



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

Trabajo de titulación

**ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA UN CAMAL MUNICIPAL
DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR**

Realizado por:

Marshury Alexandra Borja Ramírez

Director del proyecto:

Dr. Ing. Alberto Aguirre Bravo

Como requisito para la obtención del título de

MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 2021

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA
SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Marshury Alexandra Borja Ramírez, con número de cédula de identidad 0202141891, declaro bajo juramento que el trabajo desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Marshury

CI: 0202141891

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA UN CAMAL MUNICIPAL
DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR**

Realizado por:

Marshury Alexandra Borja Ramírez

Como requisito para la obtención del título de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Ha sido dirigido por el profesor

Dr. Ing. Alberto Aguirre

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Dr. Alberto Aguirre

DIRECTOR

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

MSc. Katty Coral

Dr. Jesús López

Revisado el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador



MSc. Katty Coral

Dr. Jesús López

Quito, 2021

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar con éxito mi masterado, a pesar de las adversidades que
estamos atravesando en todo el mundo.

A mi familia quienes han sido el pilar fundamental en mi vida, su ejemplo de lucha y valentía
ha representado una fuente de inspiración que me ha permitido lograr mis objetivos
propuestos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, quien ha sido mi fortaleza y guía en este camino.

Quiero agradecer a mi familia que han sido el principal apoyo, ya que con sus consejos, enseñanzas y tolerancia me han brindado ese respaldo incondicional para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco de manera especial a los docentes que formaron parte de mi masterado y que a través de sus enseñanzas me han permitido adquirir los conocimientos necesarios. Además, quiero agradecer a mi tutor de tesis que tuvo toda la paciencia y dedicación para guiarme de la manera correcta en la elaboración del presente trabajo.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

**ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA UN CAMAL MUNICIPAL
DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR**

Marshury Alexandra Borja Ramírez

Universidad Internacional SEK,

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas,

Quito, Ecuador.

E-mail: marshuryborja1992@gmail.com

AUTOR DE RESPONSABILIDAD PRINCIPAL:

AUTOR DE CORRESPONDENCIA:

AUTOR APORTANTE DE RESPONSABILIDAD UNO:

AUTOR APORTANTE DE RESPONSABILIDAD DOS:

Título corto o Running title:

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA UN CAMAL MUNICIPAL DE
LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	HIPÓTESIS.....	4
3	OBJETIVOS	5
3.1	Objetivo General.....	5
3.2	Objetivos Específico	5
4	MATERIALES Y MÉTODOS	6
5	RESULTADOS.....	7
5.1.1	Resumen general de los procesos desarrollados en el camal de estudio	8
5.1.2	Determinación de los procesos críticos dentro del camal de estudio	9
5.2.1	Consumo del agua en el proceso de faenamiento.....	10
5.2.2	Consumo de gas en el proceso de faenamiento	11
5.2.3	Consumo de energía en el proceso de faenamiento	12
5.2.4	Generación de residuos líquidos.....	13
5.2.5	Generación de residuos sólidos	15
5.3	Estrategias de producción más limpia	20
6	DISCUSIÓN	43
7	CONCLUSIONES	45
8	RECOMENDACIONES	456
9	BIBLIOGRAFÍA	47
10	ANEXOS.....	55

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación fue plantear estrategias de producción más limpia en un camal municipal de la sierra centro del Ecuador, para lo cual fue necesario caracterizar las actividades realizadas, identificar los procesos críticos, es decir aquellas actividades en la que se consume grandes cantidades de agua, energía eléctrica, GLP o en las que se generan grandes cantidades de residuos líquidos y sólidos, posteriormente se propuso estrategias de producción más limpia sobre dichos procesos críticos.

De los resultados obtenidos se identificó que los procesos más críticos fueron: el degollado y sangrado, escaldado, depilado y chamuscado, corte y lavado de la canal y lavado de vísceras. En estos procesos se evidenció un consumo excesivo de agua con una cantidad de 30,85 m³/mes, 57,60 kWh/mes de energía eléctrica y 150 kg/mes de consumo de GLP, esto generó 1,56 m³ de residuos líquidos/día y 54,6 kg de residuos sólidos/día.

Las estrategias propuestas como mangueras a presión, sopletes con válvula regulable, reflectores led, permitirán un ahorro de agua del 64%, 41% de ahorro en el consumo de gas y 100% de ahorro en el consumo de energía eléctrica. Además, con la implementación de un tratamiento de aguas residuales se reducirá la producción de residuos de 1,56 m³/día a 0,44 m³/día (72%), y el resto de residuos líquidos serán tratados en su totalidad, por último, se tratarán el 100% de los residuos sólidos mediante la implementación de un sistema de compostaje. La implementación de dichas estrategias de producción más limpia es adecuada para el establecimiento, puesto que generará beneficios ambientales, económicos y sociales.

Palabras clave:

Estrategias de PML, diagrama de flujos, faenamiento, residuos, procesos críticos.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

ABSTRACT

The main objective of this research work was to propose cleaner production strategies in a municipal slaughterhouse in the central highlands of Ecuador, for which it was necessary to make a diagnosis of the activities carried out, identify the critical processes, that is, those activities that are carried out poorly and that generate liquid and solid waste, cleaner production strategies were subsequently proposed.

From the results obtained, it was identified that the most critical processes were: slaughtering and bleeding, scalding, shaving and scorching, cutting and washing the carcass and washing the viscera. In these processes, excessive water consumption was evidenced with an amount of 30.85 m³ / month, 57.60 kWh / month of electrical energy and 150 kg / month of LPG consumption, this generated 1.56 m³ of liquid waste / day and 54.6 kg of solid waste / day.

The proposed strategies such as pressure hoses, torches with adjustable valve, led reflectors, will allow a water saving of 64%, a 41% saving in gas consumption and a 100% saving in electricity consumption. In addition, with the implementation of a wastewater treatment, the production of waste will be reduced from 1.56 m³ / day to 0.44 m³ / day (72%), and the rest of liquid waste will be treated in its entirety, finally, 100% of solid waste will be treated through the implementation of a composting system. The implementation of these cleaner production strategies is appropriate for the establishment, since it will generate environmental, economic and social benefits.

Keywords: PML strategies, flow diagram, slaughter, waste, critical processes.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

1 INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el ser humano ha sido responsable de los cambios en el medio ambiente, esto debido a su intervención directa sobre la naturaleza, lo cual ha generado una contaminación considerable, además el aumento poblacional ha provocado un consumo excesivo de los recursos naturales (Solano y Hurtado, 2016).

Debido al aumento de la demanda poblacional y del poder adquisitivo de las personas, el consumo de carne ha aumentado, lo cual ha promovido el incremento de sitios de faenamiento a nivel mundial, facilitando la preparación, procesamiento y consumo de productos cárnicos. No obstante, la contaminación generada ha ocasionado problemas ambientales, y pérdida de recursos, siendo la contaminación de afluentes los más notorios (Gavilanes, 2017)

A nivel internacional y nacional los camales están obligados a tener certificaciones de sanidad y seguridad para el faenamiento. No obstante, en algunos casos no se aplica dichas medidas, como por ejemplo el camal municipal de Salitre en el año 2013, que fue clausurado debido a procesos irregulares de faenamiento, en ese mismo año el camal de Balzar incumplió ciertas normas de sanidad, además de no poseer una infraestructura adecuada (Cobos, 2013).

La producción más limpia es el manejo de una estrategia continua ambiental enfocada en mejorar los procesos, servicios y productos de los establecimientos para incrementar la eficiencia de los mismos. Además, permite una sostenibilidad en el desarrollo económico, encaminada a la eficiencia del uso de materias primas, energía y agua, contribuyendo a la disminución de sustancias tóxicas y la generación de residuos a través de la reutilización (Varela, 2013).

En los camales municipales del país no existe una implementación de producción más limpia, por ende, aplicar dichas estrategias permitirá disminuir significativamente los riesgos de contraer infecciones, e intoxicaciones alimentarias a la población consumidora. Además,

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

contribuye a formar una imagen de calidad, minimizando la pérdida del producto al mantener un control preciso y continuo sobre las edificaciones, equipos, personal, procesos y materia prima, manteniendo los principios, condiciones técnicas y sanitarias adecuadas para garantizar el expendio de carnes de calidad para el consumo humano.

El objetivo de la investigación fue plantear estrategias de producción más limpia que puedan ser aplicadas en camales municipales del Ecuador, en este caso se tomó como modelo de estudio un camal municipal de un cantón de la sierra centro del Ecuador, para ello fue necesario identificar los procesos que se realizan en el establecimiento, establecer los procesos más críticos, y finalmente generar estrategias de producción más limpias para esos procesos críticos.

El establecimiento seleccionado se dedica al faenamiento de ganado porcino. A pesar de ser un establecimiento pequeño las cantidades de residuos generados y agua utilizada son considerables, esto debido a la falta de ejecución de estrategias de producción más limpia.

Por otra parte, los residuos generados por la empresa generan impactos ambientales negativos ya que son eliminados a ríos o llevados a botaderos como basura.

2 HIPÓTESIS

Es posible generar estrategias de producción más limpia para camales municipales en el Ecuador que representen un ahorro económico significativo para estas empresas, y al mismo tiempo puedan minimizar los impactos ambientales negativos que éstas presentan.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Proponer estrategias de producción más limpia para camales municipales del Ecuador tomando como modelo de estudio un camal municipal de la Sierra central del Ecuador.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los procesos que se desarrollan dentro del camal municipal de estudio.
- Identificar los procesos más críticos, en relación al consumo de agua, energía eléctrica, consumo de GLP y generación de residuos, en el camal municipal de estudio.
- Proponer estrategias de producción más limpia para el camal municipal de estudio basadas en los procesos críticos identificados previamente.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

4 MATERIALES Y MÉTODOS

Para la generación de estrategias de producción más limpia se eligió como modelo de estudio un camal municipal de la sierra centro del Ecuador, cuyo nombre no puede revelarse por motivos de un contrato de confidencialidad firmado previo al desarrollo del trabajo.

El desarrollo de la investigación parte en primera instancia con la solicitud de autorización al GAD cantonal para desarrollar la investigación. A continuación, se caracterizaron los procesos que se manejan del camal mediante la elaboración de un diagrama de flujo. En el diagrama se incluyó información de valores de cantidad de masa y/o energía que ingresa y sale de cada proceso para poder determinar cuales representan los procesos más críticos en relación a consumo de agua, GLP, energía eléctrica y generación de residuos. En el presente trabajo se consideró a los procesos críticos como aquellos procesos que presentaban los valores más altos en relación al consumo de agua, consumo de energía eléctrica, consumo de GLP y generación de residuos.

Para estimar el consumo de agua se utilizó baldes y se obtuvo la medida en litros que posteriormente fueron transformados en metros cúbicos. Para determinar el consumo de energía eléctrica se tomó como referencia las facturas proporcionadas por el establecimiento en donde se calculó el consumo de focos y equipos varios a través de la fórmula planteada por la Empresa Eléctrica Regional “Centro Sur C. A”. El valor del consumo de gas se consiguió a través de la válvula de medición instalada en la bombona, la cual indica el consumo diario y mensual de GLP. Los residuos sólidos fueron recolectados y pesados en una balanza manual, mientras que para los residuos líquidos se utilizó el mismo método con el que se estimó el consumo de agua.

Posterior a la identificación de los procesos más críticos, se procedió a plantear estrategias de producción más limpia para dichos procesos. Dichas estrategias fueron planteadas tomando en consideración que en lo posible representen un ahorro económico significativo para

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

la empresa, y al mismo tiempo disminuyan los impactos ambientales negativos de la misma.

Además, para la generación de las estrategias de producción más limpia se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Optimización de agua, energía eléctrica y GLP utilizados en los procesos, además de considerar la sustitución por alternativas que sean menos perjudiciales para el ambiente y la salud de los trabajadores.
- Minimizar el tiempo de producción y los riesgos para el personal y el ambiente.
- Reciclar, recuperar y/o reutilizar los residuos generados para agregar un valor.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterización de los procesos que se desarrollan en el camal municipal de estudio

Para la caracterización de los procesos que se desarrollan en el camal municipal de estudio se realizó un “chek list” (ver anexo 1) de todos los procesos que se realizan en el camal municipal de estudio, empezando desde la recepción de los animales, inspección ante mortem, preparación para el sacrificio, aturdimiento, degollado y sangrado, escaldado, depilado y chamuscado, corte de la canal, lavado de la canal, evisceración, lavado de vísceras, inspección post mortem, pesaje y clasificación, almacenamiento, transporte hasta su entrega. Cada uno de los procesos se indican desde el anexo 2.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

5.1.1 Resumen general de los procesos desarrollados en el camal de estudio

En la figura 1 se indica el flujograma de los procesos que se desarrollan en el establecimiento, la cual se segmenta en dos secciones; actividades de limpieza y actividades de faenamiento.

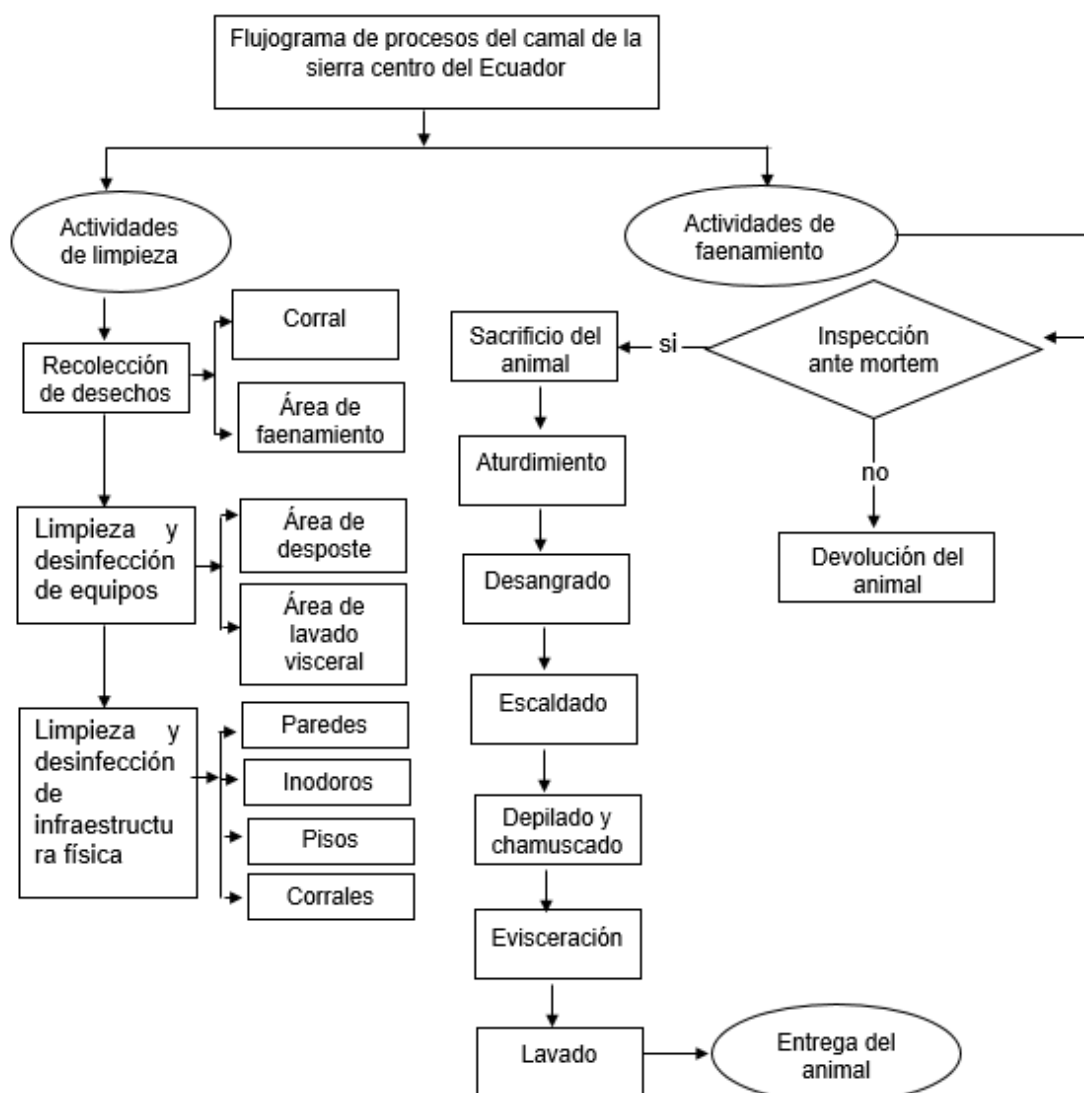


Figura 1: Procesos desarrollados dentro del camal de estudio

5.2 Determinación de los procesos críticos dentro del camal de estudio

Una vez identificados los procesos que se llevan a cabo dentro del camal de estudio y recopilada la información de masas y energía que ingresa y sale de cada proceso se procedió a elaborar un diagrama de flujo con toda esa información. Dicho diagrama de flujo sirvió de base para poder determinar cuáles son los procesos más críticos de la empresa en términos de consumo de agua, gas, energía y generación de residuos. Los datos que se detallan a continuación en el diagrama corresponden a un cerdo faenado por día (hay que considerar que en el camal se faenan aproximadamente 6 cerdos diarios):

