



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO  
PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO DE LA  
EMPRESA INCUBANDINA S.A UBICADA EN LASSO – ECUADOR  
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

Realizado por:

**RODNEY ROBALINO ROBAYO**

Director del proyecto:

**PhD. EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO**

Como requisito para la obtención del título de:

**MÁSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN  
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Quito, 19 marzo de 2020



## DECLARACION JURAMENTADA

Yo, RODNEY JACINTO ROBALINO ROBAYO, con cédula de identidad # 172151993-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí 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.



CI: 172151993-0

FIRMA Y CÉDULA

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO  
PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO DE LA  
EMPRESA INCUBANDINA S.A UBICADA EN LASSO – ECUADOR  
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA”**

Realizado por:

**RODNEY JACINTO ROBALINO ROBAYO**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MÁSTER EN ECOEFICIENCIA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN EFICIENCIA  
ENERGÉTICA**

ha sido dirigido por el profesor

**PhD. EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



PhD. Edilberto Antonio Llanes Cedeño

**DIRECTOR**

## LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

**PhD. Javier Martínez**

**MSc. Paolo Salazar**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador

PhD. Javier Martínez



FIRMA

MSc. Paolo Salazar



FIRMA

Quito, 13 marzo de 2020

## **DEDICATORIA**

**A Dios y la Virgen**, por guiarme.

**A mis padres**, que son el pilar fundamental en mi vida, por su esfuerzo y apoyo brindado día a día para poder lograr mis objetivos planteados.

**A mi esposa e hijo**, por su amor incondicional, su apoyo, son mi motivo para seguir esforzándome día a día.

**A mi hermano**, por sus consejos impartidos a lo largo de mi maestría.

**A mi familia**, por creer en mí.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A la Universidad Internacional SEK**

**A Edilberto Llanes**, Director de este proyecto, por su apoyo, sugerencias brindadas en la realización de este proyecto.

**A mis profesores de Pregrado**, por su ayuda y preocupación durante mis estudios de Maestría.

**A Incubandina S.A**, por la oportunidad de desarrollar mi tesis en su planta de faenamiento.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**TABLA DE CONTENIDO**

RESUMEN .....	2
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
<i>ZONA DE ESTUDIO</i> .....	13
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO. ....	13
<i>METODOLOGÍA DE CAMPO</i> .....	18
<i>METODOLOGÍA DESCRITA EN LA ISO 14040</i> .....	18
<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</i> .....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
<i>LÍMITES DEL SISTEMA</i> .....	26
<i>ANÁLISIS DE INVENTARIO</i> .....	30
MANEJO DE AGUA.....	33
MANEJO DE ENERGÍA.....	34
GENERACIÓN DE VAPOR.....	40
EMISIONES AL AIRE .....	42
RESIDUALES LÍQUIDOS.....	42
RESIDUALES SÓLIDOS.....	43

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

<i>ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA</i> .....	43
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS AL CONSUMO DE ENERGÍA DEL PROCESO .....	44
CONCLUSIONES .....	48
AGRADECIMIENTO .....	49
REFERENCIAS.....	50

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA-FOTOGRAFÍAS .....	17
<i>FIGURA 2: ETAPAS DEL ACV (Adaptada de ISO 14040)</i> .....	19
<i>FIGURA 3: ELEMENTOS DE LA FASE EICV (Adaptada de ISO 14040)</i> .....	21
<i>FIGURA 4: LÍMITES DEL SISTEMA-DIAGRAMA ECO FLUJO PLANTA</i> .....	29
<i>FIGURA 5: DIAGRAMA ECO FLUJO CALDERA Y COOKER</i> .....	29
<i>FIGURA 6: DIAGRAMA ECO FLUJO PTAR</i> .....	30
<i>FIGURA 7: ENERGÍA ELÉCTRICA EN kW- PROCESO PRODUCTIVO</i> .....	37
<i>FIGURA 8: ENERGÍA ELÉCTRICA EN %-PROCESO PRODUCTIVO</i> .....	38
FIGURA 9: DIAGRAMA DE PARETO-80/20 .....	39
<i>FIGURA 10: GRÁFICO CONSUMO DE DIESEL MENSUAL</i> .....	40
FIGURA 11: ENERGÉTICOS EN BEP .....	41

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

FIGURA 12: Potenciales de Impacto Ambiental en el Proceso Productivo de la Planta ..... 46

FIGURA 13: Perfil valorado del Estado Actual en el Ciclo de Vida del proceso productivo de la Planta de Faenamiento ..... 47

**ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 1: ..... 23

TABLA 2: ..... 24

TABLA 3: ..... 25

TABLA 4: ..... 25

TABLA 5: ..... 25

TABLA 6: ..... 26

TABLA 7: ..... 31

TABLA 8: ..... 35

TABLA 9: ..... 39

TABLA 10: ..... 42

TABLA 11: ..... 44

TABLA 12: ..... 45

TABLA 13: ..... 45

TABLA 14: ..... 48

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO  
PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO  
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

Para someter a:

To be submitted:

**Evaluación del Consumo Energético en el Proceso Productivo de la Planta de Faenamamiento Cripollo de la empresa Incubandina S.A ubicada en Lasso-Ecuador mediante el Análisis de Ciclo de Vida**

**Evaluation of the Energy Consumption in the Cripollo Slaughterhouse of Incubandina S.A in Lasso-Ecuador, through the Life Cycle Analysis**

**Rodney Robalino**<sup>1</sup> rjrobalino@hotmail.com

**Edilberto Antonio Llanes Cedeño**<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

\*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: PhD. Edilberto Llanes, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

Teléfono: 0999759939 email: edilberto.llanes@uisek.edu.ec

Título corto o Running Tittle: **Evaluación del Consumo Energético en Incubandina S.A.**

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**RESUMEN**

La presente investigación pretende realizar un análisis de ciclo de vida del Proceso Productivo de la Planta de Faenamiento Cripollo de la Empresa Incubandina S.A, a partir del mes de mayo de 2018 hasta septiembre de 2019 recopilándose información tomadas en campo así como por información enviada. El crecimiento poblacional en el Ecuador en los últimos años ha aumentado exponencialmente llevando consigo que sus necesidades sean cubiertas por parte de las industrias alimenticias; una de ellas, Incubandina S.A que se ha posicionada en el mercado avícola como una empresa líder en el faenamiento de pollos, día a día busca mejorar su proceso productivo. La metodología a usarse es de tipo explicativa, se indagará sobre el análisis del ciclo de vida y su aplicación, mientras que para la determinación de la energía contenida, la norma ISO 14040 nos dará los principios normativos. Los resultados obtenidos luego de emplearse la metodología muestran que el área donde se encuentran las máquinas de hielo es el que mayor porcentaje de energía produce corroborando dicho resultado en el Diagrama de Pareto realizado, sin embargo el energético que mayor impacto ambiental produce es el diesel siendo necesario buscar otras alternativas de combustible.

