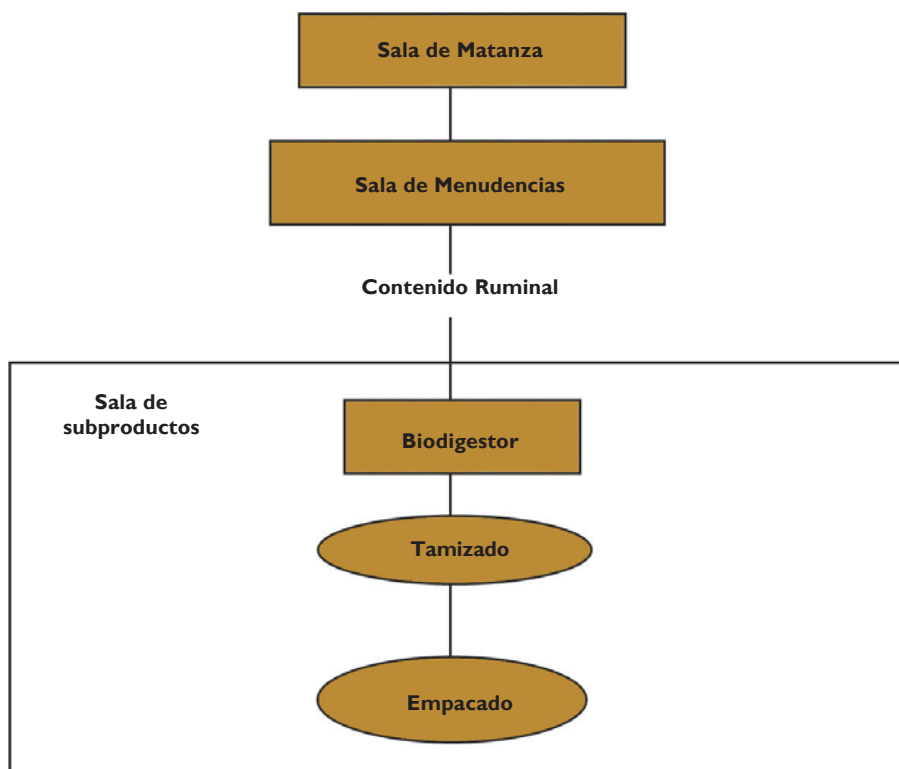


para la obtención de un producto final denominado Harina Forrajera (HF) y otro semi-industrial para la fabricación de los denominados bloques nutricionales.

### Harina Forrajera (HF) o contenido rumial seco

El contenido rumial puede ser procesado en la Planta de Subproductos en forma similar al procesamiento de la sangre (deshidratación), con la diferencia de que en este proceso no se adiciona tipo alguno de desperdicio. El producto obtenido es utilizado en la industria de los piensos balanceados, para ser incluido en la formulación de algunas dietas alimenticias.

#### a) Diagrama del Proceso



#### b) Índices de Producción

El contenido ruminal tiene un rendimiento del 10% al ser secado, con una producción promedio por animal al faenado de 25 kg. En Colombia, al contenido ruminal seco en digestor, se le denomina genéricamente como harina forrajera. Su valor actual de venta está en el orden de US\$ 0,09 por kg.

#### Bloques nutricionales.

Diversas investigaciones se han realizado acerca del uso de los bloques nutricionales en la nutrición de rumiantes, como suplemento en la alimentación de los mismos. En Colombia se viene experimentando en este tipo de alimentación como una alternativa del uso del contenido ruminal para aquellos mataderos de baja capacidad de matanza, localizados en regiones con deficiencias nutricionales para los animales. Este suplemento está constituido por una parte fibrosa (contenido ruminal), una base proteica [urea (46,6 % de Nitrógeno no proteico)], una parte energética [melaza (subproducto de la refinación de los líquidos de la caña de



azúcar)], una parte mineral [hueso calcinado (30% de calcio y 15% de fósforo) y sales mineralizadas] y un aglutinante [cemento (mezcla de bauxita y caliza) ó cal (Carbonato de calcio)]. Estos compuestos, dependiendo de factores, tales como requerimiento nutricional, consumo óptimo y la disponibilidad de estos ingredientes en la zona de trabajo, varían su proporción en la mezcla.

#### a) Resumen del proceso.

El contenido ruminal es recolectado en los mataderos y llevado a lugares previamente establecidos, para someterlo a un secado al ambiente. Una vez seco este desecho, se procede a mezclarlo con los otros ingredientes que van a constituir el producto final. En Colombia se han desarrollado tres tipos de bloques, los cuales, varían su composición, de acuerdo con los aglutinantes utilizados. Los ingredientes son mezclados, en cantidades adecuadas, en forma manual o en mezcladoras tradicionales. Posteriormente, esta mezcla es sometida a prensado en recipientes plásticos cónicos, de una capacidad de 10 Kg. Este prensado demora 24 horas, después de los cuales se retiran del molde y se dejan secar durante 15 días en un lugar seco y fresco.

#### b) Composición básica de los bloques

- Melaza 50%
- Urea 7%
- Sal mineralizada 5%
- Contenido ruminal 25%
- Cemento 5%
- Cal 5%
- Hueso calcinado 3%

Los bloques sólo pueden utilizar cal o cemento como aglutinantes y en una proporción del 10%.

#### c) Análisis bromatológico de los bloques nutricionales (%).

Materia seca	Proteína	Humedad	Materia Orgánica	Cenizas
61.08	22.03	38.90	65.74	34.25

## ¿Qué es PROARCA/SIGMA?

Administrado por **ARD**, **PROARCA/SIGMA** (Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente) es uno de los cuatro componentes que integran el **Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA)**, programa financiado por la **Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)**. Como un apoyo a la agenda de la **Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)**, uno de los objetivos de **PROARCA** consiste en realizar acciones para mejorar el manejo ambiental en el **Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)**.

Sabemos que la deforestación, el manejo inadecuado de desechos sólidos, el uso inapropiado de agroquímicos y el desecho de aguas residuales municipales e industriales río arriba, afectan los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana río abajo. Ante esa realidad, la meta de **PROARCA/SIGMA** es que municipalidades y el sector privado de la región incrementen el uso de prácticas y tecnologías menos contaminantes. Asimismo, busca reducir los efectos negativos, directos o indirectos, sobre el **Corredor Biológico Mesoamericano (CBM)**, específicamente en aquellos territorios cuyas cuencas finalmente desembocan en cuatro áreas transfronterizas claves para la región: Golfo de Honduras, Costa Mosquitia (Honduras y Nicaragua), Golfo de Fonseca y La Amistad-Cahuitta-Río Cañas (Costa Rica y Panamá).



### PROARCA/SIGMA

Sistemas de Gestión para el Medio Ambiente (SIGMA),  
proyecto USAID-CCAD, administrado por ARD

4 Avenida 17-09 zona 14, Guatemala, Guatemala.

Tel: (502) 2337-2906. Fax: (502) 2368-3423.

E-mail: [sigma@proarca.org](mailto:sigma@proarca.org)

[www.proarca.org](http://www.proarca.org)