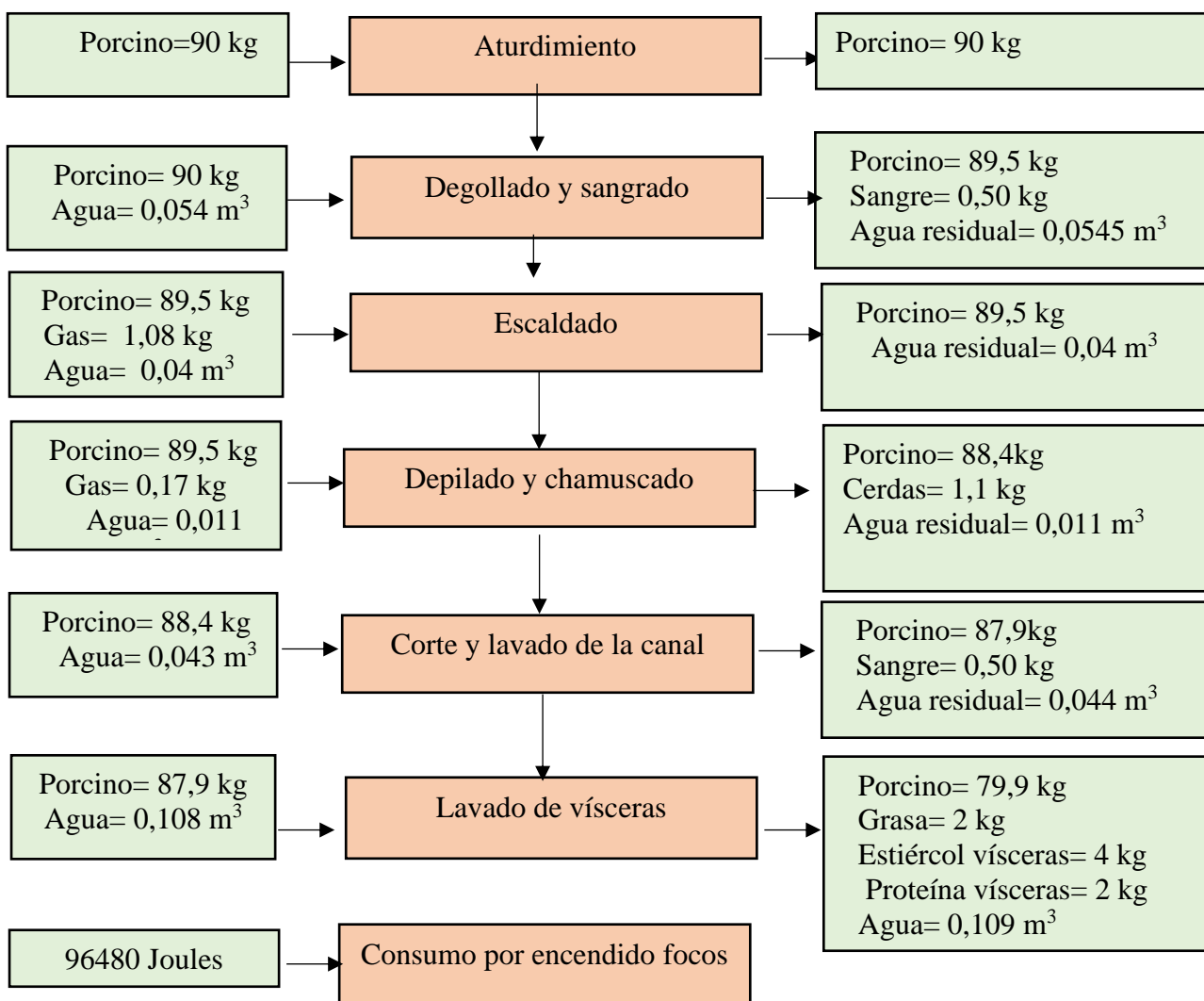


Figura 2: Diagrama de flujo de procesos del camal en estudio

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

5.2.1 Consumo del agua en el proceso de faenamiento

En la tabla 1 se indican detalles sobre el consumo de agua en los procesos desarrollados dentro del camal en estudio.

Tabla 1: Consumo del agua en el proceso de faenamiento

Proceso	Consumo de agua (m ³) /cerdo	Consumo de agua (m ³) /día	Consumo de agua (m ³) / mes
Desangrado	0,054	0,32	6,48
Escaldado	0,04	0,24	4,80
Depilado y chamuscado	0,011	0,07	1,40
Corte y lavado de la canal	0,043	0,26	5,21
Lavado de vísceras	0,108	0,65	12,96
Total	0,26	1,54	30,85

En la figura 3 se indican los porcentajes de consumo total mensual de agua en los distintos procesos de faenamiento en el camal de estudio. El proceso de lavado de vísceras representa un 42%, seguido del 21% del desangrado, 17% corte y lavado de la canal, 16% el escaldado, y 5% de depilado y chamuscado. Cabe mencionar que el consumo se lo realiza de manera libre, sin seguir normas o reglas de consumo eficiente de agua, lo cual genera un mayor gasto en el consumo de agua, además de generar pérdidas económicas ya que no se optimiza el recurso.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

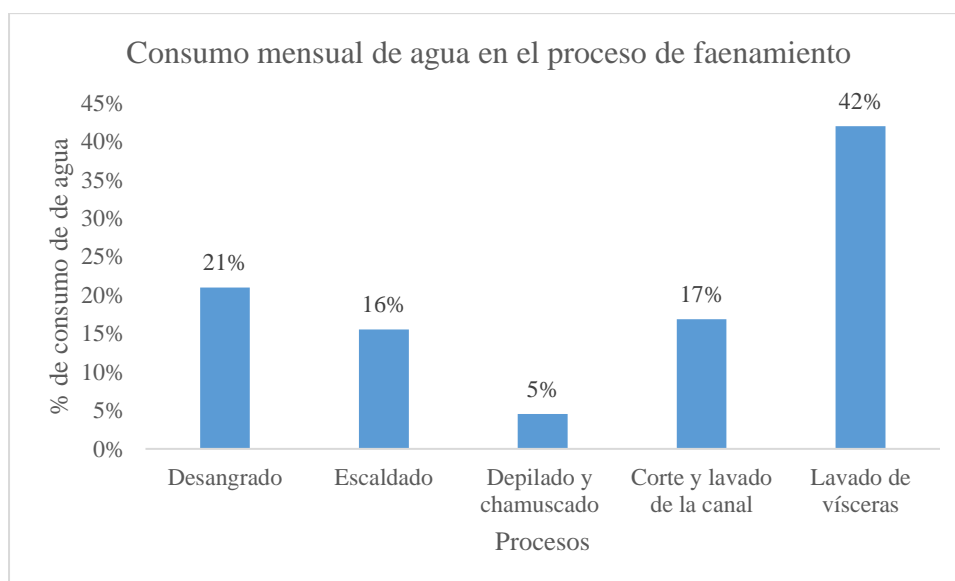


Figura 3: Porcentaje de consumo de agua por actividad en el camal de estudio

5.2.2 Consumo de GLP en el proceso de faenamiento

La tabla 2 indica el consumo de gas en el proceso de faenamiento.

Tabla 2: Consumo de GLP en el proceso de faenamiento

Proceso	Consumo estimado de GLP (kg) / cerdo	Consumo estimado de GLP (kg) / día	Consumo estimado de GLP (kg) / mes	Consumo de GLP (kW*h) / mes
Escaldado activo	0,5	3	60	767,5
Escaldado pasivo	0,58	3,5	70	857
Chamuscado	0,17	1	20	255,8
Total	1,25	7,5	150	1880,3

En la figura 4 se indican los porcentajes de consumo de gas en el proceso de faenamiento. El 47% de gas se consume en el escaldado pasivo, debido a que la válvula de gas no se cierra por completo una vez terminado el escaldado del porcino, seguido del 40% del escaldado activo y 13% de chamuscado ya que el soplete no se utiliza de forma racional, lo cual provoca un gasto considerable de GLP.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

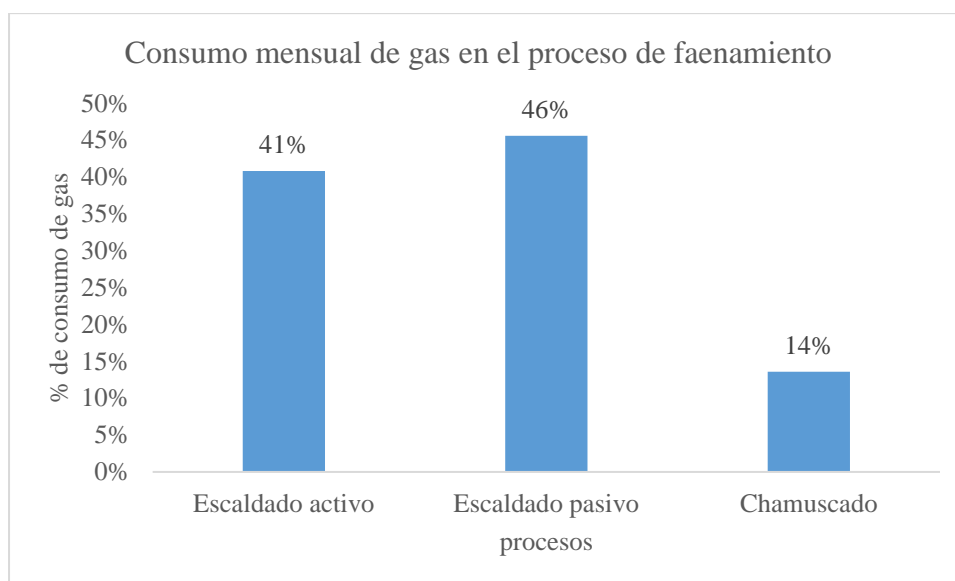


Figura 4: Consumo mensual de gas en el proceso de faenamiento

5.2.3 Consumo de energía eléctrica en el proceso de faenamiento

En la tabla 3 se detalla el consumo de la energía eléctrica en el proceso de faenamiento, cabe mencionar que para realizar el cálculo del consumo se tomó como referencia la fórmula planteada por la Empresa Eléctrica Regional “Centro Sur C. A”.

$$\text{Consumo mensual} = \frac{(\text{Consumo de equipo}) * (\text{horas de uso por día}) * (\text{días uso al mes})}{(1000)}$$

Tabla 3: Consumo de energía eléctrica en el proceso de faenamiento

Dispositivos o herramientas	Potencia (W)	Tiempo de uso promedio (h)	Potencia (kW)	kW*h (día)	kW*h (mes)
Aturdidor eléctrico	1320	0,2	1,32	0,26	5,28
Focos	360	8,0	0,36	2,88	57,60
Equipos eléctricos varios (computadoras, tv, radio)	280	6,0	0,28	2,0	33,60
Total				5	96,48

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

En la figura 5 se indica el porcentaje de consumo de energía eléctrica en el proceso de faenamiento. El consumo de focos representa el mayor consumo de energía eléctrica con el 60%, seguido del aturdidor con un 35%, el 5% equipos eléctricos varios.

Respecto al consumo de energía eléctrica los focos son los que mayor energía consumen, esto debido a que el establecimiento en gran parte no dispone de iluminación natural, por lo cual necesitan utilizar focos de iluminación artificial, mientras que el consumo del aturdidor eléctrico no consume mayor cantidad de electricidad ya que el voltaje se encuentra dentro de los rangos normales para aturdir al cerdo con 96 kWh/mes, del mismo modo los equipos varios no generan mayor cantidad de consumo de energía eléctrica dentro del establecimiento.

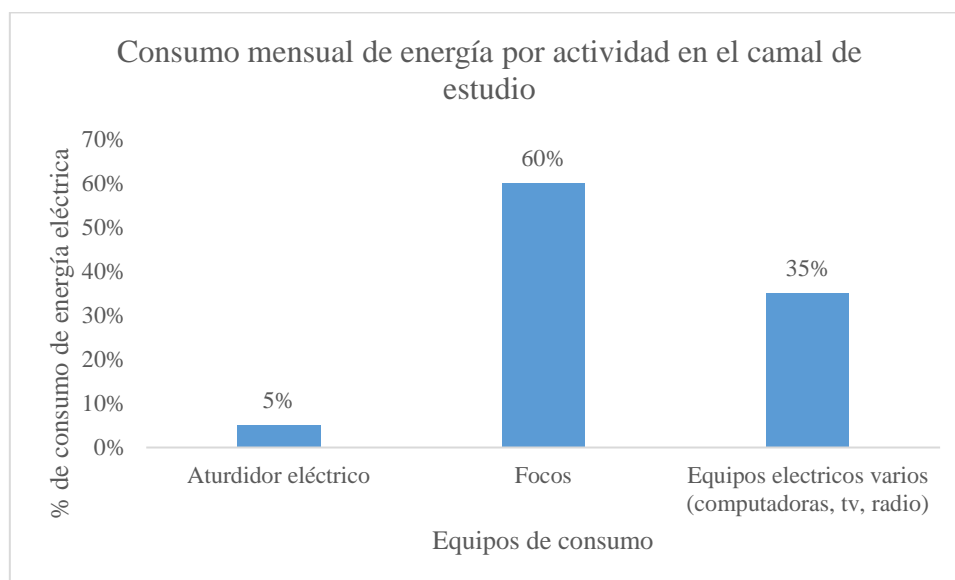


Figura 5: Porcentaje de consumo de energía eléctrica por actividad en el camal en estudio

5.2.4 Generación de residuos líquidos

En la tabla 4 se indica la cantidad de residuos líquidos generados en el proceso de faenamiento. Los residuos líquidos se generan principalmente en los procesos de sangrado, degollado, depilado, chamuscado, corte de la canal y lavado de vísceras, siendo un total de 1,56 m³ de residuos líquidos los que se generan en el establecimiento al día

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Tabla 4: Generación de residuos líquidos en el proceso de faenamiento

Procesos	Residuos líquidos generados (m ³) / cerdo	Residuos líquidos generados (m ³) / día	Residuos líquidos generados (m ³) / mes
Desangrado y degollado	0,0545	0,33	6,50
Escaldado	0,04	0,24	4,80
Depilado y chamuscado	0,011	0,07	1,40
Corte de la canal	0,044	0,26	5,28
Lavado de vísceras	0,109	0,66	13,12
Total	0,26	1,56	31,10

En la Figura 6 se indican los porcentajes de generación de residuos líquidos en el proceso de faenamiento. El lavado de vísceras aporta el 42% de generación de residuos líquidos, seguido del desangrado y degollado con el 21%, corte de la canal con el 17%, escaldado con el 15%, y 5% del depilado y chamuscado.

El lavado de vísceras es donde se genera mayores residuos, esto debido a que se utiliza una gran cantidad de agua lo cual provoca un exceso de líquido residual, seguido del desangrado y degollado que debido a la falta de mangueras a presión se requiere mayor cantidad de agua, que al mezclarse con la sangre y restos del animal provoca un exceso de agua residual. En el depilado y chamuscado no existe un control para la utilización racional del agua, del mismo modo se produce en el corte de la canal. El agua residual es vertida hacia un río cercano al establecimiento.

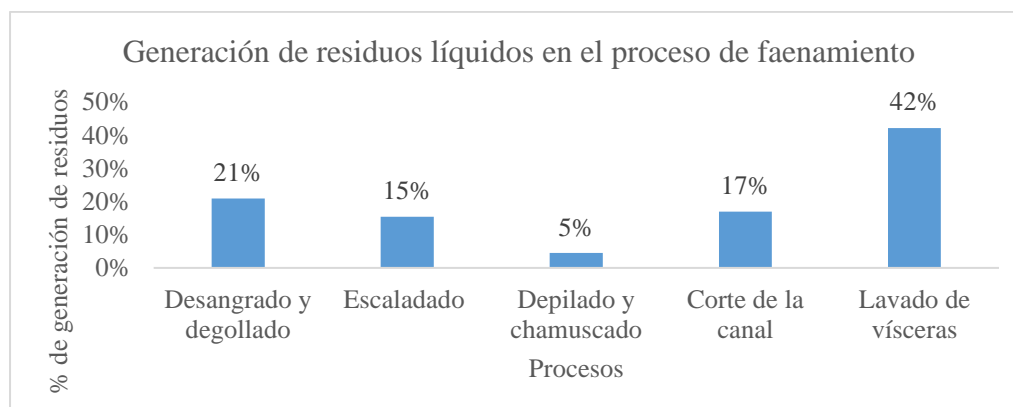


Figura 6: Porcentaje de generación de residuos líquidos por actividad en el camal de estudio.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

5.2.5 Generación de residuos sólidos

En la tabla 5 se indica la cantidad de residuos sólidos que se generan durante el proceso de faenamiento. Los residuos sólidos son generados por las cerdas del animal, la proteína de las vísceras, la grasa de las vísceras y el estiércol contenido en las vísceras, dando un total de 1092 kg/mes.

Tabla 5: Generación de residuos sólidos en el proceso de faenamiento

Residuo sólido	Residuos sólidos generados (kg) / cerdo	Residuos sólidos generados (kg)/día	Residuos sólidos generados (kg) / mes
Cerdas del animal	1,1	6,6	132
Proteína de las vísceras	2	20	400
Grasa de las vísceras	2	10	200
Estiércol contenido en vísceras	4	18	360
Total	9,1	54,6	1092

En la figura 7 se indican los porcentajes de residuos sólidos generados en el proceso de faenamiento. Las proteínas de las vísceras es donde mayor residuo se genera con el 37%, seguido del 33% del estiércol contenido en las vísceras, el 18% de grasas de vísceras y el 12% de las cerdas del animal. Cabe mencionar que los desechos generados son por los 6 porcinos que ingresan diariamente.

Las vísceras son los que mayor residuo sólido generan, ya que al momento de su lavado se extraen restos del mismo que son arrojados en un contenedor de basura que posteriormente se depositan en botaderos de basura convencionales, seguido de la mezcla de excremento con agua, en la cual no disponen de un tratamiento adecuado para tratar los restos fecales de los porcinos. Así mismo, las grasas y cerdas del animal son arrojadas en un contenedor de basura para posteriormente depositarlas en botaderos.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

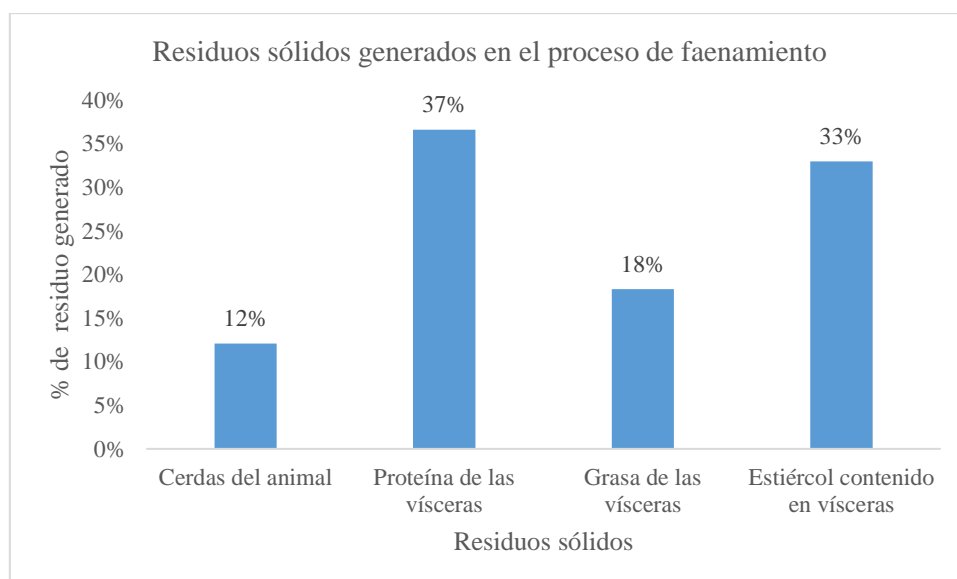


Figura 7: Porcentaje de generación de residuos sólidos por actividad en el camal de estudio

En la tabla 6 se indican los procesos que se han considerado críticos dentro del camal en estudio debido a que en ellos se ha verificado los valores de consumo más alto de agua, gas, energía eléctrica y generación de residuos líquidos y sólidos.