**Palabras clave:** Análisis de ciclo de vida; desempeño energético, impactos ambientales, faenamiento.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**ABSTRACT**

The present investigation intends to make a life cycle analysis of the Productive Process of the slaughtering plant Cripollo of the company Incubandina S.A, from May 2019 until September 2019, collecting information taken in the field as well as information sent by the company. Population growth in Ecuador in recent years has increased exponentially, leading to their needs being covered by the food industries; One of them, Incubandina S.A, which has positioned itself in the poultry market as a leading company in chicken slaughter, day by day seeks to improve its production process. The methodology to be used is explanatory, it will investigate the analysis of the life cycle and its application, while for the determination of the energy contained, the ISO 14040 will give us the normative principles. The results obtained after using the methodology show that the area where the ice machines are located is the one that produces the highest percentage of energy corroborating said result in the Pareto Diagram, however, the energy that produces the greatest environmental impact is the diesel is being necessary to find other fuel alternatives.

**Keywords:** Life cycle analysis, Energy performance, Environmental impacts, Slaughter

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

## **INTRODUCCIÓN**

La preocupación mundial por la degradación del ambiente, en la actualidad es un compromiso de todos, las comunidades, ONG y la opinión pública han ejercido gran presión a los gobiernos por los efectos de las actividades económicas sobre el entorno natural y sobre la sostenibilidad del desarrollo global (Sánchez, Cardona, & Sánchez, 2007) implementando cada vez una legislación más exigente que regule las industrias sobre sus impactos ambientales y energéticos.

Una herramienta de gestión que ante la importancia de la protección ambiental y los posibles impactos asociados a los productos ayuda a tomar decisiones así como sobre el desempeño ambiental de una tecnología es el análisis de ciclo de vida (ACV) que según Colombie, Ramírez, Carmona, & Romero, (2014) lo define como un método analítico empleado para la evaluación del uso, transformación, consumo y destino de los recursos. Para realizar un ACV, la norma ISO 14040 detalla los requisitos para realizar un estudio desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, utilización, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final (es decir, de la cuna a la tumba) (ISO 14040, 2007).

Se enfoca al rediseño de productos bajo el criterio de que los recursos energéticos y materias primas no son ilimitados y que, normalmente, se utilizan más rápido de cómo se reemplazan o como surgen nuevas alternativas (Fórum Ambiental, 2003), varias compañías han utilizado el ACV para mejorar el desempeño ambiental de sus actividades productivas

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

analizando los productos y procesos (Bretz & Frankhouser, 1996); también diferentes gobiernos han utilizado esta metodología para definir políticas ambientales enfocándose a evaluar un limitado número de vertidos y una o dos etapas de la vida útil de los mismos (DEFRA, 2000).

El análisis de ciclo de vida dentro de su marco metodológico comprende cuatro fases: definición de objetivos y alcance, análisis de inventario, evaluación de impactos e identificación de mejoras (análisis de mejoras) (Sánchez et al., 2007); el alcance incluye los límites del sistema y el nivel del detalle, el inventario implica la recopilación de los datos necesarios, datos de entrada/salida en relación con el sistema bajo estudio, la evaluación ayuda a que los resultados obtenidos del inventario de ACV se comprenda mejor su importancia ambiental y la fase de análisis de mejora es donde se discuten los resultados como base para las conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones (ISO 14040, 2007).

La metodología de ciclo de vida empezó a utilizarse en Estados Unidos en los años sesenta, su evolución histórica se lo divide en dos períodos: desde los años sesenta hasta los ochenta y desde los años noventa hasta la actualidad. Los primeros estudios se centraban en los requerimientos energéticos y los efectos ambientales asociados al uso de la energía, a medida que la población aumentaba exponencialmente, los problemas ambientales también evolucionaban constantemente ocasionando graves daños al ambiente y a la población,

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

haciendo que tanto los industriales como la administración pusieran énfasis en el ACV (Leiva, 2016).

La producción de electricidad es considerada como un aspecto clave en el desarrollo sustentable de un país, para poder realizar el cambio de la matriz productiva en un país se debe contar con un respaldo basado en ACV ayudando a cuantificar el beneficio ambiental asociado, por esto el Análisis de Ciclo de Vida es una herramienta muy utilizada en la evaluación de sistemas energéticos a nivel de tecnología, país o región (Ramirez, Boero, Melendres, Izurieta, & Duque, 2013).

Una sociedad avanzada, debe ser también una sociedad sostenible con su medio, por esta razón nace la idea de eficiencia energética y con ella la idea de gestionar la energía; el desarrollar actividades que fomenten una nueva tendencia al consumo energético involucra disminuir la producción de gases de efecto invernadero y el calentamiento global ya que un menor consumo energético supone un ahorro importante Rodríguez, (2014); es así que entre las medidas empleadas para reducir el consumo de energía podemos: mejorar la infraestructura, reducir las pérdidas ocasionadas en el transporte y distribución y aumentar la capacidad disponible.

Según Rodríguez (2014, p.2): “La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

la vida de los recursos y con menos conflicto” convirtiéndose en una clave competitiva para la empresa.