Tabla 6: Procesos críticos en el camal de estudio

Establecimiento	Procesos críticos
Camal municipal de la sierra centro del Ecuador.	Degollado y sangrado
	Escaldado
	Depilado y chamuscado
	Corte de la canal
	Lavado de vísceras
	Consumo de energía eléctrica

5.2.6 Costos económicos por no implementar estrategias de producción más limpia

En las tablas 7, 8, 9 y 10 se indican los gastos mensuales producidos en el establecimiento. El consumo del agua y gas son los que mayor costo generan, seguido de la energía eléctrica. Dichos gastos se deben al consumo irracional y la ineficiencia en los procesos que se efectúan en el establecimiento.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Tabla 7: Costos sobre el consumo de agua (ver anexo 3)

Proceso	Costo diario (USD)	Costo mensual (USD)
Desangrado	0,63	12,54
Escaldado	0,46	9,29
Depilado y chamuscado	0,14	2,71
Corte y lavado de la canal	0,50	10,07
Lavado de vísceras	1,25	25,08
Total	2,98	59,68

Tabla 8: Costos sobre el consumo de GLP (ver anexo 4)

Consumo de GLP	Costo diario (USD)	Costo mensual (USD)
Escaldadora	3	60
Soplete	3,5	70
Mantenimiento de la bombona	1	20
Total	15 \$	150

Tabla 9: Costos sobre el consumo de electricidad (ver anexo 5)

Dispositivos o herramientas	Costo diario (USD)	Costo mensual (USD)
Aturdidor eléctrico	0,2463	4,93
Focos	2,6872	53,74
Equipos eléctricos varios (computadoras, tv, radio)	1,5675	31,35
Total	4,50 \$	90,02 \$

Tabla 10: Costos totales

Costos	Costo mensual (USD)
Consumo de agua	59,68
Consumo de GLP	150
Consumo de electricidad	90,02
Total	299,7

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

5.2.7 Indicadores para el consumo de agua

Según Aguilera (2018) en su estudio implementó estrategias de producción más limpia, siendo el consumo de agua sin PML de 49.834 m³/ año, y con PML obtuvo un consumo de 27.078 m³/ año, lo cual se puede observar una diferencia significativa de ahorro en el consumo de agua.

5.2.8 Indicadores para el consumo de GLP

Según INIAP et al (2019) en su estudio implementó biodigestores como estrategia de producción más limpia, en la cual se generaba 1,39 kg de GLP por cerdo, con dicha implementación se pudo sustituir el consumo de GLP por gas natural (biol), produciendo un ahorro significativo energético y económico.

5.2.9 Indicadores para el consumo de energía eléctrica

Según Trujillo (2016) menciona que, en un centro de faenamiento de Australia se utilizaba 219.000 kWh /año, sin embargo, con la implementación de PML se redujo a 109.500 kWh/año, mostrando un ahorro significativo del 50% en consumo de energía eléctrica.

5.2.10 Indicadores para la generación de residuos líquidos

Según Lara (2011) en su estudio investigativo sobre tratamientos de aguas residuales, obtuvo los siguientes valores:

En la tabla 11 se indica los residuos líquidos generados (mg/L), en la cual se puede observar que los residuos generados superan los valores permisibles por el TULAS, por tanto, existe una afectación considerable hacia el cuerpo de agua dulce por la descarga de residuos líquidos.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Tabla 11: Generación de residuos líquidos

Residuos líquidos generados en el camal (mg/L)		Valor límite permisible por el TULAS (mg/L)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	265	100
Demanda Química de Oxígeno	557	250
Nitrógeno total	47	15

5.2.11 Indicadores para la generación de residuos sólidos

Según Pinzón (2014) en su estudio determinó que, un cerdo produce 290 kg de metano (HC₄) / día. En este sentido, y según la cantidad diaria de cerdos que se faenan en el establecimiento en estudio, la cantidad de metano que se produce es de 1.740 kg de metano (HC₄) /día.

5.3 Estrategias de producción más limpia

En la tabla 12 se establecen las estrategias de producción más limpia que el establecimiento debe implementar para hacer un uso más eficiente del agua, energía y consumo de combustible, así como para evitar la generación de residuos líquidos y sólidos en el camal. Las estrategias generadas se enfocan en los procesos críticos identificados previamente.

Tabla 12: Estrategias de producción más limpia

Degollado y Desangrado	<p>Según FAO (2019) la técnica más adecuada para degollar al porcino es colocándolo en una viga con la cabeza hacia abajo, con esto se podrá efectuar los cortes correctamente a nivel de la yugular, además será necesario colocar recipientes de acero inoxidable. Se recomienda que el tiempo promedio para recolectar la mayor cantidad de sangre sea de 6 minutos, de esta forma se podrá recoger 6 a 8 litros de sangre aproximadamente.</p> <p>Dentro del camal en estudio, el porcino es arrojado al piso y degollado en condiciones inadecuadas que provocan un desperdicio de sangre innecesario.</p> <p>Austen (2015) menciona que la sangre vertida del porcino puede ser procesada para obtener harina; sin embargo, se debe tener en cuenta que la implementación de maquinarias o equipos deben ajustarse al espacio físico del camal, la cantidad de porcinos faenados y el presupuesto que disponga el establecimiento. Teniendo en cuenta que el camal en estudio es pequeño, será suficiente la implementación de equipos que no generen un mayor gasto económico. En este sentido, Austen propone un sistema secador de sangre en bandejas que representa una tecnología efectiva con una inversión moderada. Este proceso inicia con la recepción de materia prima, ensilado, coagulación, centrifugación y secado.</p>
-------------------------------	--

En la figura 8 se indica un sistema secador de bandejas, este sistema de tratamiento de sangre debe ser diseñado y su costo oscila en los 7000\$ aproximadamente. Las dimensiones del equipo se ajustan el espacio físico del camal con una altura de 1.5 metros y un ancho de 2.5 metros, por ende, se puede ubicar en el área de desangrado. La cantidad de almacenamiento de sangre es de 0,50 m³, tomando en cuenta que la sangre producida en el desangrado es de 0.12 m³ /día, se considera un volumen suficiente para la producción de harina, este sistema fue diseñado mediante un trabajo de investigación, por lo cual para su adquisición se deberá contratar personal técnico calificado ya que no se encuentra disponible en el mercado (ver anexo 6).

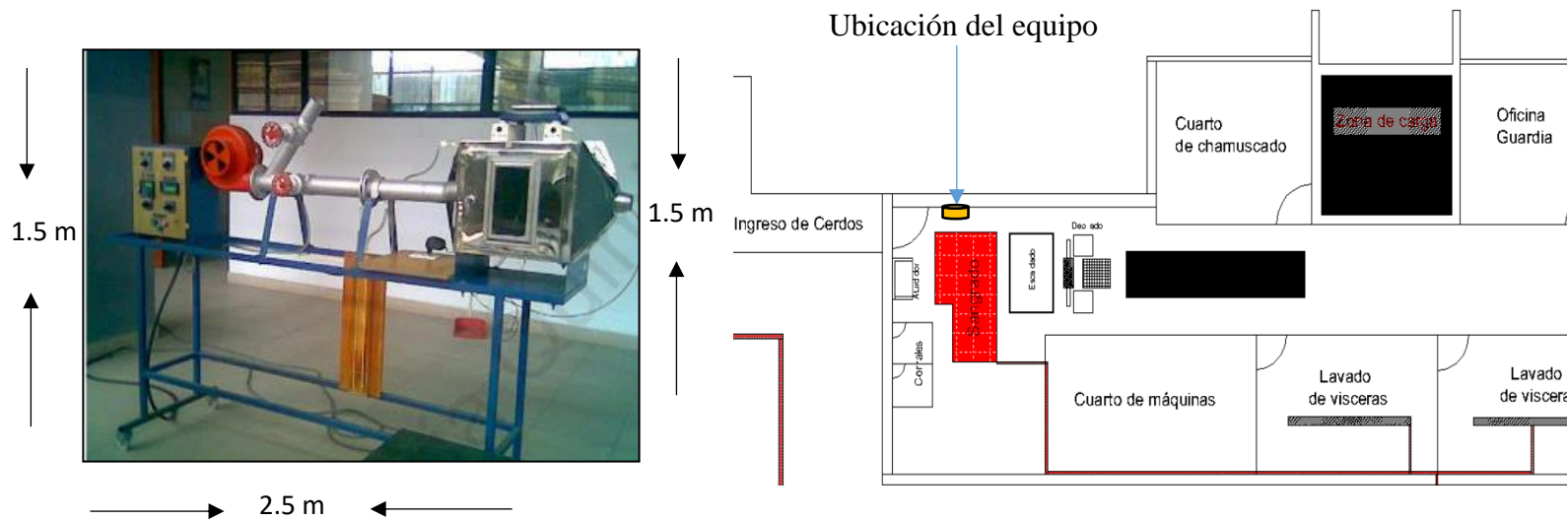


Figura 8: Sistema de secador de bandejas y lugar de ubicación para su implementación.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

	Detalle	Sin PML	Con PML	Aplicando PML
	Consumo de agua	6,48 m ³ /mes	0 m ³ /mes	Según Ferrer (2017) la implementación un sistema de bandejas de secador permitirá un ahorro del 100% del consumo de agua, ya que la sangre es recolectada en su totalidad. Por lo tanto, no se requiere el consumo de agua en este proceso, tomando en cuenta el consumo inicial, el ahorro de agua sería de 6,48 m ³ /mes.
Escaldado	<p>El proceso de escaldado se lo realiza con la finalidad de ablandar la piel y facilitar el depilado del animal. Para tal fin, es necesario la utilización de una escaldadora para sumergir al porcino a una temperatura promedio de 57° a 65°C, la inmersión debe durar de 2 a 5 minutos para evitar quemaduras o heridas en la piel del animal (Bradbury, 2018).</p> <p>Cabe mencionar que el establecimiento en estudio durante el proceso de escaldado sumerge al porcino a una temperatura de 58° C, en un tiempo promedio de 2 minutos.</p> <p>Carter (2019) menciona que durante el proceso de escaldado se deben tener en cuenta aspectos importantes como la temperatura del agua, ya que si llega a superar los 62° C empiezan a aparecer marcas visibles de quemaduras, además, el movimiento de agua debe ser continuo para que la temperatura sea homogénea en todas las zonas del recipiente.</p>			
	Detalle	Sin PML	Con PML	Aplicando PML


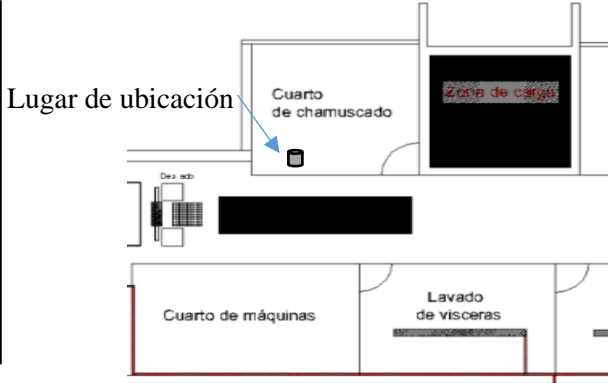
ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

	<p>Consumo de gas (Escaldado activo y pasivo)</p>	<p>130 kg / mes</p>	<p>67,6 kg / mes</p>	<p>McKinstry (2018) identificaron y evaluaron los procesos críticos de un establecimiento de faenamiento, y propusieron estrategias de producción más limpia a través de las buenas prácticas de manejo e higiene (BPMH), para ello se debe racionalizar el consumo de gas a través de boquillas angostas y regulables que permitan el uso racional del mismo, (en el proceso de depilado se explica detalladamente el equipo a implementarse). Para el escaldado el personal encargado de manipular el encendido y apagado del equipo deberá cerrar las válvulas una vez que se haya terminado de escaldar al porcino. Además, McKinstry propone que el porcino debe ser bañado previamente con solución bactericida para que de esta manera no se cambie frecuentemente el agua de la escaldadora y se tenga que utilizar más GLP. En este sentido, el autor citado anteriormente menciona que esta estrategia permitirá ahorrar un 52% de GLP consumido durante el proceso de escaldado. (ver anexo 7). Tomando como referencia el consumo de gas sin PML, aplicando dicha estrategia se puede ahorrar 67,6 kg/ mes en el consumo de gas.</p>
	<p>En el proceso de depilado se debe utilizar herramientas adecuadas que permitan un depilado eficiente, mejorar la higiene, ahorrar tiempo y mejorar las condiciones de trabajo. Para el chamuscado se debe tener en cuenta que el porcino quede completamente chamuscado en forma homogénea, para ello es necesario que se utilicen herramientas que permitan un ahorro de agua y de gas. Además, los depósitos negros deben ser raspados después de chamuscar al cerdo y limpiar completamente el cuerpo del animal con la utilización racional del agua (Sandoval y Freire, 2018).</p>			

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Escaldado, depilado y chamuscado	Detalle	Sin PML	Con PML	Aplicando PML
	Consumo de agua	6,2 m ³ /mes	2,79 m ³ /mes	<p>En la figura 9 se muestra una depiladora para cerdos Combi, cuyo costo es de 3000\$ aproximadamente. Sirve para retirar la mayor cantidad de pelos en el menor tiempo posible. Dicha maquina posee un volumen de 0,3 m³ y se caracteriza por consumir energía eléctrica mínima en el mes y ahorrar el consumo de agua. De esta forma, se podrá ahorrar un 45% en el consumo de agua (Hayes, 2018) (ver anexo 8). Además, de optimizar el tiempo en un lapso menor de 3 minutos. Haciendo referencia al consumo sin PML, se podría ahorrar 2,79 m³ de agua /día. Esta depiladora es fabricada de manera industrial y se puede conseguir en el mercado.</p> <div data-bbox="1019 802 2033 1153"> </div> <p>Figura 9: Depiladora de cerdos Combi y lugar de ubicación</p>
	Consumo de gas	20 kg/mes	6 kg/mes	Para optimizar el consumo excesivo de gas es recomendable adquirir un soplete con encendido automático y que permita regular el consumo de gas, con esto se

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

			<p>puede ahorrar hasta un 30% en el consumo de gas (Bradley, 2017). (ver anexo 9). En ese sentido, se podría ahorrar 6 kg gas / mes.</p> <p>En la figura 10 se observa un quemador industrial tipo soplete marca Qa12, cuyo costo promedio es de 30\$, diseñado con la técnica mas moderna de mezcla atmosferica de aire y gas. Dicha herramienta permite regular el consumo de GLP, y además su flexibilidad permite al operador moverse con suficiente espacio y ajustar la intensidad del fuego, así como flamear al porcino completo en el menor tiempo posible (MECANOVA, 2019).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <div style="text-align: right;"> <p>Lugar de ubicación</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">Figura 10: Quemador industrial tipo soplete marca Qa12</p>
<p>Corte y lavado de la canal</p>	<p>Es aconsejable que se utilice una sierra eléctrica para realizar el corte de la canal del porcino, se debe realizar un seccionamiento de la columna vertebral realizando un corte por la línea media, es necesario que los operarios utilicen gafas o lentes de protección, además de recibir capacitación. Después se debe lavar la canal para evitar cualquier tipo de contaminación, para ello será necesario utilizar agua limpia a presión (Gardner, 2018).</p>		

El establecimiento en estudio no dispone de herramientas adecuadas para el corte de la canal, lo cual provoca cortes deficientes en el porcino que incluso llegan a afectar las partes internas como las vísceras y órganos internos del animal.

En la figura 11 se muestra un cuchillo de filete inalámbrico de iones de litio con mango antideslizante, cuyo costo es de 120\$. El equipo se encuentra disponible en el mercado libre o tiendas online. Dicha herramienta se caracteriza por la facilidad de su uso, está recubierta de acero inoxidable lo cual extiende su vida útil, funciona con baterías de litio, además que permite un corte eficiente sin comprometer los demás órganos del animal y cuenta con gatillo ergonómico que permita trabajar de manera ágil y segura (BUBBA, 2021).

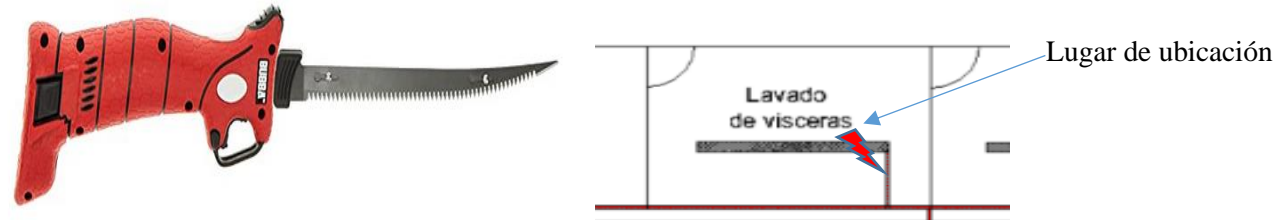

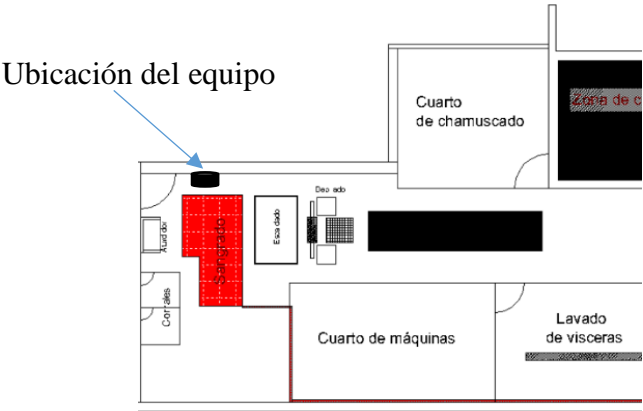



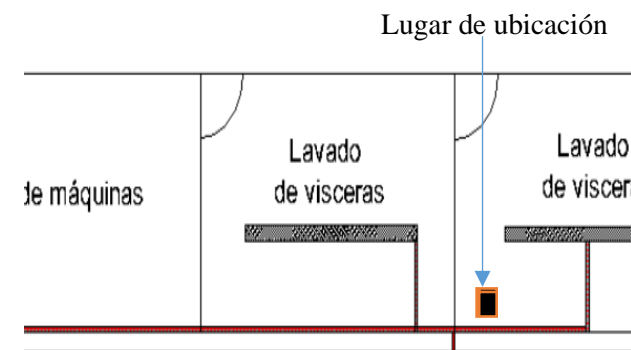
Figura 11: Cuchillo de filete inalámbrico de iones de litio con mango antideslizante, marca BUBBA.

Detalle	Sin PML	Con PML	Aplicando PML
----------------	--------------------	--------------------	----------------------

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

	Consumo de agua	5,21 m ³ /mes	2,60 m ³ /mes	<p>La utilización racional del agua podría generar un ahorro de hasta el 50% para el proceso de desangrado de porcinos (Baker, 2016). (Ver anexo 10).</p> <p>En la figura 12 se muestra una manguera de alta presión 3/8 de 10m de largo, cuyo costo es de 60\$. Además, posee un control preciso y permite que la canal se lave de manera eficiente en el menor tiempo posible (Gunjet, 2020). Teniendo en cuenta que el consumo de agua es de 5,21 m³/mes sin PML, aplicando dicha estrategia se podría ahorrar 2,60 m³/mes.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: right;">  </div> <p>Figura 12: manguera de alta presión 3/8 y lugar de ubicación para su implementación.</p>
	<p>Según Bobenrieth y Beltrán (2015) el área donde se lava las vísceras debe poseer una excelente ventilación y usar los siguientes procedimientos:</p> <p>Los intestinos deben ser evacuados en su totalidad, la mucosa debe ser lavada completamente.</p>			

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

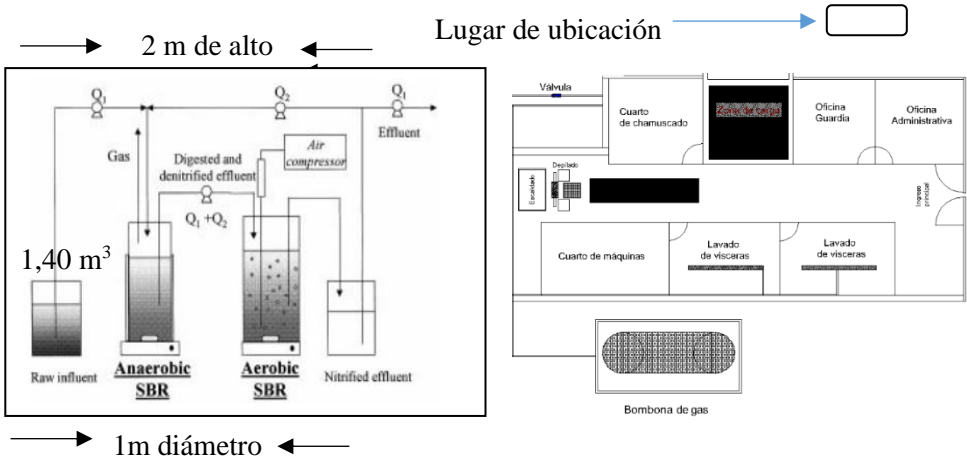
Lavado de vísceras	<p>El lavado de las vísceras debe realizarse haciendo uso de un tubo de acero quirúrgico el cual esté conectado con una manguera a la hidrolavadora, para que el lavado sea a presión (Briones, 2016).</p> <p>Cabe mencionar que en el establecimiento en estudio durante el proceso de lavado de vísceras no se manipulan correctamente los órganos. Además, no existe una higiene adecuada y se utiliza de manera irracional el agua.</p> <p>También es necesario que el personal utilice guantes para el lavado y manipulación de órganos, también se debe evitar que el agua se empoce en los pisos y evitar que se mezclen las vísceras sucias con las limpias (Hurtado, 2019).</p>			
	Detalle	Sin PML	Con PML	Aplicando PML
	Consumo de agua	12,96 m ³ /mes	10,37 m ³ /mes	<p>Bobenrieth & Beltrán (2015) concluyeron que por medio de una hidrolavadora se puede ahorrar un 80% el consumo de agua. (ver anexo 11). Por consiguiente, se puede ahorrar 10,37 m³ de agua/mes.</p> <p>En la figura 13 se observa una hidrolavadora marca black Decker cuyo costo es de 87\$, posee una manguera de 3 metros de largo, un tubo de alta presión, potencia de 1200 W y una presión de 1450 PSI, caudal de trabajo de 0,0065 m³ /minuto.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

				<p>Figura 13: Hidrolavadora marca Black Decker y lugar de ubicación</p>
<p>Generación de residuos líquidos de todos los procesos.</p>	<p>1,56 m³/día</p>	<p>0,44 m³/día</p>	<p>Teniendo como referencia que se apliquen todas las estrategias de producción más limpias propuestas y considerando los porcentajes de ahorro de agua, los residuos líquidos serían 0,44 m³/día. Bernet y Delgenes (2000) consideran que implementar dos reactores secuenciales batch, puede tratar efectivamente las aguas residuales del proceso de faenamiento. (ver anexo 12).</p> <p>El funcionamiento de este sistema consiste en la implementación de un primer reactor que será anaerobio, seguido de un aerobio; considerando que gran parte de los residuos contienen proteínas y amoníaco, principalmente; y lo que se produce es residuo con cantidades representativas de nitratos, se considera una recirculación del efluente del reactor aerobio hasta el reactor anaerobio con la finalidad de reducir la concentración de nitratos mediante el proceso de desnitrificación que se producirá en el reactor anaerobio.</p> <p>Según Bernet y Delgenes (2000), el flujo de recirculación del sistema de reactores secuenciales batch deberá ser mínimo el doble de la entrada del agua residual.</p>	

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

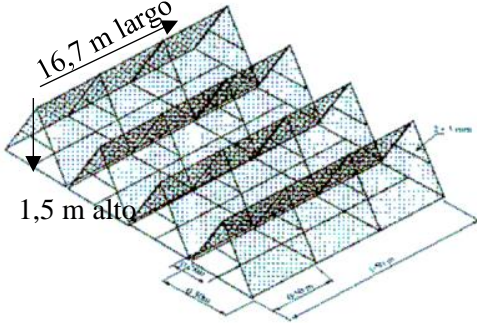
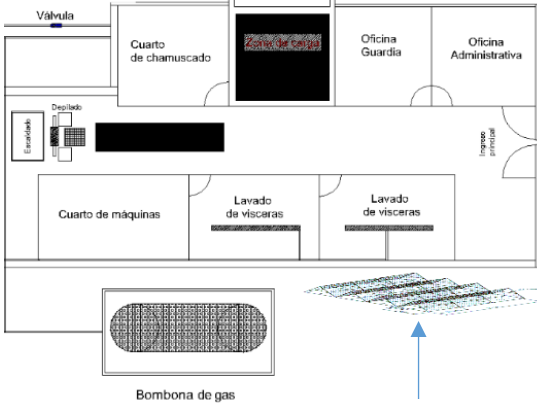
		<p>Considerando que el tratamiento será diario se calcula que el ingreso será de 0,44 m³/ día, por lo que el flujo deberá ser 0,88 m³ e ingresará la producción diaria es decir 0,44 m³, dando un total de 1,32 m³; se considera que el tamaño de los reactores deberá tener 1,40 m³ de capacidad.</p> <p>Los ciclos en los reactores batch secuenciales comprenden el llenado del tanque, reacción, decantación, y vaciado del tanque. El ciclo en cada reactor será aproximadamente 12 horas.</p> <p>El inóculo para el reactor anaerobio consistirá en lodos provenientes de digestores anaerobios y para los reactores aerobios se pueden usar lodos provenientes de piscinas de lodos activados.</p> <p>Los reactores tendrán forma cilíndrica y tendrán dimensiones de 2 m de altura, 1 m de diámetro y 0,5 metros de radio. Con esto obtenemos un volumen de tanque de 1,57 m³ que es viable para el tratamiento que se busca implementar.</p> <p>En la figura 14 se indica un diagrama de los reactores secuenciales batch, cuyo costo estimado es de 3200\$, incluyendo costos de recipientes de acero inoxidable, bombas de succión, tubos, mangueras, entre otros materiales.</p> <p>El agua tratada que se libere diariamente será clorificada y utilizada en la limpieza de pisos, también se podrá utilizar para irrigación de las pilas de compostaje descritas posteriormente en el texto.</p>
--	--	--

			<p>Es necesario mencionar que se deben hacer pruebas de laboratorio para evaluar la cantidad de metano generado en el reactor anaerobio, de tal forma de verificar si esa cantidad de metano se la podría aprovechar para reemplazar parcial o totalmente al combustible del caldero, y si no es tan alta esa cantidad de metano generado se podría instalar una antorcha para quemar el biogás que sale del reactor anaerobio.</p>  <p style="text-align: center;"> → 2 m de alto ← Lugar de ubicación → </p> <p style="text-align: center;"> → 1 m diámetro ← </p> <p style="text-align: center;">Figura 14: Reactores secuenciales batch y lugar de ubicación</p>
<p>Generación de residuos sólidos de todos los procesos.</p>	<p>54,6 kg/día</p>	<p>0 kg/día</p>	<p>El tratamiento de los residuos sólidos se realizará mediante la implementación de un sistema de compostaje, los residuos sólidos identificados son: grasa, cerdas, vísceras y estiércol.</p>

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

		<p>Antes de iniciar el proceso de compostaje, las cerdas del porcino entrarán en un proceso de picado para mejorar la degradación de las cerdas.</p> <p>Se calculó la cantidad de carbono y nitrógeno de cada residuo para obtener la relación C:N de la mezcla. Para un compostaje óptimo la relación C:N debería estar entre 25 a 30, con los residuos obtenidos del faenamiento se pudo constatar que existía una deficiencia de carbono, por lo que se deberá añadir un residuo que aporte con las cantidades faltantes, en este caso se utilizará cascarilla de arroz.</p> <p>El compostaje se caracteriza por la descomposición biológica aerobia y la estabilización de sustratos orgánicos, su implementación ayudará a disminuir en la totalidad los residuos orgánicos. A diario los desechos sólidos producidos en el proceso de faenamiento serán recolectados y mezclados con los residuos lignocelulósicos, así paulatinamente se irán constituyendo las pilas para la formación de compost que dura 3 meses aproximadamente (Román y Martínez, 2015). (Ver anexo 13).</p> <p>En la figura 15 se muestran 6 pilas de compostaje que será el sistema de tratamiento de residuos sólidos a implementarse, las dimensiones de cada pila será de 1,5 metros de alto, 1,5m de ancho y 16,7m de largo. Aproximadamente cada día se preparará 1,9 m³ de mezcla para compostaje, cada día se irá distribuyendo la mezcla a compostar en el espacio destinado para el compostaje, hasta que cada pila alcance un volumen de 18.8 m³, se necesitará una superficie de 2522 m² para</p>
--	--	---

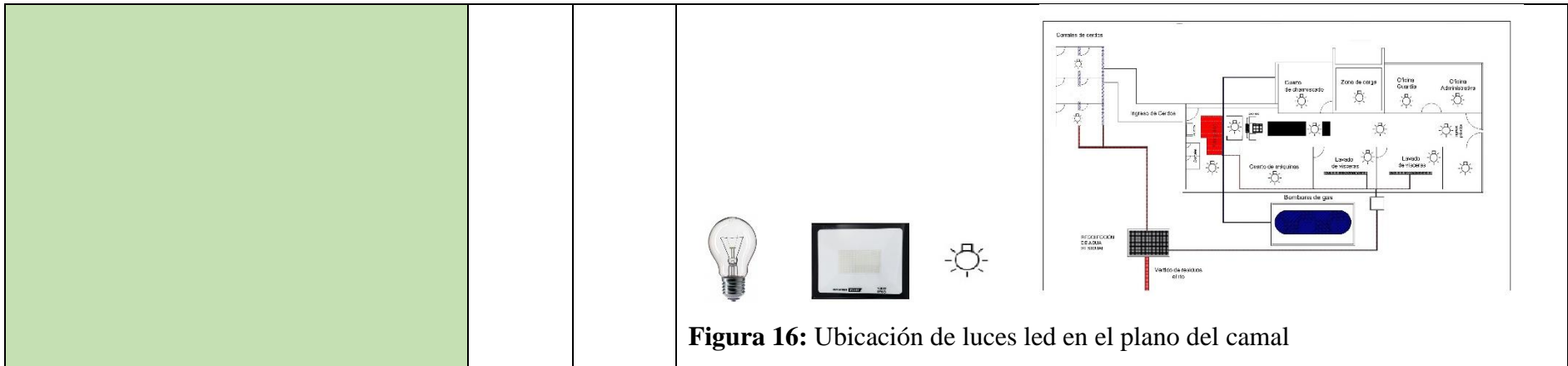
ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

			<p>para implementar las 6 pilas de compost, mismas que serán implementadas en la parte externa del camal.</p> <p>La implementación del sistema de tratamiento no tendrá costo ya que unicamente necesita adicionar el material lignocelulósico que será recolectado en los mercados del cantón y se fomentará la clasificación de desechos sólidos en los hogares mediante programas municipales. La maquinaria, el personal y el espacio físico será responsabilidad de la administración del camal.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>Figura 15: Pilas de compostaje y lugar de ubicación</p>
<p>Consumo de energía eléctrica en el establecimiento (focos).</p>	<p>57,60 kW*h/ mes</p>	<p>28,8 kW*h/ mes</p>	<p>El alumbrado interno del camal se lo realiza manualmente según las necesidades de los trabajadores, el alumbrado está compuesto por circuitos en serie lo que significa que al accionar el botón de encendido se encienden una cadena de focos, iluminando no solo el área de interés sino áreas circundantes, este encendido no</p>

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

		<p>focalizado se refleja en el consumo excesivo de electricidad, según (Guerrero & Candelo, 2017), los circuitos en serie proporcionan la electricidad suficiente para el normal funcionamiento de todos los aparatos electrónicos que se encuentren conectados a una misma línea. Otro factor es el humano ya que en ocasiones los operadores olvidan encendidos los interruptores, en este sentido y argumentando en (Serrano, Martínez, Muñoz, & Sáenz, 2015) que menciona en base a resultados cuantificados la reducción del 50% del consumo energético con luces led debido a la eficiencia lumínica que presentan estos hacia las paredes y los techos.</p> <p>Se recomienda cambiar los focos que se utilizan actualmente a proyector led de 100w y reflectores de 200w porque tienen una eficiencia lumínica de 0.77 y suspendida a 6 metros de altura ilumina a una distancia de 7,5m con un grado de reflexión para el techo de 70%, para las paredes del 50% y el suelo 20%.</p> <p>Si se procede a realizar el cambio cuyo costo estimado es de 530\$, el consumo se reduce a 28,8 kW/mes. (Ver anexo 14).</p> <p>La adquisición de la iluminaria se lo puede conseguir en el mercado local, la colocación corresponde a como se muestra en la Figura 16</p>
--	--	---

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR



Detalle	Con PML	SIN PML	Aplicando PML
<p>Consumo de energía eléctrica en el establecimiento (energía solar fotovoltaica).</p>	<p>67,68 Kw*h/mes</p>		<p>La energía solar fotovoltaica se caracteriza por captar los rayos del sol y producir corriente eléctrica continua, esta a su vez es transformada en corriente alterna por medio de una conexión a un inversor. La energía fotovoltaica permite un ahorro económico reduciendo significativamente los costos de la factura eléctrica, los paneles solares poseen una vida útil de 25 años, por tanto, su garantía es a largo plazo, además es cien por ciento renovable ya que se trata de una fuente de energía limpia (NOVATECNIC, 2020).</p> <p>El costo de implementación de los paneles solares fotovoltaicos se lo puede cotizar a través de proveedores de producción de energía renovable, cuyo costo de implementación es de 1.016,00.</p>

Para la implementación de los paneles solares se lo realizó a través de la aplicación web “Global Solar Atlas” cuya aplicación permite calcular cuántos kilovatios hora de energía eléctrica anual va a producir 1 kilovatio de fotovoltaico (ver anexo 15). El valor de producción de energía fotovoltaica específica es de 1197,6 kWp, y el que se produce en el establecimiento es de 812,16 kWh anual, el grado de inclinación de los paneles será de 6 grados, mediante el cálculo se obtuvo 0,68 kWh, que se requiere para instalar la energía fotovoltaica, con esto permitirá un ahorro del 100% en producción de energía eléctrica.

Para implementar los paneles solares se requiere la autorización del directorio de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos naturales no Renovables (ARCERNNR), mediante resolución actualizada en el 2021.

En la figura 17 se muestra dos paneles solares de energía eléctrica fotovoltaica, las dimensiones son de 1,3 metros de largo y 0,9 metros de ancho.