Los estudios basados en “Evaluación de Ciclo de Vida” como herramienta de eco eficiencia posibilitan un análisis integral de la situación y una consiguiente propuesta de mejoras prácticas de manejo sus productos, procesos y actividades desde la cuna hasta la tumba y la determinación de los principales indicadores de impacto, por ende, este tipo de estudio se está abriendo paso día a día por su carácter integrador y las amplias posibilidades que brinda para manejar recursos y se vislumbra como el elemento por excelencia de la gestión ambiental y energética del siglo XXI (Llanes, E; Sarría, B; López, 2006).

En Latinoamérica, los problemas ambientales urbanos, industriales y energéticos han hecho que el análisis de Ciclo de Vida sea utilizado en diferentes disciplinas, por ejemplo en el análisis de sistemas productivos como las Plantas de Tratamiento de Agua Potable o Residuales convirtiéndose en una buena herramienta que ayuda a la estimación y/o valoración de los impactos que puedan generar en la fase de planeación y construcción de la PTAR así como su sostenibilidad (Miranda et al., 2016).

En Cuba, la metodología de Análisis de Ciclo de Vida se utilizó para valorar el proceso de producción de arroz en el CAI Arrocero “Fernando Echenique”, mediante un primer diagnóstico de la situación energética del complejo se detectó los principales consumos energéticos, un flujo de proceso no mejorado, las diferentes entradas energéticas, materias primas y desechos producidos en cada etapa; posibilita aplicar medidas para

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

reducir las cargas ambientales y mejorar sus procesos. En la empresa los gastos energéticos representan un 3% del total de ingresos, en el área de producción de arroz, la actividad industrial (proceso de molinado, secado, cáscara precocida, clasificación de semilla) son los procesos que más consumen energía; con la realización del inventario de electricidad, combustible y materia prima y una cuantificación del mismo permitiendo obtener que portador energético es el que mayor emisiones produce: potencial de efecto invernadero, potencial de acidificación y potencial de formación de partículas en suspensión. Con la propuesta de mejora de utilización de cáscara como sustitución de mezcla de combustible en la planta de precocido, las emisiones generadas anteriormente disminuyeron considerablemente; la aplicación del ACV ayudó a localizar qué proceso es el que mayor influencia tiene dentro de la empresa (Llanes, 2007).

En el Ecuador, proyectos de ACV podemos encontrarlos en generación de energía eléctrica en dos centrales hidroeléctricas identificando y cuantificando los recursos materiales y energéticos más relevantes desde su etapa de construcción, operación y disposición final evaluando su desempeño energético así como su comportamiento ambiental, se plantearon también mejoras ambientales y energéticas (Lazo & Urbina, 2015).

El Desarrollo de una evaluación de ciclo de vida de la electricidad es otro de los proyectos que se está ejecutando en la actualidad en el país por parte de la ESPOL y el INER, el objetivo del estudio es cuantificar el desempeño ambiental del sistema eléctrico

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

del Ecuador desde una perspectiva de ciclo de vida, se tomaron como base información de los últimos 5 años y posteriormente comprenderá una estimación de los impactos ambientales de la producción marginal de electricidad; mediante un análisis multivariado se identificaron los principales procesos de generación, la recolección de datos fueron las sugeridas en las normas ISO14040 e ISO14044, entre los resultados que se tiene hasta el momento en la investigación es que la electricidad proviene de una fuente de generación que produce menos impactos a comparación de otras, debido a que el país está en un cambio de su matriz energética (Ramirez et al., 2013) conllevando un beneficio ambiental asociado.

En los últimos años, el país ha pasado por un período continuo de crecimiento económico fundamentando su economía en la producción y comercialización de productos agrícolas y petróleo; sin embargo en búsqueda de la continua diversificación, éste crecimiento ha llegado también al mercado de la avicultura, como menciona Zambrano, (2012, p.4):

“La producción avícola del país cuenta con infraestructura técnica necesaria para satisfacer toda la demanda interna en cuanto a huevos de mesa y pollo, lo que permite a la población acceder a esta fuente de proteína de origen animal de menor costo con relación a otras carnes. En 1990, la producción era de 45 millones de pollos de engorde, ya para el 2010 llegó a 215 millones. Al año, el consumo per cápita de carne de pollo en el Ecuador,

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

suma 30 kilogramos, mientras que el de huevos representa 140 unidades, según datos de CONAVE”.

El sector avícola en el Ecuador para la economía nacional se ha convertido en un sector muy importante cada vez más competitivo e incluyente; la demanda de producción actual exige a las empresas implementar políticas y estrategias que estén enfocadas en el bienestar social, político y económico permitiendo satisfacer las exigencias de los mercados nacionales y permitiendo a la población acceder a esta fuente de proteína de origen animal de menor costo con relación a otras carnes (Chanaluiza, 2017).

La industria avícola representa un gran aportador dentro de la producción agropecuaria ya que según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en la Encuesta de Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del 2016, el número de aves criadas en planteles avícolas es de 75,69% a comparación de 24,31% de aves criadas en campo (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2016).

*“En nuestro país la producción de pollo se ha desarrollado y difundido en gran nivel cubriendo todos los climas y regiones, debido a su alta adaptabilidad, rentabilidad, aceptación en el mercado, y disposición para encontrar pollitos de buena raza con excelentes conversiones”* (Chiriboga, 2015, pp. 4).

Una empresa avícola líder es la empresa INCUBANDINA S.A que se encuentra ubicada en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua, posee varias plantas dentro de su

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

línea de producción; sus principales mercados son Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Pastaza a donde van el 70% de sus productos mientras que el 30% restante va a Pichincha, Guayas y Manabí. La planta de Faenamiento Cripollo, ubicada en la panamericana Norte km 20, Parroquia Tanicuchi, Sector Lasso, cantón Latacunga, realiza el procesamiento de pollos para su comercialización; los pollos son transportados desde las granjas de Incubandina S.A ubicadas en Montalvo hasta Lasso mientras que para su comercialización son transportados en cadena de frío, entre los equipos utilizados en su proceso están: tanque donde se produce el shock eléctrico, máquinas desplumadoras, prechillers, tanques de enfriamiento, equipos de marinado; todos estos equipos consumen gran cantidad de energía, al mismo tiempo que se generan desechos, dos calderas de cocción para la producción de harina aviar.