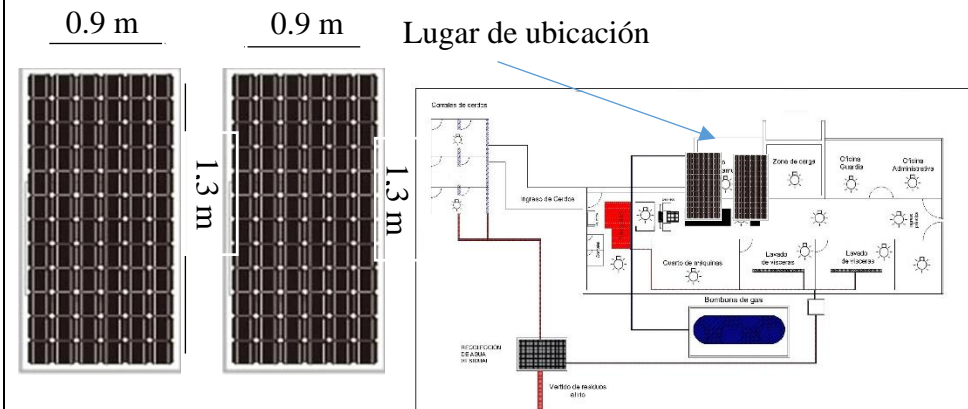


Figura 17: Paneles solares de energía fotovoltaica

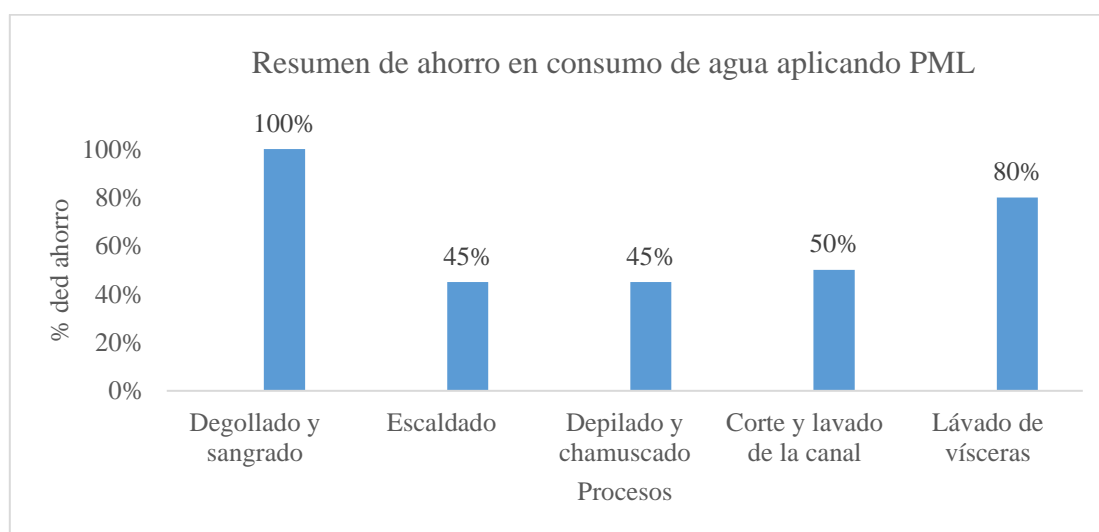
ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

En la tabla 13 se indica el costo total de la implementación de los equipos de las estrategias de producción más limpia, para lo cual se necesita un costo de 13.497 USD

Tabla 13: Costo de implementación de estrategias de PML

Costo de implementación estrategias de PML	
Equipos	Costo total de inversión (USD)
Sistema de secador de bandejas	7.000
Manguera de alta presión 3/8	60,00
Depiladora para cerdos Combi	3.000,00
Quemador industrial tipo soplete marca Qa12	30,00
Cuchillo de filete inalámbrico de iones de litio con mango antideslizante, marca BUBBA	120,00
Hidrolavadora marca black Decker	87,00
Reactores secuenciales batch	3.200,00
Luminaria led masluz de 100 w	530,00
Paneles solares fotovoltaicos	1.016,00
Total	15.043,00

En la figura 18 se muestra un resumen del ahorro de agua que se puede generar al implementar las estrategias de producción más limpia, permitiendo un ahorro del 100% en el degollado y sangrado, un 45% en el depilado y chamuscado, 50% en el corte de la canal, y 80% en el lavado de vísceras.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Figura 18: Resumen del ahorro de agua que se puede generar al implementar las estrategias de PML.

En la figura 19 se muestra un resumen del ahorro en consumo de GLP aplicando las estrategias de producción más limpia, permitiendo un ahorro del 52% para el proceso del escaldado y 30% para el proceso de depilado y chamuscado

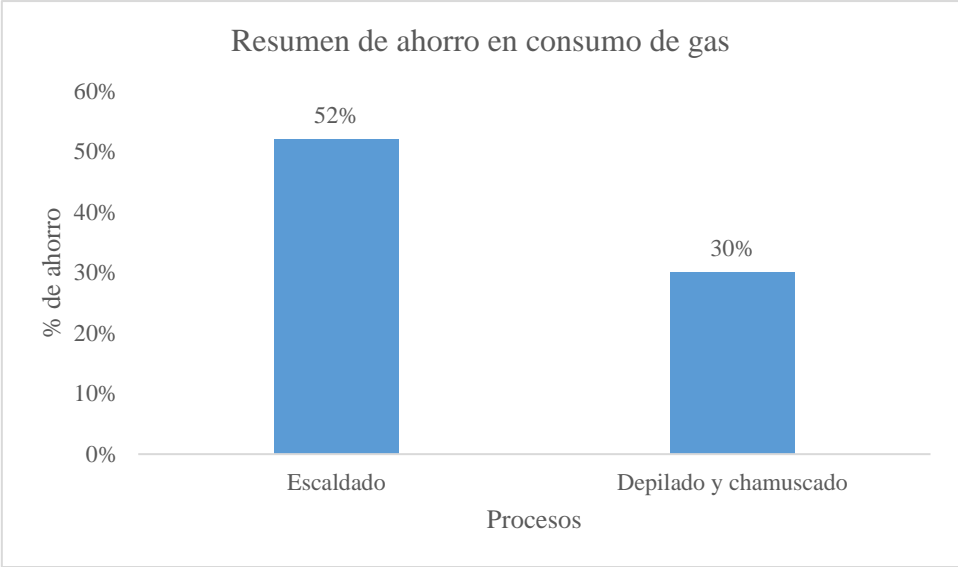


Figura 19: Resumen de ahorro en consumo de gas

En la figura 20 se indica el resumen de ahorro de energía eléctrica aplicando estrategias de producción más limpia, permitiendo un ahorro del 100% en el consumo de energía eléctrica.

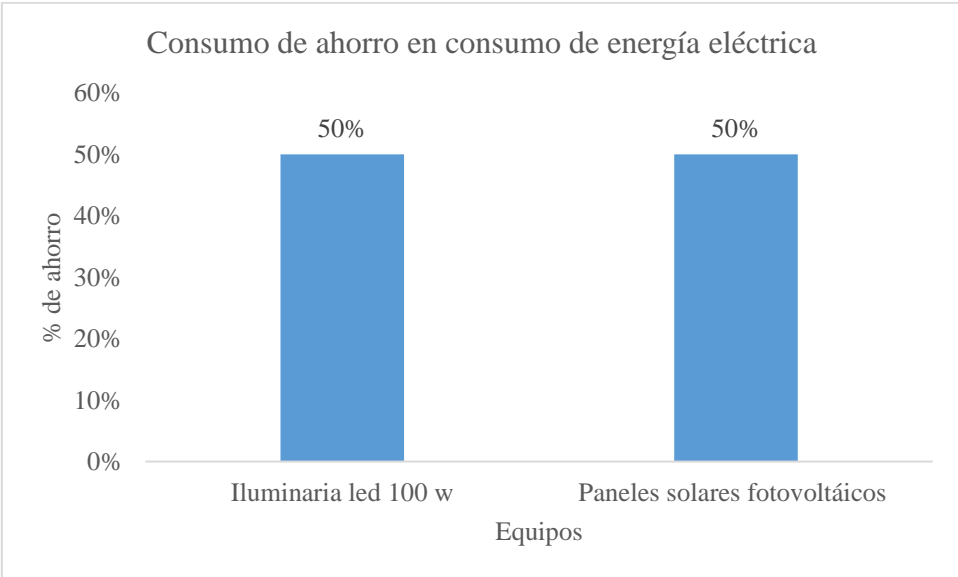


Figura 20: Resumen de ahorro en consumo de energía eléctrica

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

En la figura 21 se indica la reducción de generación de residuos líquidos y sólidos, permitiendo una reducción del 72% en los residuos líquidos y el 100% en los residuos sólidos.

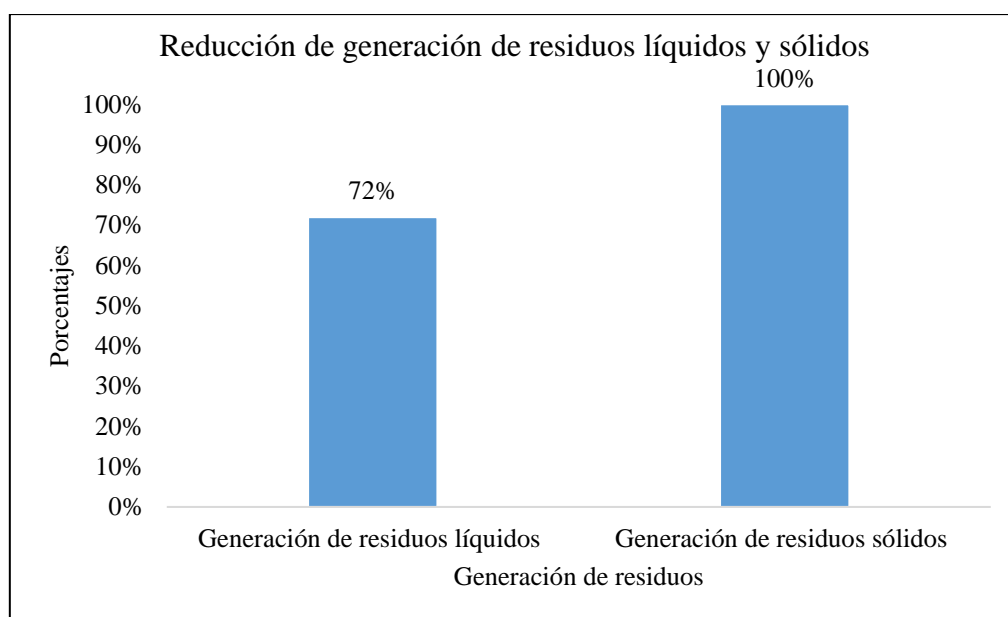


Figura 21: Reducción de residuos líquidos y sólidos

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

En la figura 22 se indica el resumen de los consumos de agua, GLP, energía eléctrica, generación de residuos líquidos y sólidos, sin PML y con PML.

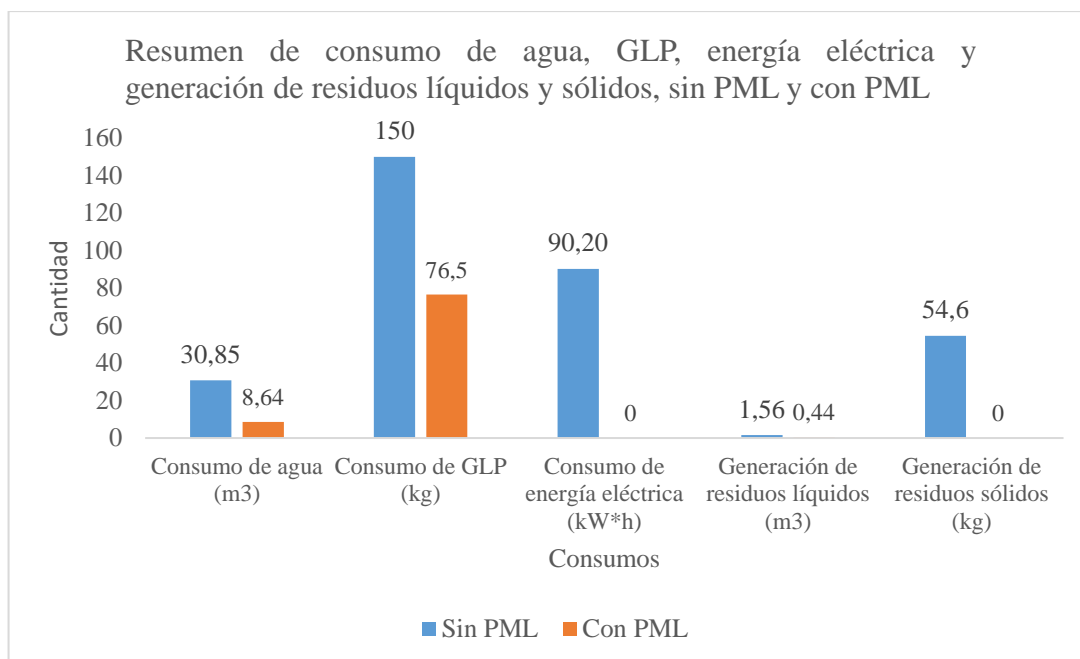


Figura 22: Resumen de consumo de agua, GLP, energía eléctrica y generación de residuos líquidos y sólidos, sin PML y con PML.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

En la tabla 14 se indica el valor económico que el establecimiento se ahorraría implementando las estrategias de Producción Más Limpia, permitiendo un ahorro de 1.118,52 USD anualmente.

Tabla 14: Ahorro económico implementando estrategias de producción más limpia (ver anexo 16).

Consumo	Costo diario sin PML (USD)	Costo mensual sin PML (USD)	Porcentaje de ahorro implementando Estrategias de PML (%)	Ahorro económico según el porcentaje	Ahorro económico mensual implementando PML (USD)	Ahorro anual con PML (USD)
Consumo de agua	2,98	59,68	72	42,97	16,71	200,52
Consumo de GLP	7,5	150,00	49	73,50	76,50	918,00
Consumo de energía eléctrica	4,5	90,2	100	90,20	0,00	0,00
Total	14,98	299,88		206,67	93,21	1.118,52

En la figura 23 se indica los costos mensuales por consumo sin PML y con PML, tanto para el consumo de agua, energía eléctrica y GLP.

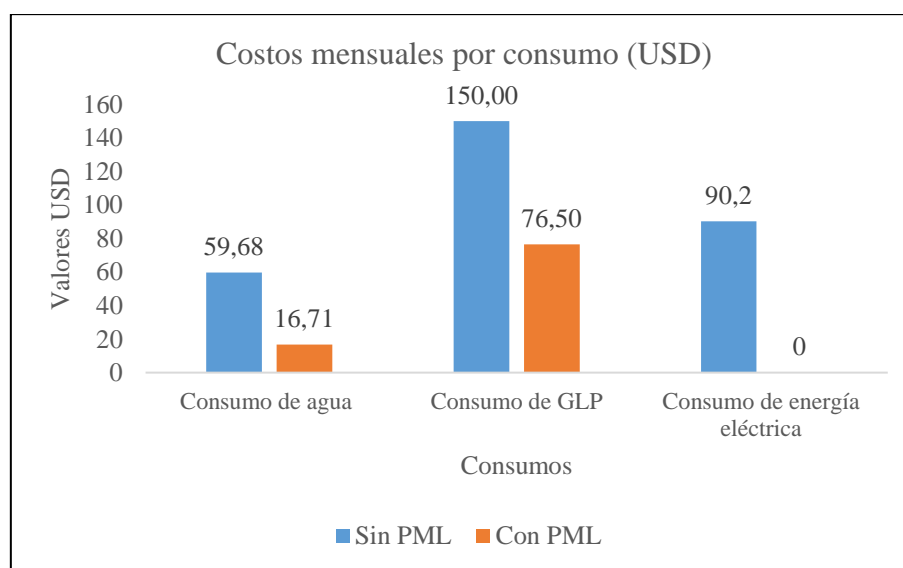


Figura 23: Costos mensuales por consumo (USD)

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Además, del ahorro económico que implica la implementación de estrategias de producción más limpia el camal municipal será un referente de responsabilidad social y ambiental, y evitará posibles multas por el manejo inadecuado de residuos líquidos y sólidos.

En la tabla 15 se indica el porcentaje de reducción en el consumo de agua, GLP, energía eléctrica, así mismo, se muestra la disminución de residuos líquidos y sólidos una vez propuesta las estrategiaa de producción más limpia.

Tabla 15: Resumen de la reducción de consumo de agua, GLP, energía eléctrica, disminución de residuos líquidos y sólidos.

Procesos críticos	Reducción de Consumo de agua (%)	Reducción de Consumo de GLP (%)	Reducción de Consumo de energía eléctrica (%)	Disminución de residuos líquidos (%)	Disminución de residuos sólidos (%)
Degollado y sangrado	100		100	72	100
Escaldado	45	52			
Depilado y chamuscado	45	30			
Corte de la canal	50				
Lavado de vísceras	80				
Total	72	49	100	72	100

6 DISCUSIÓN

Las estrategias de producción más limpia propuestas en este trabajo permitirán disminuir costos, consumo de agua, consumo de energía eléctrica, consumo de GLP y disminuir la generación de residuos líquidos y sólidos que impactan significativamente al ambiente, además, con la implementación de estas estrategias de producción más limpia el camal municipal tendrá la posibilidad de mejorar sus procesos productivos en el vivero mediante el mejoramiento del sustrato de las plantas con el compost producido, se puede también obtener ingresos adicionales mediante la elaboración de la harina de sangre, y destacar como una empresa amigable con el ambiente (Pezantes, 2016).

Las estrategias de producción más limpia permitirán un ahorro de 1.118,52 USD anuales, además de los beneficios económicos se debe tener en cuenta que la disminución de residuos será notable, además de reducir el consumo de agua, energía eléctrica y gas.

Los beneficios ambientales de las estrategias implementadas permitirán reducir la contaminación que se genera en el río cercano al establecimiento, ya que todos los residuos líquidos son arrojados al río, además, de evitar los daños ambientales y afectaciones a las comunidades aledañas cuyas actividades dependen del río.

Los beneficios sociales también serán significativos, ya que parte del compostaje puede servir para ayudar a los agricultores cercanos, de esta manera podrán mejorar la fertilidad de la tierra y su producción podrá ser más eficiente para contribuir a dinamizar su economía y a mejorar sus condiciones de vida (Tavares y Gariboto, 2018).

Finalmente, es necesario que el establecimiento aplique las estrategias de producción más limpia planteadas en este trabajo ya que hoy en día las normas de higiene, salud y buenas prácticas ambientales son más severas, además, el establecimiento posee antecedentes de clausura por las deficientes prácticas que ha venido realizando, si se continúa con las prácticas

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

tradicionales las multas y clausuras por parte de AGROCALIDAD serán más severas debido a la contaminación ambiental y social que se genera en el establecimiento.

7 CONCLUSIONES

-Se identificó y se caracterizó los procesos que se desarrollan en el camal municipal iniciando con la recepción de animales, inspección ante mortem, preparación para el sacrificio, aturdimiento, degollado y sangrado, escaldado depilado y chamuscado, corte de la canal, lavado de la canal, evisceración, lavado de vísceras, inspección post mortem, pesaje y clasificación, almacenamiento, transporte, documentación y limpieza.

-Los procesos críticos durante el faenamiento fueron definidos en base a sus altos valores de consumo de agua, energía eléctrica por uso de iluminación, consumo de GLP y generación de residuos líquidos y sólidos, y estas fueron: desangrado, escaldado, depilado y chamuscado, corte y lavado de la canal y lavado de vísceras.

-Se propuso estrategias de producción más limpia en base a los procesos críticos identificados, lo cual permitirá un ahorro económico anual de 1.118,52 USD. Además, ahorrará un 72% en el consumo de agua, 49% de consumo de GLP, 100% de energía eléctrica y se reducirán la producción de residuos líquidos de 1,56 m³/día a 0,44 m³/día (72%), el resto de residuos líquidos se tratará en su totalidad, por último, se tratarán el 100% de los residuos sólidos mediante la implementación de un sistema de compostaje.

- Las estrategias de producción más limpia propuestas fomentarán a que la empresa se enmarque dentro de los lineamientos de responsabilidad ambiental, convirtiéndose en referente en el manejo sostenible de recursos y prácticas industriales amigables con el ambiente.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

8 RECOMENDACIONES

-El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal deberá elaborar y aplicar ordenanzas y normativas con fines ambientales para que de esta manera exista viabilidad técnica y económica para implementar estrategias de producción más limpia en el camal municipal en estudio.

-Es necesario que el personal del establecimiento se capacite constantemente para efectuar los procesos de faenamiento de manera adecuada.

-Se recomienda realizar investigaciones mediante análisis de laboratorio para caracterizar cantidad y composición del biogás producido en el reactor anaerobio.

-Realizar proyectos de investigación que evalúen la calidad del compost producido en el sistema de tratamiento del camal, con la finalidad de potenciar las tierras cultivables de los sectores agrícolas rurales.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

BIBLIOGRAFÍA

AGROCALIDAD. (2014). *Manual para el proceso de faenamiento en camales municipales del Ecuador. Transporte, Peso y Clasificación*. Quito.

AGROCALIDAD. (2018). *Aprobación sanitaria de los centros de faenamiento*. Obtenido de <http://www.maizysoya.com/lector.php?id=20180231&tabla=articulos>

Aguilar, A. (2013). *Manejo de desechos sólidos. Generalidades y características*. México DC: 2DA Ed.

Aguilera, R. (Noviembre de 2018). *Plan de Gestión Integral del consumo de agua en el camal municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de grado: Ingeniería ambiental y manejo de riesgos naturales*. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20414/1/9892_1.ROTSSEN%20AGUILERA.pdf.

Aguirre & Farías. (2016). *Explotación de los recursos naturales. Antecedentes y mecanismos de intervención*. Cartagena, Colombia: Vol. 4.

Altamirano, G. (2015). *Impactos ambientales y costos de producción de los camales municipales del Ecuador*. Quito, Ecuador: Innovation vol.8.

Austen, A. (2015). *Implementation of machinery to make blood meal*. London: Vol. 1.

Baker, C. (2016). *rational use of water for the slaughter process of pigs and sheep*. Ohaio, USA: Rev. Scopus Production.

Barrionuevo, D. (2014). *Materias orgánicas. Descomposición y ciclo de duración*. México dc.

Becerra, A. (2014). *Etapas de mejora continua. Actividades de producción más limpia*. Lima: et al.

Beckett & Brown. (2013). *Evolution and the future of cleaner production*. Ohio, EE.UU: Rev. Int. Contam. Ambient vol.15.

Bernal, G. (2018). *Màquinas depiladoras de cerdo para uso eficiente y alto rendimiento de producción*. Nariño: Vol. 23.

Bernet y Belgenes. (2000). COMBINED ANAEROBIC±AEROBIC SBR FOR THE. Journal Elsever Science. PJ. 16

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

- Bobenrieth & Beltrán. (2015). *Sanitation of cattle, swine and sheep slaughterhouses, viscera washing process*. Manchester: Bol Of Sanit Panam 98(3).
- Botero, A. (2016). *Los camales en América Latina. Condiciones insalubres*. México D.C: MEDISAN Vol. 16.
- Bradbury, R. (2018). Importance of the type of scalding and effect on the smell of the carcass. *Agronomía Trop.* v.58, 8.
- Bradley, A. (2017). *slaughter of porcines in public and private litters. Cleaner production strategies*.
- Brien, H. (2017). Biodigester systems for the treatment of solid waste in slaughterhouses . *Journal Science*, 49.
- Briones, A. (2016). Técnicas eficientes basadas en producción más limpia para centros de faenamiento. *Revista Desarrollo Ambiental Sostenible*, 65.
- Bronte, E. (2015). *Definitions and generalities about the environment*. Michigan, USA: Rev. environment.
- BUBBA. (2021). *Cuchillo filete eléctrico inalámbrico de iones de litio con mango antideslizante* . Obtenido de https://www.amazon.com/-/es/BUBBA-inal%C3%A1mbrico-antideslizante-rec%C3%ADprocas-antiadherentes/dp/B07KSPR7ZC/ref=zg_bs_3737391_1/139-9273194-2455250?_encoding=UTF8&pvc=1&refRID=B5V50DK0XA3W66Q5A45A
- Byrnes, N. (2015). *Cleaner Production Committee. Activities and responsibilities*. L.A, California : et al.
- Bysshe, P. (2016). *Environmental recovery. Prevention methods and environmental resilience*. Manchester, E: Vol. 2.
- Camacho, L. (2015). *Diagnóstico de producción más limpia. Generalidades* . Lima.
- Carrasco, A. (2014). *Mataderos de tipo cooperativa. Funcionamiento y operatividad*. Bogotá: Rev.Bio.Agro vol.7.
- Carreón, S. (2015). *Establecimientos de faenamiento. Procesos y protocolos de saenamiento*. Lima, Perú: Vol. 2.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

- Carter, S. (2019). Basic steps in transport, slaughter and cutting of pigs. *Journal Raleigh and Swine breeds* , 35.
- CEPAL. (2019). Proyecto piloto para la Implementación de biodigestores en los centros de faebamiento de el Salvador. *Sostenibilidad Ambiental*, 45.
- CEPL. (2013). *Información general del Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia. Generalidades y datos informativos.* Obtenido de <https://ec.eldirectorio.co/empresas/pichincha/equipos-para-control-de-contaminacion-ambiental/centro-ecuatoriano-de-produccion-mas-limpia-cepl-34680>
- Chávez, A. (2013). *Etapa de mejora continua. Programa de producción más limpia.* Lima, Perú: 1ra Ed.
- Clavijo, G. (2015). *Consideraciones para el lavado de cerdos en corrales.* San Felipe: Vol. 2.
- Closs, C. (2016). Aprovechamiento de la sangre. Elaboración de harina como proteínas para animales bovinos y porcinos. *Salud Pública*, 64.
- Cobos, M. (2013). *clausura de camales municipales del Ecuador.* Guayaquil, Ecuador.
- COMERCIO. (2019). *Camales de la zona centro en la mira por problemas sanitarios.* Riobamba, Ecuador: Ed. El Comercio.
- Dávila, L. (2016). *Mataderos de administración privada. Actividades y funcionamiento.* Madrid, España: ISSN 4ta Ed.
- DIARIO & COMERCIO. (07 de Agosto de 2017). *Camales de la zona centro en la mira por problemas de sanitarios.* Obtenido de <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/259950-cierran-camales-por-insalubridad/>
- Dickens & Abrahams. (2015). *Establishments for the slaughter process of bovine and pig type. Generalities and concepts.* Michigan, USA: Rev Health Anim. vol.21.
- domésticos, I. a. (s.f.).
- Duncan, A. (2017). *Cleaner production strategies in porcine-type slaughter establishments .* Ohio.
- FAO. (2013). *Manejo presacrificioy métodos de aturdimiento y de matanza.* USA: Fleischwirtschaft.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

- FAO. (2013). *Utilización racional de agua en los procesos de desangrado de porcinos*. Inv. slagther vol.1 .
- FAO. (2015). *Establecimientos de faenamiento de tipo órgano paraestatal. Funcionamiento y operatividad*. Lima, Perú: 1ra Ed.
- FAO. (2015). *Estrategias de Producción Más Limpia. Adaptable para establecimientos municipales*. Bogotá, Colombia: FAO151, PML.
- FAO. (2019). Métodos y técnicas adecuadas para el proceso de desangrado de animales bovinos y porcinos de Centros de Faenamiento. *Revista de Seguridad y Sanidad*, 64.
- Ferdinand, S. (2020). Cleaner production and ecoefficiency in porcines. *Inv. y Des. vol.20*, 15.
- Ferreira, C. (2015). *Sistemas de saneamiento básico sustentable*. Quito, Ecuador : 1ra Ed. .
- Ferrer, S. (2017). *Pistolas de aspersion para el lavado eficaz de animales porcinos*. Ohio, USA: Vol. 2.
- Galindez, S. (2017). *Residuos tóxicos producidos por industrias lacteas*. Madrid, España : et al.
- Gardner, S. (2018). *Veterinary inspection of carcasses and roasting carried out by qualified personnel. . Vol. 3*.
- Gavilanez, G. (2017). *Guía para el proceso de faenamiento en camales municipales. Estrategias de PML. . Bogotá, Colombia: 2da Ed.*
- Godoy, A. (2013). *Procesos sustentables para el medio ambiente. Producción más limpia (PMS)*. Santiago: et al.
- Growth, W. (2017). wastewater treatment systems to avoid river pollution . *Renewable solutions* , 34.
- Gunjet. (2020). *Pistolas de aspersion. Durables y libres de gote*. Obtenido de https://www.spray.com.mx/spray_nozzles/spray_guns.aspx
- Hansen, A. (2015). *Implementation of pressure washers for slaughter establishments. Efficiency and productivity. . Ohio : Vol. 4*.
- Haro, G. (2017). *Consumo de GLP en Centros de faenamiento con producciones menores a 100 porcinos por semana*. Bogotá: Vol. 3.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

- Hayes, G. (2018). Water consumption in the depilation and flaming process of swine animals in small slaughter centers. *Journal Renewable and Nature*, 34.
- Heredia, J. (2014). *Razones por las cuales implementar producción más limpia en las industrias*. Bogotá: et al.
- Hernández, B. (2014). *Procesos de manipulación y conservación de carnes bovinas. Mataderos municipales del Ecuador*. Quito, Ecuador: ccm vol.20.
- Hurtado, S. (2019). Manipulación de vísceras de porcinos en el proceso de lavado y transporte. *Seguridad e Higiene*, 20.
- INIAP et al. (2019). *Hacia un sector de biodigestores sostenibles en Ecuador. Insumos para un componente de biodigestores de PNABE*. Obtenido de https://www.google.com/search?q=sistemas+de+compostaje+para+producir+biogas&newwindow=1&sxsrf=ALeKk031DpvtEcHwWwNf41HVvx5HVN1Jow%3A1628796628708&ei=1HYVYcLFKsPqXgHJ2auoCg&oq=sistemas+de+compostaje+para+producir+biogas&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAM6BwgAEEcQsAM6BQ.
- Jimenez, J. &. (2015). *Procesos de producción, productos, y prácticas más limpia*. Lima, Perú: 1ra Ed.
- Jones, A. (2016). *Transport and pre-slaughter logistics: definitions and current tendencies in animal welfare and meat quality*. Kansas: Vet, USA Vol. 45.
- Klaus & Frondel. (2016). *End of pipe or cleaner production. An empirical comparison of environmental Innovation decisions across OECD countries*. Lima: Wirtschaftsforschung.
- Lara, L. (2011). *Las aguas residuales del camal municipal del Cantón Baños y su incidencia en la contaminación del río Pastaza en la Provincia de Tungurahua*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1611/1/Tesis%20587%20-%20Lara%20Villac%20C3%ADs%20Ligia%20Elena.pdf>.
- Lopez, A. (2013). *Finalidad y categoria de los mataderos. Mataderos de administración pública*. Quito, Ecuador: Rev. investig. vet. Ecu vol.26.
- Magallan, S. (2016). *Aspectos esenciales de la calidad ambiental y áreas sustentables*. Lima, Perú: et al.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

- MAGAP. (2016). *Certificación MABIO de camales municipales del Ecuador*. . Quito, Ecuador.
- McEwan, A. (2016). *Environmental pollution product of industrial processes*. London, England: Rev. Pollutions, G .
- McKinstry, A. (2017). *Technical requirements for the implementation of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) system in a pig slaughterhouse*. Rev. electrón. vet Vol. 8.
- McKinstry, A. (2018). Good manufacturing and hygiene practices. *Science Clean Energy*, 68.
- MECANOVA. (09 de abril de 2019). *Flamadeadores para cerdos. Quemador industrial tipo soplete marca Qa12*.
- Méndez, S. (2013). *Terminología sobre elementos bioquímicos*. . Sevilla, España .
- Middleton, D. (2016). *Feasibility for the cleaner production process. Preliminary evaluation for each opportunity evaluation of PML*. Michigan, USA: et al.
- Miller, A. (2014). *Pre-mortem handling effect on the meat quality*. Ohaio: NACAMEH Vol. 7.
- Murray, A. (2016). Post slaughter pig handling. Good manufacturing practices in slaughter centers. *Agrarian and environmental magazine*, 45.
- Noriega, F. (2018). Optimización de recursos y rendimiento óptimo para centros de faenamiento. Mecanismos de producción más limpia para el consumo de agua. *Revista científica*, 45.
- ONU. (2015). *Historia de los establecimientos de faenamiento. Antecedentes y evolución*. New York, USA: Tecnología en Marcha.Vol. 16.
- OPS. (2015). *Recursos sustentables para un óptimo aprovechamiento. Guía de implementación continua*. Bogotá, Colombia: Vol. 1.
- Payne, S. (2015). *reasons to apply cleaner production in municipal slaughterhouses*. . Oklahoma: Vol. 3.
- Pinzón, C. (01 de Diciembre de 2014). *uso doméstico a partir del aprovechamiento de los desechos fecales de los porcinos criados para la venta*. Obtenido de <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=1729>.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

- Ramírez, A. (2013). *Aspectos legales enfocados en la producción mas limpia*. Bogotá, Colombia: Comuni@cción vol.9.
- Román y Martínez. (2015). *Farmers compost handbook. Experiences in Latin America*. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/i3388e/i3388e.pdf>
- Ruiz, G. (2014). *Procedimientos de gestión ambiental, identificación y evaluación de los aspectos ambientales*. Cartagena, Colombia: Rev. Col. ing Vol 25.
- Sandoval y Freire. (2018). Procesos de depilado y chamuscado en centros de faenamiento con producción menor a cincuenta porcinos por día. *Revista de PML y sostenibilidad*, 34.
- Sandoval, C. (2018). *Tratamientos de aguas residuales en establecimientos medianos y pequeños de la ciudad de Pamplona*. Pamplona, España: Vol. 3.
- Sarmiento, A. (2015). *Medidas de protección y control ambiental*. Sevilla: 3ra Ed.
- Saskila, A. (2015). *Técnicas de saneamiento en los establecimientos de faenamiento*. Bogotá, Colombia: Rev. P+L vol.8.
- Scott, A. (2014). *Effectiveness of Two Methods of Stunning Pigs*. California: Rev Inv Vet Vol.2.
- Slorach, D. (2015). *Los retos de la inocuidad de los alimentos en los procesos de producción animal y su comercio mundial*. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.
- Slorach, S. (2016). *basic steps in transport, slaughter and cutting of pig animals* .
- Sosas, A. (2015). Water use for cleanen pens and wastewaters treatment in fattening pigs production. *Revista. Cie Téc*, 4.
- Thomsen & Myers. (2015). *Slaughter processes focused on cleaner production strategies*. London: Inv. y Des. vol.20.
- Trujillo, A. (2016). *Medidas de ahorro y eficiencia energética en industrias cárnicas y de faenamientos. Proyecto fin de carrera ingeniería industrial*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5712/fichero/PFC+formato+ESI.pdf>.
- Tylor & Moor. (2015). *Cleaner production for medium-scale slaughterhouses*. London: Inv. y Des. vol.20.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

USAID. (2014). *Antecedentes de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional en los procesos de prevención de la contaminación*. USA: Ambient. constr. vol.19 .

Varela, A. (2013). *Conceptos y generalidades de producción mas limpia para industrias*. Sevilla, España: Rev. Int. Contam. Ambient vol.31 .

Villar, A. (2013). *Principios de la producción más limpia*. Lima: Et al.