En la actualidad se desconoce el comportamiento energético a través del ciclo de vida de una planta faenadora y la influencia del mismo sobre el medio ambiente, lo que hace necesario el empleo de herramientas de gestión ambiental con el objetivo de conocer el estado actual energético-ambiental en los procesos de producción de faenamiento de pollos.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

*OBJETIVOS*

Entre los objetivos planteados en la investigación están:

GENERAL

- Evaluar el impacto que produce el consumo energético en el Proceso Productivo de la Planta de Faenamiento Cripollo aplicando el análisis de Ciclo de Vida normado en la ISO 14040 para la propuesta de medidas de ahorro energético.

ESPECÍFICOS

- Generar un Inventario de Ciclo de Vida (ICV) de la planta mediante la cuantificación de las entradas y salidas de energía y emisiones desde los sistemas proporcionando información óptima de manejo de residuos.
- Calcular los impactos ambientales y energéticos asociadas al proceso planteando acciones de mejora en la Planta de Faenamiento Cripollo.
- Evaluar el desempeño energético de la planta, mediante el diagrama de Pareto permitiendo hallar el proceso que mayor impacto energético tiene la planta.

*HIPÓTESIS*

La aplicación de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida a los diferentes procesos y equipos que se utilizan en la planta de faenamiento se podrá determinar las etapas que mayor impacto ambiental y energético tienen favoreciéndose el proceso de toma de decisiones y permitirá obtener beneficios económicos.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### *ZONA DE ESTUDIO*

En la provincia de Tungurahua, al sur de la Región Centro de la Sierra Ecuatoriana, en el cantón Ambato se encuentra la empresa “Incubandina S.A” donde lleva su administración empresarial constituida legalmente en 1992; posee varias plantas dentro de su línea de producción; sus principales mercados son Chimborazo, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar y Pastaza a donde van el 70% de sus productos mientras que el 30% restante va a Pichincha, Guayas y Manabí.

La planta de Faenamamiento Cripollo, donde se lleva a cabo el estudio de evaluación del consumo energético está ubicado en la panamericana Norte km 20, Parroquia Tanicuchi, Sector Lasso, cantón Latacunga, realiza el procesamiento de pollos para su comercialización; los pollos son transportados desde las granjas de Incubandina S.A ubicadas en Montalvo hasta Lasso mientras que para su comercialización son transportados en cadena de frío.

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO.**

**Recepción.** La recepción o llegada del pollo desde las granjas de crianza que se encuentran en Ambato y Montalvo hasta la Planta de Faenamamiento Lasso.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**Pesado.** Se pesa las jaulas que llegan de las granjas para comprobar su peso y tamaño clasificándolos en pollo liviano y pollo pesado.

**Colgado.** Luego de este período de espera, los pollos son llevados en los galpones a la línea de matanza automática, donde se cuelgan en las pinzas de la línea de sacrificio por las patas. Se debe realizar el colgado de la forma más adecuada para evitar el aleteo y entrada en estrés del pollo.

**Aturdido.** El proceso de matanza empieza con el aturdimiento del ave, mediante la aplicación de un shock eléctrico (25-30 V/ 400Hz) sumergiéndole en una solución de agua con cloruro de sodio, el shock bloquea el sistema nervioso disminuyendo su ritmo cardíaco.

**Desangrado.** El ave pierde la mayor cantidad de sangre hasta cuando expira, el proceso dura entre 1 a 3 minutos.

**Escaldado.** Se realiza con el objetivo de dilatar los folículos de la piel y permitir en el siguiente proceso la extracción de las plumas, la Temperatura del agua a la cual se sumerge al pollo está entre los 54-56°C.

**Desplumado.** Posteriormente a la línea de escaldado, los pollos pasan a la sección de desplumado donde dos peladoras de tambor de 66 discos ubicados en 3 filas con 22 discos cada una las mismas que llevan acoplados dedos de goma cubren toda la superficie de la carcasa retirando todas las plumas del canal por contacto.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**Revisión.** Una vez pasado por el proceso de desplumado automático, los pollos son revisados manualmente para evitar que en los mismos pasen con plumas al siguiente proceso.

**Pelado de patas.** Las patas son cortadas manualmente.

**Eviscerado.** Consiste en la extracción de las vísceras o menudencias de la cavidad gastrointestinal del ave. Consta de tres pasos:

- Abrir la cavidad intestinal a partir del rajado en la cloaca.
- Extraer las vísceras

**Lavado y Revisión.** Consiste en lavar la cavidad vacía así como también las vísceras (intestino, corazón, molleja) y demás menudencias (cabeza, pescuezo) para proceder a una revisión manual.

**Pre Enfriamiento.** Una vez que el pollo ha sido faenado, pasa el prechiller o tanque de inmersión, es un recipiente que posee un eje central cuyas aspas giran paulatinamente 360°, su función principal es realizar el lavado completo eliminando restos de sangre, plumas, desechos del eviscerado, así como microorganismos.

**Enfriamiento.** El agua del proceso de enfriamiento debe mantenerse cerca de los 0°C mediante la adición constante de hielo.

**Revisión.** Se revisa una última vez antes del proceso de empaclado.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO  
PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO  
MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**Empaque y Almacenamiento.**

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---



**FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA-FOTOGRAFÍAS**

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

*METODOLOGÍA DE CAMPO*

*Recolección de información*

La recolección de información se realizará en las diferentes visitas programadas a la planta de Faenamiento de Pollos previa autorización de la empresa así como por información enviada.