Williams, J. (2014). *the benefits of applying PML in slaughter establishments. Productive environmental strategy*. Illinois, USA: Rev. Economic research.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

ANEXOS

Anexo 1: Chek list del proceso de faenamiento

Recepción de animales				Observación	
Tipo de ganado que recibe el camal	Porcino	Promedio de animales diarios, tomando en cuenta por semana	6	Únicamente se trabaja con ganado porcino	
Para el ingreso del animal se registra, se pesa y se describe las características del animal.	Si	No		Se estima que el peso aproximado por cerdo es de 90 kg	
			x		
Se revisan los certificados de Agrocalidad	Si	No		Solo se aceptan cerdos que cuenten con las certificaciones de Agrocalidad	
	X				
Cuál es el estado de los pisos.	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Los pisos se encuentran en condiciones regulares para la actividad que se realiza
			X		
El camal pose agua limpia y a presión para el baño de los animales	Si	No			El agua es a través de manguera y el agua fluye normal
			x		
El veterinario realiza la inspección ante mortem de los animales.	Si	No			El veterinario está pendiente de los animales desde el descanso en el corral hasta su entrega
	X				
Sobre el peso de residuos generados en el corral, existe algún control.	Si	No			No se pesa el excremento producido por el número de animales que permanecen en el corral
			x		
Inspección ante-mortem				Observación	

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Se realiza un registro con la procedencia, peso, día, hora de entrada y enfermedades encontradas en los animales.	Si	No	No se cuenta con una guía en la que se registre esta información
		X	
	X		
Aturdimiento			Observación
Para el aturdimiento disponen de pistola neumática o de punzón percutor.	Si	No	Se aturde al animal con pinzas eléctricas a un voltaje de 320v
	X		
Durante el proceso de aturdimiento del animal, cumple con el siguiente proceso:	Si	No	Observación
Ingresa un solo animal a la vez.		x	Los cerdos ingresan en grupos de aproximadamente 4
Se controla el voltaje al utilizar un aturdidor con pinza eléctrica, para evitar el sufrimiento del animal.	X		Se debe brindar protección al personal para evitar que la conducción eléctrica afecte al trabajador
Se coloca el aturdidor en el centro de la frente y en posición perpendicular al cráneo.	X		Es la forma más recomendable para aturdir al cerdo
Degollado y Desangrado			Observación
El degollado y sangrado se lo efectúa en forma vertical.	Si	No	El degollado se realiza en la zona del cuello de animal, con
	X		

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

			un pequeño corte de forma vertical.
Cumple con las siguientes condiciones para el degollado y sangrado:	Si	No	
Las condiciones higiénicas son adecuadas para la preparación de la carne del porcino.	X		El cerdo es puesto sobre una meza de acero inoxidable
Para el degollado se encadenan una o dos patas traseras del animal aturdido.		x	No cuentan con cadenas que ayuden a sostener al animal
Cumple con el tiempo medio de desangrado (6 minutos)		x	No, el tiempo es menos de 3min, por lo que el cerdo sigue evacuando sangre durante todo el proceso de faenamiento
Posee un cuchillo hueco esterilizado para la extracción higiénica de la sangre.	X		
Dispone de un sistema de drenaje de dos vías para evitar la contaminación cruzada entre la sangre y el agua residual.		x	No se cuenta con un sistema de drenaje separado, todo se conduce a un solo canal y después es evacuado directamente a un cuerpo hídrico receptor.
Poseen bandeja o succionador húmedo para almacenar la sangre residual.		X	No, la sangre se riega en el piso y después se dirige por el canal hacia el río

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Cantidad de sangre generado por animal.		X	El volumen de la sangre evacuada por animal es de 1kg/cerdo.
Existe un consumo excesivo de agua para el desangrado	x		3 min aproximadamente por cerdo (54 litros/cerdo).
Escaldado		Observación	
La temperatura del agua se encuentra en el rango de 57 a 65 °C	Si	No	No se ha tomado la temperatura del agua.
		X	
El tiempo de inmersión del cerdo se encuentra dentro de los parámetros adecuados (2 a 5 minutos).	Si	No	El tiempo aproximado es de 1,5 min por cerdo
	X		
Agita el agua caliente	Si	No	No se agita el agua caliente
		X	
Utiliza un colador para evitar la concentración de sólidos suspendidos.	Si	No	No se extraen los sólidos suspendidos en el agua
		X	
Depilado y chamuscado		Observación	
Tiempo promedio de depilado por cerdo.	25 segundos		La máquina se enciende cuando el cerdo es colocado
Peso del depilado por animal.	Si	No	No se cuenta con el peso de los desperdicios por animal
		X	
Tiempo promedio para chamuscar el cerdo y depilar en lugares de difícil acceso.	2, 41 segundos (18litros/min)		El gas se mantiene con llama baja encendida aun cuando no haya cerdos para chamuscar
Corte de la canal (cuerpo entero del animal sacrificado)		Observación	
	Si	No	El corte se lo hace manual

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Dispone de una sierra eléctrica para efectuar el corte de la línea media del animal.		X	
Los operarios disponen de lentes de protección.	Si	No	Solo poseen trajes de protección anti fluidos
		X	
Los operarios se encuentran capacitados para efectuar el proceso de corte de canal.	Si	No	El camal de Chimbo se encuentra con personal capacitado
	x		
Lavado de la canal (cuerpo entero del animal sacrificado)			Observación
Cumple con los siguientes procesos para lavar las canales:	Si	No	
Usa agua potable y caliente		X	El agua es directamente del grifo y para el lavado del cerdo abierto el tiempo es de 2,41 segundos
Lava con más énfasis la zona del degüello y la región pelviana	x		La manguera se encuentra a disposición del trabajador, él puede direccionarlo a donde el desee.
El contenido ruminal es retirado con cuchillo para evitar que el músculo se contamine.	x		Se previene la contaminación, en caso de contaminación se lava.
Evisceración			Observación
Dispone de sierra eléctrica para realizar la operación de la apertura torácica, y abdominal.	Si	No	No se cuenta con equipos automáticos, se los hace con cuchillos
		X	
	Si	No	

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

El veterinario efectúa una inspección post mortem de las vísceras ya sea en este punto o en el área de lavado.	x		El veterinario se fija en órganos internas con afectaciones, estas se las retira y se las arroja al basurero
Cantidad de sangre vertida por animal.		X	
Cantidad de residuo sólido generado.		X	No se pesa ni el residuo sólido ni líquido
Lavado de vísceras			Observación
El local de lavado cumple con las siguientes normas:	Si	No	
Usan agua potable	X		El agua utilizada es directamente desde el grifo, aproximadamente un tiempo de 5 -7 min por cerdo (20litros/min)
Los intestinos son lavados en estado caliente para conservar la fluidez del cebo.		x	Las vísceras son lavadas inmediatamente después de sacar del animal
Los desagües de las mesas de lavados se encuentran libres de cualquier taponamiento.	X		Las zanjas no tienen fluidez de los residuos, se acumulan y requieren agua para su limpieza un promedio de 0,30 seg (20litros/min)
Se lava constantemente las manos cada que manipula un nuevo órgano.		X	Los lavadores se mantienen continuamente lavando las vísceras
		x	

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Evita que el agua se encharque en los pisos.			El grifo que se usa para lavar es a desnivel, siempre pasa el agua corriendo directamente a la zanja de residuos y al piso, haciendo que exista riesgo de caídas
Las vísceras son colocadas en tinas o tanques inoxidable	X		Si se colocan en recipientes de acero.
Cantidad de residuo generado			
Se genera residuos líquidos en el establecimiento	Si	No	Durante el lavado de las vísceras se genera 109 litros de residuos líquidos por cada animal. La cantidad de residuos líquidos generados en todo el establecimiento es de 258.5 L/animal. Respecto a los desechos sólidos en el corral se genera 9.1 kg /animal (cerdas 1.1 kg/animal, grasa 2 kg/animal, estiércol de vísceras 4 kg /animal y proteína de vísceras 2 kg /animal)
	X		
Se genera residuos sólidos en el establecimiento	Si	No	
	X		
Inspección post-mortem			Observación
La inspección post-mortem tanto de las canales, vísceras y cabeza la realiza un veterinario calificado.	Si	No	El veterinario del camal es profesional titulado, es el encargado de verificar el estado de los órganos
	x		
Disponen de sellos de metal con la palabra aprobado, decomisado e	Si	No	El camal una vez listo para la entrega certifica con un sello de tinta vegetal
	x		

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

industrial para la inspección sanitaria.			
En el caso de decomisos, cuál es procedimiento que se realiza.	Si	No	Los órganos con problemas son depositados directamente en la basura sin una gestión adecuada de los mismos
		x	
Pesado y clasificación			Observación
Para la clasificación se utilizan las categorías; superior, estándar y comercial según la norma INEN N. 775	Si	No	Los cerdos no son pesados previo a la entrega, tampoco se utiliza normas en su accionar
		x	
Refrigeración			Observación
El cuarto de frío posee una temperatura adecuada para su conservación (4° C).	Si	No	No poseen refrigeración, son entregados una vez faenados en los respectivos domicilios.
		x	
Para la refrigeración de las vísceras se aplica temperaturas menores a 0° C.	Si	No	
		x	
Los cuartos fríos poseen rieles y ganchos para colgar las canales.	Si	No	
		x	
Las vísceras son almacenadas en estantes o mesas de inoxidable.	Si	No	
	x		
Disponen de puertas con cierre automático.	Si	No	
		x	
Transporte			Observación

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Cuáles de los siguientes procesos se aplica en el transporte de las canales y vísceras:	Si	No	
El transporte es refrigerado		x	El camión de entrega no posee refrigeración
Los camiones poseen paredes y pisos de material inoxidable	x		Al camión dentro del almacenaje de los cerdos es totalmente de acero.
Existe empozamiento de aguas en el piso de los camiones.	x		El camión no posee canales de conducción para la sangre que vierte
Disponen de rieles manuales o mecánicas para el pase de las canales a los cuartos fríos.		x	No poseen, la movilización y el embarque lo hacen a través de una carretilla de acero el cual se ubica al mismo nivel del furgón
Se utiliza carretillas en contenedores separados y cerrados para el pase de las vísceras a los camiones.		x	Las vísceras son separadas según el cerdo del que se las extrajo en contenedores de acero descubiertos
Documentación			Observación
El camal lleva un registro del origen del porcino, raza, sexo, categoría, número de animales faenados, registro de examen ante y post-mortem	Si	No	El camal no se lleva ningún tipo de registro
		x	
	x		

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 2: Detalle de los procesos desarrollados dentro del camal

Recepción de animales

Los animales que recibe el establecimiento son únicamente de tipo porcino, cuyo promedio diario es de 6 animales. Al momento del ingreso de los animales al camal se verifica el certificado de sanidad de AGROCALIDAD, y no se efectúa ningún peso y registro adicional, el peso aproximado por cerdo es de 90 kg. Y se aceptan porcinos que posean únicamente certificados de AGROCALIDAD.



Inspección ante mortem

El establecimiento recibe al porcino de forma rápida, sin tomar en consideración sus características, ni procedencia, lo cual es importante puesto que permite efectuar una primera evaluación respecto a la calidad de la materia prima, posteriormente el animal es trasladado rápidamente hacia el proceso de sacrificio.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Preparación para el sacrificio

La preparación para el sacrificio del animal, consiste en que el animal debe pasar en los corrales 24 horas sin alimentación, se utiliza una manguera con agua fría para su baño permitiendo disminuir la tensión provocada por el calor, esto lo realizan con la finalidad de mejorar la sangría y conservar la carne del animal.



Aturdimiento

El animal es aturdido con pinzas eléctricas a un voltaje de 320v, para este proceso los cerdos ingresan aproximadamente en grupos de cuatro. Donde el aturdidor es colocado firmemente sobre la cabeza del cerdo. La persona encargada de aplicar el voltaje eléctrico y faenar no utiliza el equipo de protección personal, esta práctica es insegura ya que puede ocasionar accidentes graves.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Degollado y sangrado

El degollado se lo realiza con un pequeño corte en la zona del cuello de forma vertical y con el animal colocado sobre el piso, provocando un desperdicio de sangre y consumo de agua para su limpieza. Posteriormente, los restos residuales convergen hacia el río más cercano a través de canaletas. El tiempo medio de sangrado es de 3 minutos, menos de lo recomendado, razón por la cual el cerdo continúa vertiendo sangre en los procesos siguientes.



Escaldado

La temperatura del agua se encuentra a 58 °C. El tiempo de inmersión del cerdo es de 2 minutos, aproximadamente. El agua es utilizada para todos los cerdos faenados al día, una vez que se deja de utilizar el agua se vierte mediante tuberías a hacia un río cercano al establecimiento. El agua se calienta en una caldera que funciona a base de gas, la cantidad de gas que almacena el tanque es de 300 kg. El escaldado activo se da cuando se abre la válvula del tanque de gas para realizar el escaldado, mientras que el escaldado pasivo se da cuando no se cierra la válvula del tanque de gas por completo, y permanece en llama baja consumiendo gas de manera innecesaria.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Depilado y chamuscado

Una vez escaldado, el porcino es transportado hacia la depilación para la eliminación de las cerdas. El tiempo promedio de depilado por cerdo es de 3 minutos, el peso de las cerdas del porcino es de 1,1 kilogramos /cerdo que son desechados a un botadero de basura convencional. Posteriormente, se chamusca al animal para extraer los pelos en zonas difícilmente accesibles como las axilas o cabezas, el tiempo promedio para chamuscar al animal es tres minutos aproximadamente.



Corte de la canal (cuerpo entero del animal sacrificado)

Como se observa en la fotografía los porcinos son cortados de forma manual por la línea media seccionando la columna vertebral. En este proceso los operarios poseen trajes de protección antifluido, además el personal efectúa el corte de la canal de manera correcta según las instrucciones aprendidas en las capacitaciones que constantemente se dictan en el camal.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Lavado de la canal (cuerpo entero del animal sacrificado)

El lavado de la canal se lo realiza por medio de baldes para excluir cualquier suciedad, restos de pelos o huesos. La zona de las vísceras, el degüello y la región pélvica se lava con mayor énfasis. El contenido de heces fecales del porcino es retirado con cuchillo para evitar que la carne se contamine, el agua residual es vertida mediante tuberías hacia un río cercano del establecimiento.



Evisceración

Para la evisceración se abre el tórax del porcino para extraer las vísceras. El cuchillo es la herramienta principal para efectuar este proceso, esto lo realizan con cautela para evitar derrames dentro del animal. La incisión lo realizan evitando cortar los intestinos y estómago del porcino, las vísceras son depositadas en una bandeja de acero inoxidable para su lavado posterior, aquí también el veterinario efectúa una inspección para revisar el estado de las vísceras y determinar alguna anomalía que indique algún peligro para la seguridad alimentaria de los consumidores.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Lavado de vísceras

Para el lavado de vísceras el agua es obtenida directamente desde el grifo y su lavado se lo efectúa en un tiempo de 5 a 7 minutos por cerdo, aproximadamente (20litros/min). Los desagües son estrechos para la salida de los residuos líquidos. Cada vez que existe algún taponamiento utilizan agua adicional para la limpieza que posteriormente es arrojada mediante tuberías hacia un río cercano al establecimiento. Por otra parte, los órganos son manipulados continuamente con la misma agua. Se identifica también que los residuos líquidos fluyen constantemente hacia el piso. Posteriormente, las vísceras son colocadas en un recipiente de acero inoxidable.



Inspección post mortem

El cerdo es colocado en una mesa de acero, posteriormente el establecimiento aplica un sello de tinte vegetal donde certifica que el producto ha sido faenado dentro del camal. El agua del lavado es vertida a través de tuberías que posteriormente desembocan hacia un río cercano al establecimiento, así mismo, las vísceras son arrojadas a un botadero de basura convencional.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Pesaje y clasificación

El pesaje y la clasificación de la canal son parte de los aspectos que deben ser considerados dentro de un camal. Sin embargo, el establecimiento no realiza ningún tipo de pesaje y clasificación ya que la canal se entrega de manera inmediata a las diferentes cadenas comerciales. Mediante el trabajo de campo se realizó el pesaje de las vísceras dando como resultado 2 kilogramos de grasa y 8 kilogramos de vísceras/cerdo (grasa, proteína, estiércol).



Almacenamiento

Como se muestra en la fotografía una vez listos los cerdos para la entrega son almacenados al aire libre hasta que sean puestos en un camión. Cabe mencionar que el establecimiento no dispone de cuartos de refrigeración. Por lo tanto, el porcino es trasladado inmediatamente hacia un camión cubierto de acero inoxidable para su distribución.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Transporte

El transporte se lo realiza una vez terminada la jornada de faenamiento de todos los cerdos que hayan ingresado el día anterior. Los cerdos son colocados en los rieles del camión con sus respectivas vísceras y después son entregados a domicilio sin recargo alguno. El embarque lo realizan a través de una carretilla de acero ubicada al mismo nivel del furgón.



Documentación

En general el establecimiento no lleva ningún registro del origen del porcino, raza, sexo, categoría, número de animales faenados, registro de examen ante y post mortem. El documento con el que cuenta son los recibos de pago por servicios de faenamiento.



Limpieza

la limpieza se la realiza una vez terminado el proceso de faenamiento. El personal de limpieza empieza lavando los pisos debido a la acumulación de aguas residuales y sangrado del animal, esto lo realizan con detergente, cloro granulado y desinfectante en líquido. Así mismo,

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

las paredes son restregadas con esponjas y se necesita agua adicional para realizar la limpieza completa. El agua utilizada para la limpieza no se reutiliza y se vierte por medios de tuberías que desembocan en un río cercano al establecimiento.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 3: Costo del consumo de agua total y cálculo

Calculadora

Seleccione la categoría:

Metros Cúbicos:

Costo Agua: 32.39

Costo Alcantarillado: 24.29

Costo Básico: 3.00

Valor Aproximado a Pagar: 59.69

Fuente: https://www.epmapasd.gob.ec/?page_id=820

Para el cálculo de los costos del consumo de agua se tomó como referencia la calculadora automática establecida en la página web de la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado, en la cual arroja un dato promedio según la cantidad de metros cúbicos consumidos en el mes, cabe mencionar que se calculó por 20 días laborales ya que el establecimiento no labora los fines de semana, dichos costos incluyen el costo de alcantarillado y costos básicos. Con el valor total de consumo se procedió a determinar los costos por cada proceso, lo cual se consiguió a través de una regla de tres que se detalla a continuación:

Proceso	Costo diario (USD)	Costo mensual (USD)
Desangrado	$0,32 \cdot 2,984 / 1,54 = 0,62$	$6,48 \cdot 59,68 / 30,85 = 12,54$
Escaldado	$0,24 \cdot 2,984 / 1,54 = 0,47$	$4,80 \cdot 59,68 / 30,85 = 9,29$
Depilado y chamuscado	$0,07 \cdot 2,984 / 1,54 = 0,14$	$1,4059,68 / 30,85 = 2,71$
Corte y lavado de la canal	$0,26 \cdot 2,984 / 1,54 = 0,50$	$5,2 \cdot 59,68 / 30,85 = 10,06$
Lavado de vísceras	$0,65 \cdot 2,984 / 1,54 = 1,26$	$12,96 \cdot 59,68 / 30,85 = 25,07$
Total	2,984	59,68

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 4: Cálculo del consumo de GLP

Para el cálculo del consumo de gas se obtuvo de la factura mensual emitida por el establecimiento, en donde consta que la bombona de gas tiene una capacidad de 300 kg de gas y el valor es de 300 USD, para obtener de forma detallada los costos se realizó una regla de tres según los kilogramos consumidos y el costo diario y mensual.

Consumo de GLP	Consumo diario de GLP (Kg)	Costo diario (USD)	Consumo mensual de GLP (Kg)	Costo mensual (USD)
Escaldadora	3	$3 * 1 = 3$	60	$60 * 150 / 150 = 60$
Soplete	3,5	$3,5 * 1 = 3,5$	70	$70 * 150 / 150 = 70$
Mantenimiento de la bombona	1	$1 * 1 = 1$	20	$20 * 150 / 150 = 20$
Total		7,5		150

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 5: Cálculo del consumo de energía eléctrica

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica se obtuvo de la factura mensual emitida por el establecimiento, para obtener de forma detallada los costos se realizó una regla de tres según la energía consumida y el costo total mensual.