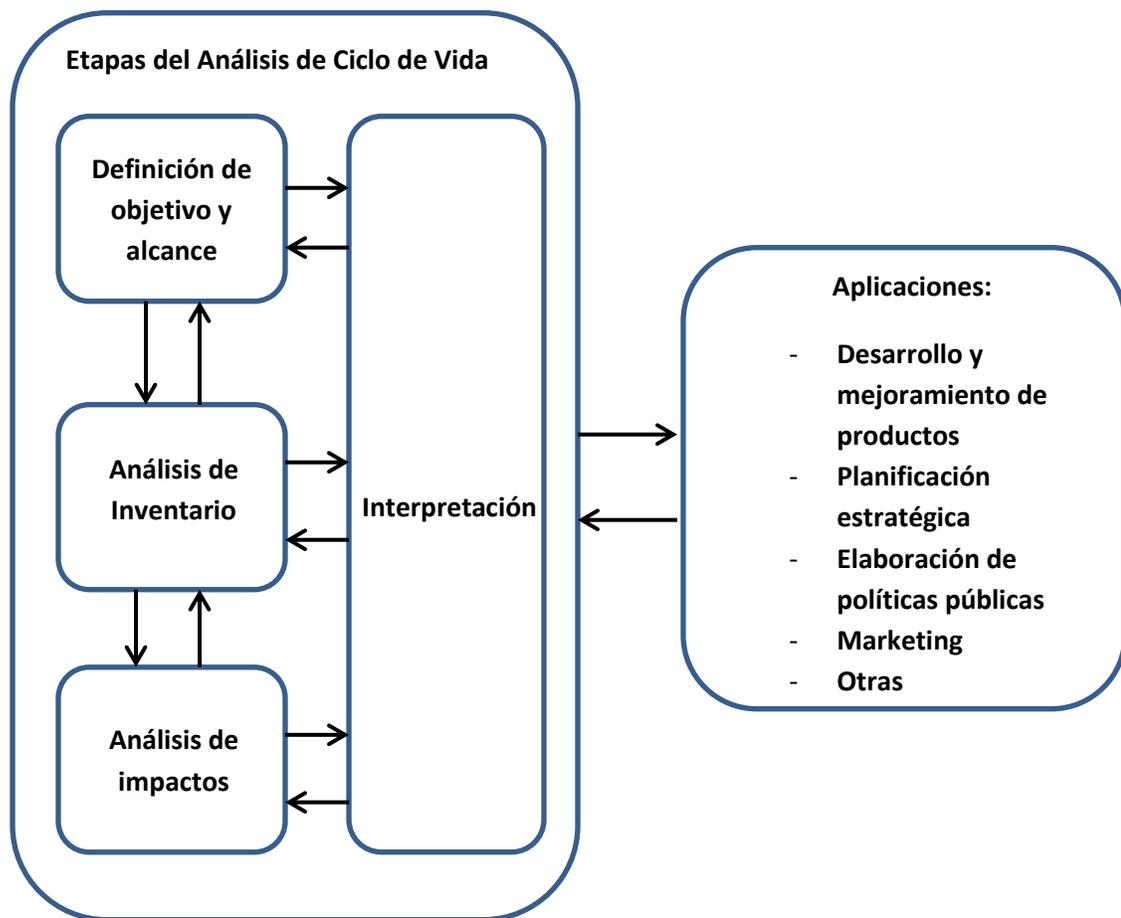
Inició en el mes de mayo de 2018 hasta el mes de septiembre de 2019 con un total de 5 salidas.

*METODOLOGÍA DESCRITA EN LA ISO 14040*

La metodología de ACV descrita en la norma ISO14040, tiene un conjunto de etapas consecutivas descritas: definición del objetivo y alcance del ACV, inventario de ciclo de vida, evaluación de impactos de ciclo de vida e interpretación de resultados (estos permiten determinar los puntos críticos del sistema y proponer mejoras en términos ambientales y energéticos).

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---



**FIGURA 2:** ETAPAS DEL ACV (Adaptada de ISO 14040)

La ISO 14040, 2007 nos detalla las etapas del ACV:

- **Definición del objetivo y alcance del ACV:** Define el objetivo y el uso previsto del estudio, así como el alcance de acuerdo con los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del ciclo de vida, la calidad exigida a los datos y los parámetros de evacuación.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

- **Inventario de Ciclo de Vida (ICV):** Es la etapa del ACV en la que se recogen los datos correspondientes a las entradas y salidas para todos los procesos del sistema o producto.
- **Evaluación del Impacto de Ciclo de Vida (EICV):** Es la etapa del ACV en la que el inventario de entradas y salidas es traducido a categorías de impactos ambientales potenciales.
- **Interpretación:** Es la etapa del ACV en la que los resultados del ICV y la EICV son interpretados de acuerdo al objetivo y alcance marcados inicialmente.

La metodología a aplicarse para la realización del inventario de ciclo de vida será a través de una recopilación y cuantificación de las entradas y salidas del sistema durante su ciclo de vida, para lo cual se debe determinar los flujos de materiales, energía y emisiones de todos los sistemas que conforman el producto y en todas las etapas de su ciclo de vida.