Dispositivos o herramientas	Costo diario	Costo mensual
Aturdidor eléctrico	$4,93/20= 0,2463$	$5,28 \text{ KWh} * 90,02\$ / 96,48 \text{ KWh} = 4,93$
Focos	$53,74/20= 2,6872$	$57,6 \text{ KWh} * 90,02\$ / 96,48 \text{ KWh} = 53,74$
Equipos eléctricos varios (computadoras, tv, radio)	$31,35/20= 1,5675$	$33,6 \text{ KWh} * 90,02\$ / 96,48 \text{ KWh} = 31,35$
Total	4,50 \$	90,02 \$

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 6: Cálculo de ingreso de la producción de harina

Para realizar el cálculo de la producción de harina de sangre se tomó como referencia la capacidad de almacenamiento del secador de bandejas, lo cual se relacionó con el costo estimado según los comerciales frigoríficos del país que es de 20 dólares por $0,5 \text{ m}^3$, y posteriormente se multiplicó por los 20 días laborales, lo cual arrojó un valor estimado mensual en dólares de lo que podría generar el camal.

Costo estimado según Comerciales frigoríficos del país $0,5 \text{ m}^3=20\\$	Costo mensual
$0,5*20\$/1\text{m}^3= 10\$$	$10\$*20= 200\$$

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 7: Cálculo del consumo adecuado de GLP en calderas de faenamientos

El cálculo del consumo adecuado de GLP en calderas se tomó como referencia del autor McKinsty (2018), en la cual menciona que el consumo de gas adecuado por hora (kg/h) puede generar un ahorro del 52%. Para lo cual se calculó através de la siguiente formula:

$$C_{(acs)}=(P/PCS)*T$$

En donde: $C_{(ags)}$ = Consumo de GLP de la caldera

P= potencia

PCS= poder calorífico

T= tiempo

$$C_{(ags)}= 8,5 \text{ kW} \div 13,97 \text{ kWh/kg} = 2,04 \text{ kg/h}$$

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 8: Cálculo de ahorro de agua en el proceso de depilado

Para el cálculo de ahorro de agua en el proceso de depilado, Hayes (2018) utilizó los datos de ahorro de investigaciones realizadas por el Centro Nacional de Producción Más Limpia, cuyos porcentajes promedio fueron de 17% en la frecuencia de cambio del agua y 28% en la eficacia de extracción de cerdas, dando como total 45% de ahorro. Posteriormente, se tomó como referencia el consumo el porcentaje de ahorro y se efectuó una regla de tres, dando como resultado el consumo de agua utilizando una depiladora combi.

<http://www.cnpml.org/cnpml/#servicios>.

Proceso	Consumo de agua	Proceso	Ahorro de agua (-45%)	Beneficios
Depilado manual con cuchillos	6,2 m ³	Depiladora de cerdos combi	$6,2 * 45\% / 100 = 2,79$ m ³	Evita el cambio frecuente de agua
				Extracción de cerdas
Total			2,79 m³	

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 9: Cálculo de ahorro de GLP

Según Bradley (2017) la implementación de un soplete con encendido automático puede generar un ahorro de un 30%, se realizó una regla de tres para calcular el ahorro, dando como resultado 6 kg GLP.

Proceso	Equipo a implementar	Porcentaje de ahorro con la implementación del equipo (%)	Consumo de GLP en el proceso (Kg)	Ahorro de GLP (Kg)
Escaldado, depilado y chamuscado	Soplete con encendido automático	45	20	6

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 10: Cálculo de ahorro de consumo de agua en corte de la canal

Según (Baker, 2016). La utilización de mangueras a presión puede ahorrar un 50% de consumo de agua, en este sentido, en la tabla se detalla el valor de la velocidad, diámetro de la tubería el rango de flujo de líquido adecuado para ahorrar agua en el establecimiento. El rango de flujo se obtuvo multiplicando $(3600) (\pi) (0,27) / (2)^2$. Siendo el rango de flujo del líquido de $0,037 \text{ m}^3$ que según Baker es un valor aceptable para el consumo y uso racional del agua.

Velocidad del agua		0,27	m/s
Diámetro de la tubería		1,3	cm
$Q = 3600 \pi v (d/2)^2$			
$Q = \text{Rango del flujo del líquido} = 0,037 \text{ m}^3$			

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 11: Cálculo de consumo de agua para el lavado de vísceras presiones recomendadas según la aplicación de la hidrolavadora

En la tabla se muestra las presiones recomendadas que deben tener las hidrolavadoras, siendo las más recomendables para superficies extensas las hidrolavadoras con presión de 3000 PSI, que según Bobenrieth & Beltrán (2015) permitirá un ahorro aproximado del 80% del consumo de agua.

Aplicación	3300 PSI y superior	2900-3200 PSI	500-3000 PSI		2000-2800 PSI	1500-1900 PSI
			Gasolina	Eléctrica		
Vehículos	X	+	++	++	+	+
Mobiliario de jardín	+	+	++	++	+	++
Veredas	++	++	++	++	++	++
Escaleras	++	++	++	++	++	++
Vallas y cercos	++	++	++	+	++	+
Terrazas / jardines	++	++	++	+	++	+
Pisos de garajes	++	++	++	+	++	+
Caminos de acceso a viviendas	++	++	++	+	++	+
Revestimientos	++	++	++	+	+	+
eliminación de manchas	++	++	++	+	+	+
Eliminación de restos de pintura	++	+	+	X	X	X
Superficies en pisos superiores	X	X	++	++	X	X
Enjabonado potente	X	X	++	++	X	X

X = ~~no~~ se recomienda
 + = buena elección
 ++ = óptima elección

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 12: Cálculo de residuos líquidos generados con la aplicación de estrategias de producción más limpia

Se realizó una regla de tres utilizando el volumen mensual de residuos líquidos de cada proceso crítico sin producción más limpia y el porcentaje de ahorro mediante la aplicación de la estrategia de producción más limpia, este valor se dividió para los días laborables (20 días) obteniendo un resultado de 0,44 m³ de residuos líquidos al día.

RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS CON LA APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA				
Proceso crítico	Residuos líquidos producidos sin PML (m3) /mes	Porcentaje de ahorro con PML (%)	Residuos líquidos con PML (m3) /mes	Residuos líquidos con PML (m3) / día
Degollado y sangrado	6,50	100	0	0
Escaldado, depilado y chamuscado	6,20	45	3,41	0,1705
Corte de la canal	5,28	50	2,64	0,132
Lavado de vísceras	13,20	80	2,64	0,132
TOTAL			8,69	0,435

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 13: Cálculo de la implementación de pilas de compostaje

En las siguientes tablas se indican los residuos sólidos generados en el establecimiento y residuos adicionales como los lignocelulósicos, de los cuales se obtuvo el contenido de carbono y nitrógeno para calcular la relación Carbono - Nitrógeno misma que deberá ser igual o mayor al 25%, con las cantidades descritas en la tabla se obtiene una relación C:N del 25,48 obteniendo así una mezcla adecuada para el compostaje, con estos datos se podrían preparar 477,6 de mezcla para compostar /día.

RESIDUO SÓLIDO	Cantidad generada en un día (Kg)	Carbono (Kg)	Nitrógeno(Kg)
Cerdas	6,6	2,97	0,99
Proteína vísceras	20	8,648	3,8
Grasa vísceras	10	7,5	0
Residuos lignocelulósicos	423	165,393	2,538
Estiércol contenido en vísceras	18	7,38	0,2016
TOTAL		191,891	7,5296

RELACION C:N DE LA MEZCLA:	25,48488632
-----------------------------------	-------------

Cálculo de las dimensiones y volumen de las pilas de compost	
Base pila (m)	1,5
Altura pila (m)	1,5
Largo pila (m)	16,7
Volumen de la pila (m ³)	18,7875

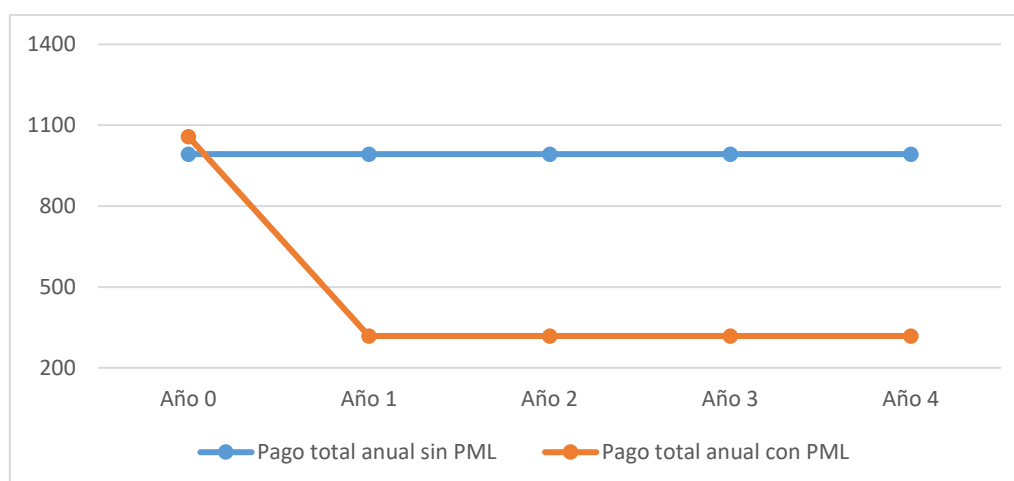
El cálculo de las dimensiones y volumen de las pilas de compost se obtuvo mediante la fórmula $= (b \cdot h / 2) \cdot L$, dando como resultado que en cada pila se tratará 18,78 m³ de residuos. El sistema estará compuesto por seis pilas y funcionará en relación a la cantidad de residuos producidos en el faenamiento, ocupará una superficie de 2313 m², por lo que será implementado en la parte externa del camal.

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 14: Cálculo de ahorro implementando luces led eficientes

La implementación de las luces led de 100w por los focos tradicionales que posee el camal además de ser una estrategia con resultados a corto plazo, según (Serrano, Martínez, Muñoz, & Sáenz, 2015) genera un ahorro del 50%, las luces led por su naturaleza son más eficientes en luminosidad y consumo energético, además que son libres de mercurio, ocupan menos espacio que las tradicionales y son de fácil instalación, poseen larga vida útil > 10 años de encendido y la depreciación lumínica empieza a partir de las 30000 horas de encendido en comparación con las 5000 de las luces tradicionales.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Sub total
Pago total anual sin PML	992,88	992,88	992,88	992,88	992,88	4964,4
Pago total anual con PML	1058	318	318	318	318	2330
Ahorro 5 años						2634,4



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 15: Cálculo de la implementación de energía solar fotovoltaica

Para calcular la capacidad que se requiere para instalar la energía fotovoltaica se aplicó la siguiente fórmula:

$$P_{pv} = \frac{\text{Necesidades}}{\text{Producción de energía fotovoltaica específica}}$$

$$P_{pv} = \frac{812,16}{1197,6}$$

$$P_{pv} = 0,68 \text{ kWp}$$

En dónde;

P_{pv} = Producción fotovoltaica

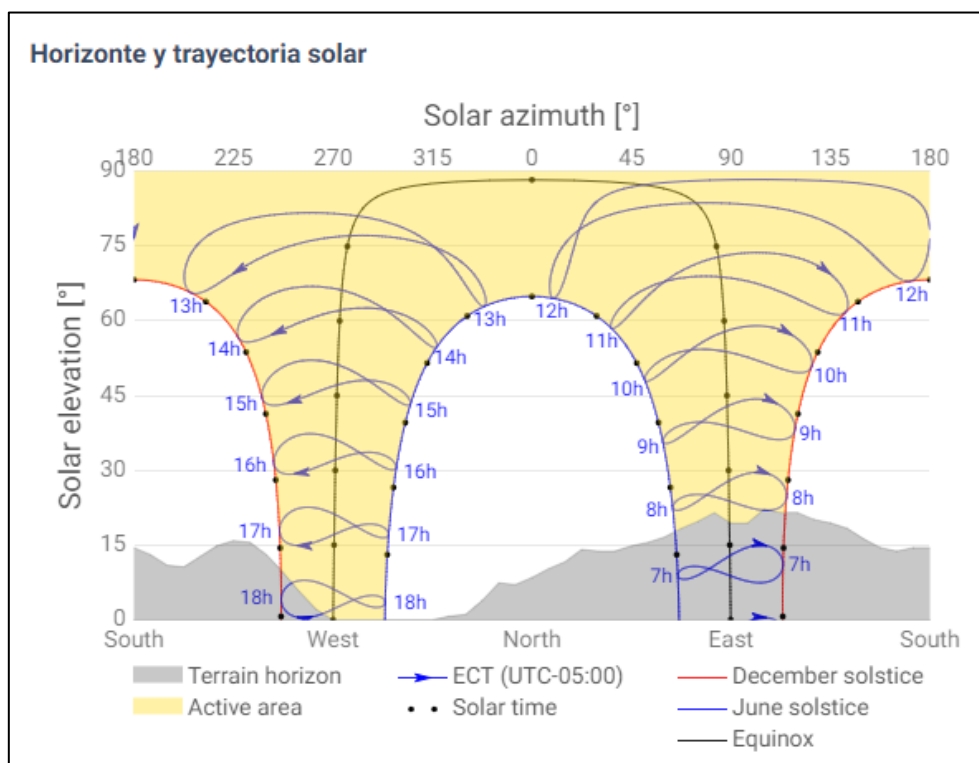
kWh= Kilovatio hora específico

En la tabla se observa los valores de la radiación solar de la zona en donde se va a implementar los paneles solares, cuyos datos son calculados de manera automática por la aplicación “Global Solar Atlas”

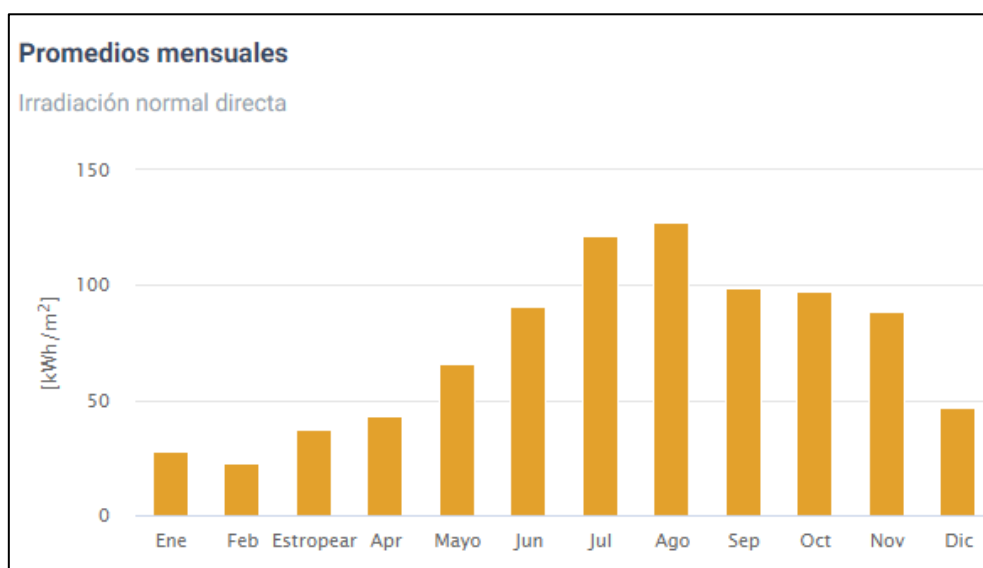
Map data			
Producción de energía fotovoltaica específica	Especifico de PVOU	1197,6	kWh/kWh
Irradiación normal directa	DNI	841,6	kWh/m ²
Irradiación horizontal global	GHI	1462,4	kWh/m ²
Irradiación horizontal difusa	DIF	849,6	kWh/m ²
Irradiación global inclinada en ángulo óptimo	GTI_opta	1471,8	kWh/m ²
Temperatura del aire	TEMP	19,2	°C
Inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos	OPTA	6	°
Elevación del terreno	ELE	1924	m

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

En la siguiente figura se observa las trayectorias del sol, las zonas de color gris indican las montañas en la parte del éste, a partir de las 8 de la mañana los rayos del sol salen con mayor intensidad lo cual permite que los paneles solares sean aprovechados al máximo.



En el siguiente gráfico se indica la irradiación normal directa (DNI), en la cual a partir de los meses de mayo hasta diciembre se podrá aprovechar con mayor intensidad los paneles solares, sin embargo, al final lo importante es el global de todo el año, es decir que, cuando termine el año se va a generar lo mismo que se ha consumido.



ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 16: Cálculo de ahorro implementando estrategias de PML

En la tabla se indica las estimaciones realizadas para el cálculo de ahorro implementando estrategias de producción más limpia para ello se tomó en consideración el costo diario y mensual del consumo de agua y GLP y se realizó una regla de 3 y se obtuvo el ahorro mensual, posteriormente se restó el costo mensual con el valor de ahorro implementando PML, por lo cual se obtuvo el ahorro económico mensual, posteriormente se multiplicó por 12 meses para obtener el ahorro anual.

Consumo	Costo diario sin PML (USD)	Costo mensual sin PML (USD)	Porcentaje de ahorro implementando Estrategias de PML (%)	Ahorro económico según el porcentaje	Ahorro económico mensual implementando PML (USD)	Ahorro anual con PML (USD)
Consumo de agua	2,98	$2,98 * 20 = 59,68$	72	$59,68 * 72 / 100 = 42,97$	$59,68 - 42,97 = 16,71$	$16,71 * 12 = 200,52$
Consumo de GLP	7,5	$7,5 * 20 = 150,00$	49	$150 * 49 / 100 = 73,5$	$150 - 73,5 = 76,50$	$76,50 * 12 = 918,00$
Consumo de energía eléctrica	4,51	$4,51 * 20 = 90,2$	100	$90,2 * 100 / 100 = 90,2$	$90,2 - 90,2 = 0,00$	$0,00 * 12 = 0,00$
Total	14,98	299,88		206,67	93,21	1.118,52

ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CAMAL MUNICIPAL DE LA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR

Anexo 17: Plano arquitectónico del camal en estudio