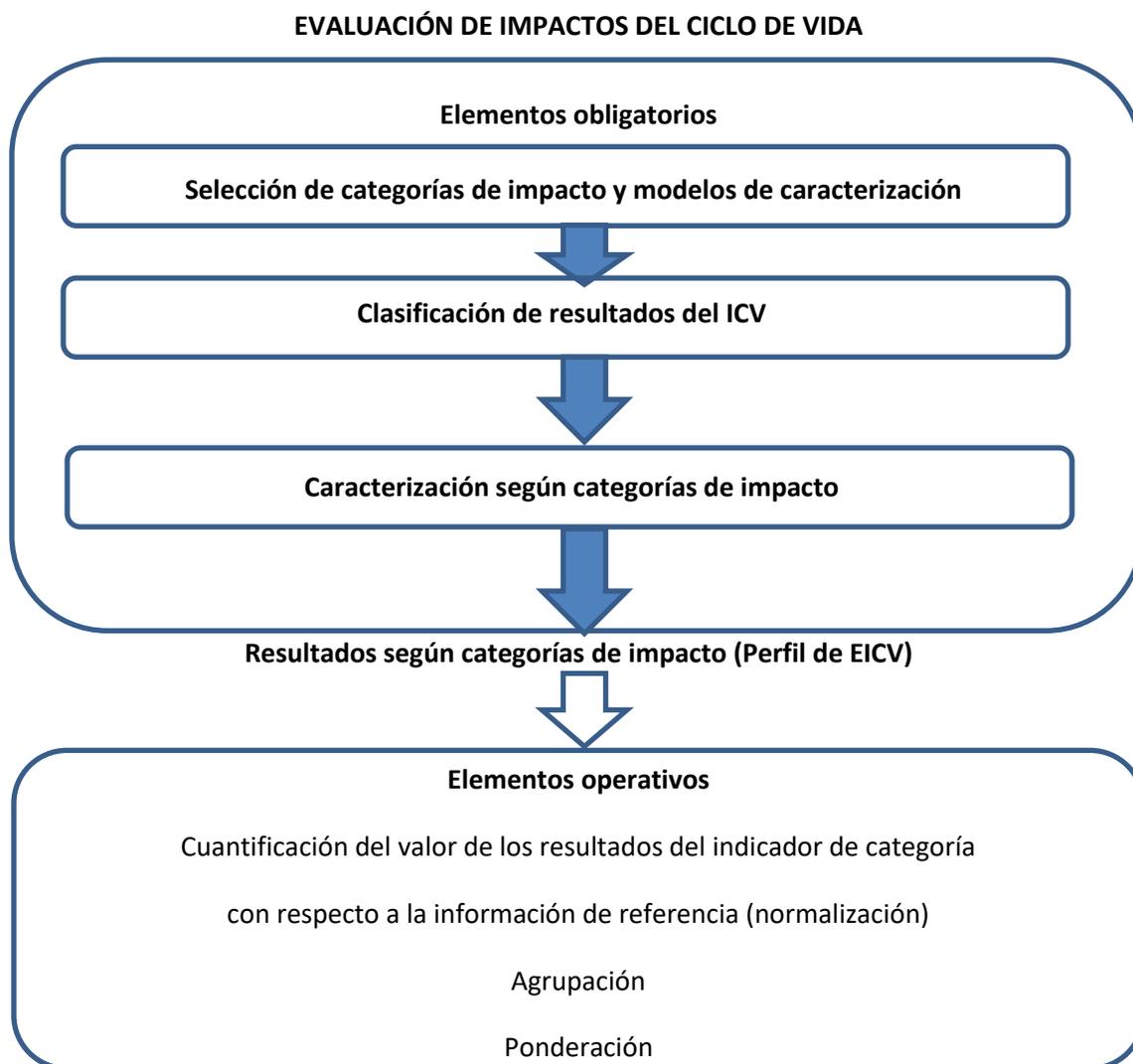
Para la evaluación de impactos de ciclo de vida, la norma ISO 14040 también nos da las pautas para su realización, está enfocada en evaluar el significado de los impactos ambientales potenciales usando los resultados del ICV, las etapas del EICV son:

- Seleccionar un tipo de método de análisis de impactos según los requerimientos de los resultados.
- En la etapa de clasificación, se seleccionan las categorías de impacto y los datos del inventario son asignados a esta categoría.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

- La caracterización implica la aplicación de modelos para obtener un indicador ambiental en cada categoría de impacto.
- La conversión de los resultados del inventario de ciclo a unidades comunes se realiza empleando los factores de caracterización.



**FIGURA 3:** ELEMENTOS DE LA FASE EICV (Adaptada de ISO 14040)

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

*ANÁLISIS ESTADÍSTICO*

Los datos obtenidos en las diferentes visitas de campo fueron clasificados y agrupados en tablas dinámicas, a partir de éstos se realizará el Inventario de Ciclo de Vida, un diagrama de Pareto que permitió distinguir que procesos tienen mayor consumo y el cálculo de impactos ambientales producidos, para esto se tomó las tablas utilizadas por (Llanes, 2007).

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

**TABLA 1:**

Emisiones por kwh de electricidad producida (Puig, 2002)

<u>Emisiones al aire</u>	Cantidad (mg)
Partículas	196.62
SO <sub>2</sub>	2 502.44
Hidrocarburos	2 112.25
NO <sub>x</sub>	1 236.32
N <sub>2</sub> O	70.4
CO	348.91
Aldehídos	2.59
Otros compuestos orgánicos	4.68
NH <sub>3</sub>	0.49
Fluoruros	0.01
CO <sub>2</sub>	441.657
<u>Emisiones al agua</u>	Cantidad (mg)
Sólidos Disueltos	316.559
Sólidos en suspensión	0.148
DBO <sup>a</sup>	0.148
DQO <sup>b</sup>	0.445
Aceites	4.735
NH <sub>3</sub>	0.619
Fluoruros	1.335
Sulfatos	0.282
Nitratos	0.316
Cloruros	0.017
Iones Na	0.219
Iones Fe	0.003
<u>Emisiones al suelo</u>	Cantidad (g)
Residuos sólidos	49.1

a: Demanda bioquímica al oxígeno

b: Demanda química al oxígeno

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**TABLA 2:**

Emisiones producidas por 1kg de diesel producido y consumido (Puig, 2002)

<u>Emisiones al aire</u>	Cantidad (g)
Partículas	4.2
CO <sub>2</sub>	3340.5
CO	20.3
Hidrocarburos	16.8
NO <sub>x</sub>	55.4
SO <sub>2</sub>	7.9
N <sub>2</sub> O	0.049
Aldehídos	0.040
Otros compuestos orgánicos	0.060
NH <sub>3</sub>	0.020
<u>Emisiones al agua</u>	Cantidad (g)
Sólidos Disueltos	12.7
Aceites	0.2
Sólidos en suspensión	0.006
DBO	0.006
DQO	0.05
Fenol	2.4 * 10 <sup>-4</sup>
Ntotal	0.008
<u>Emisiones al suelo</u>	Cantidad (g)
Residuos sólidos	1.6

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**TABLA 3:**

Potencial para el Efecto Invernadero (Llanes, 2007)

Energético	Unidades	Contaminante	Potencial
Diesel	(kg/kg)	CO <sub>2</sub> = 3.34	CO <sub>2</sub> = 1
		N <sub>2</sub> O = 4.90 * 10 <sup>-5</sup>	N <sub>2</sub> O = 296
Electricidad	(kg/kWh)	CO <sub>2</sub> = 4.42* 10 <sup>-4</sup>	
		N <sub>2</sub> O = 7.04* 10 <sup>-5</sup>	

**TABLA 4:**

Potencial para la Acidificación (Llanes, 2007)

Energético	Unidades	Contaminante	Potencial
Diesel	(kg/kg)	SO <sub>2</sub> = 7.90 * 10 <sup>-3</sup>	SO <sub>2</sub> = 1
		NO <sub>2</sub> = 5.54 * 10 <sup>-2</sup>	NO <sub>2</sub> = 0.7
Electricidad	(kg/kWh)	SO <sub>2</sub> = 2.50 * 10 <sup>-3</sup>	
		NO <sub>2</sub> = 1.24 * 10 <sup>-3</sup>	

**TABLA 5:**

Potencial para la Formación de Partículas en Suspensión (Llanes, 2007)

Energético	Unidades	Contaminante	Potencial
Diesel	(kg/kg)	Partículas = 4.20 * 10 <sup>-3</sup>	Partículas = 1
Electricidad	(kg/kWh)	Partículas = 1.96 * 10 <sup>-4</sup>	

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**TABLA 6:**

Factores de Normalización y valoración para las diferentes categorías de impacto

(Rieradevall, Doménech, Bala, & Gazulla, 2000)

CATEGORÍA DE IMPACTO	FACTOR DE NORMALIZACIÓN	FACTOR DE VALORACIÓN
Potencial de calentamiento global, o efecto invernadero (PEI)	$7.650 * 10^{-5}$	2.5
Potencial de Acidificación (PAC)	$8.88 * 10^{-3}$	10
Potencial de formación de partículas en suspensión (PFPS)	$1.06 * 10^{-2}$	2.5

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se aplica la metodología relacionada en el capítulo anterior al proceso productivo del faenamiento de Pollos perteneciente a la empresa Incubandina S.A.

### *LÍMITES DEL SISTEMA*

El ciclo de vida en el faenamiento de pollos se contempla en quince etapas, cada una de ellas con el conjunto de sus actividades que están estrechamente relacionada, interactuando una con otra y transformando elementos de entradas en salidas, referido al uso de materias primas, insumos e energía y obteniéndose productos y emisiones al medio

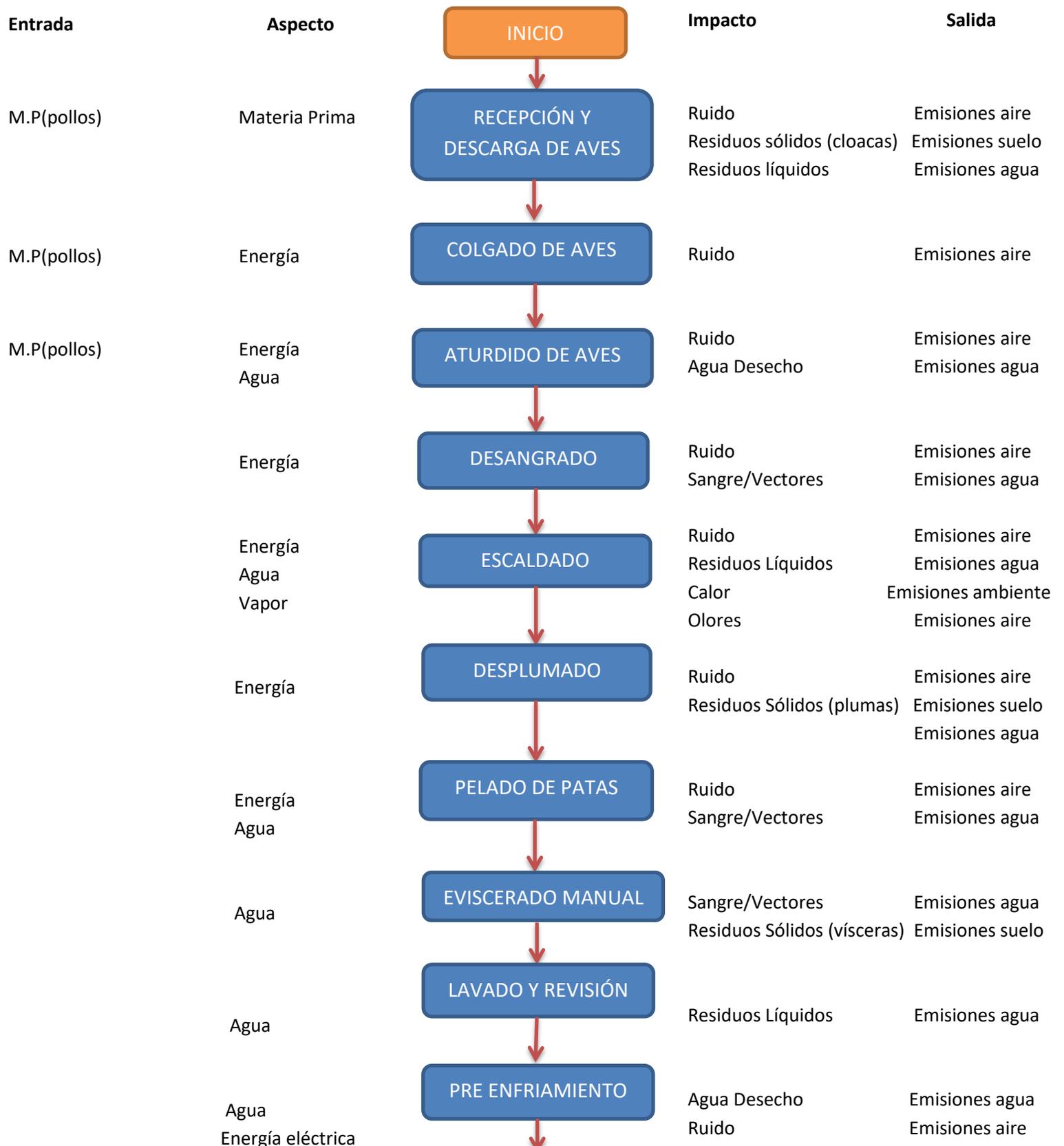
➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

ambiente, por lo que se requiere conocer detalladamente el proceso con cada operación unitaria, demostrado en el modelo de ciclo de vida (FIG. 3), estableciendo los límites partiendo del objetivo y alcance; es de señalar que en este caso no se tuvo en cuenta el transporte de las aves al llegar a la planta así como al salir de la misma al igual que su planta de tratamiento pues traería otros análisis que dificultaría el estudio.

El análisis de los límites del sistema se comenzó la identificación de todas las entradas para el faenamiento de pollos (materia prima, energía) y las salidas como emisiones al aire, agua, suelo.

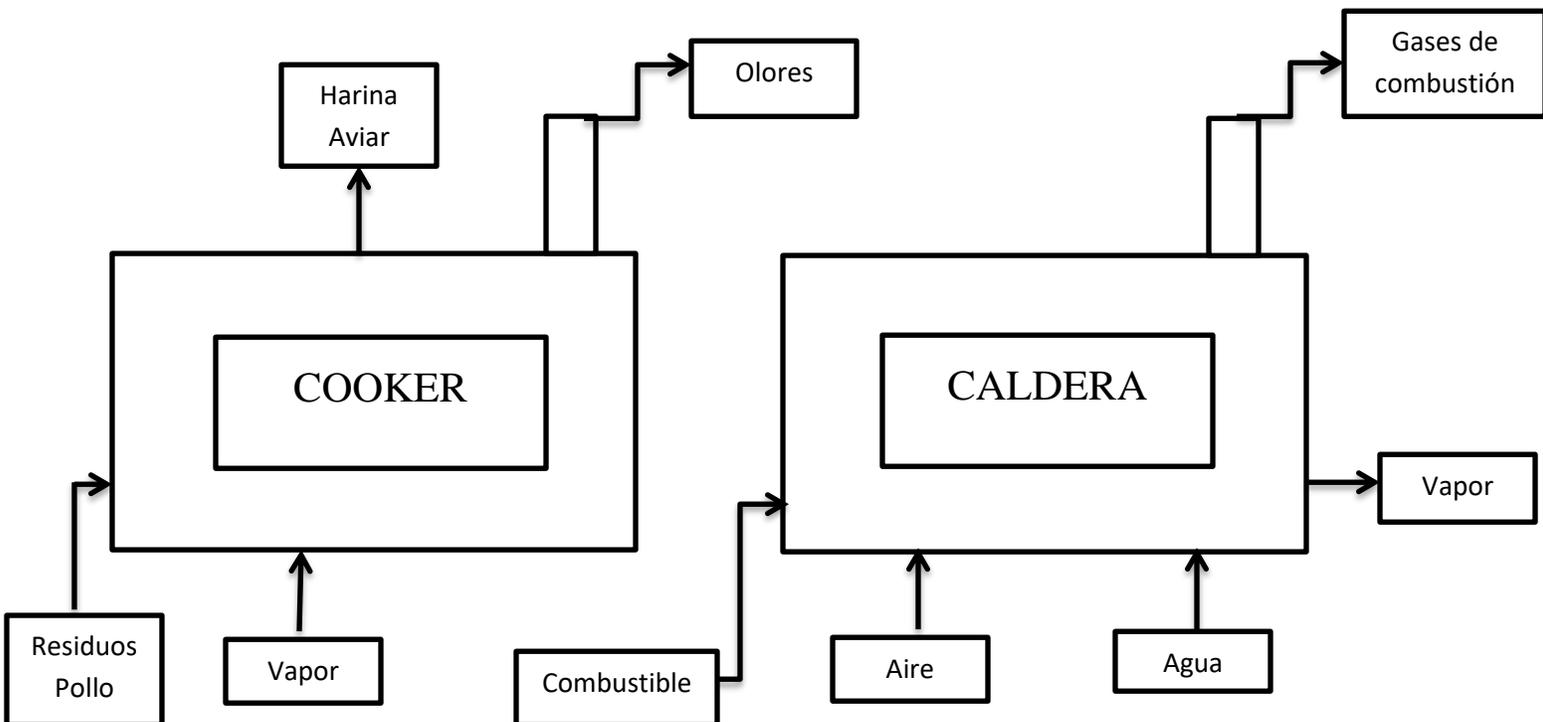
➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**



➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**



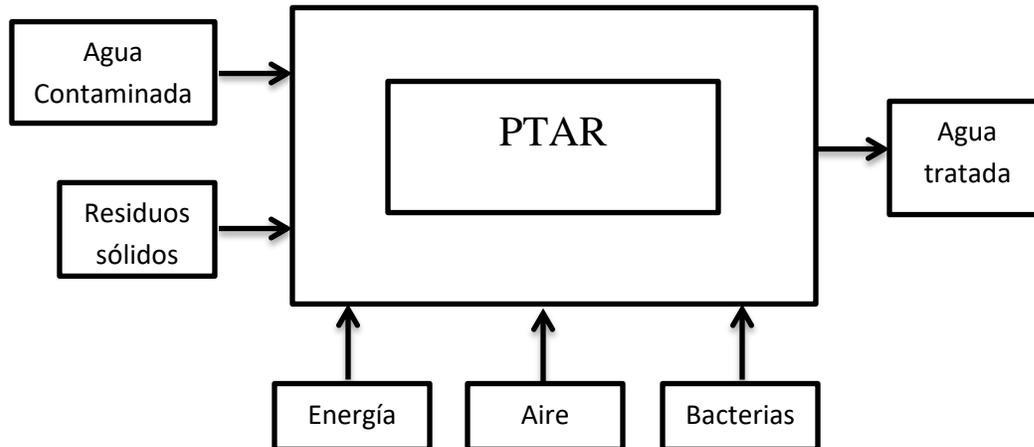
**FIGURA 4:** LÍMITES DEL SISTEMA-DIAGRAMA ECO FLUJO PLANTA



**FIGURA 5:** DIAGRAMA ECO FLUJO CALDERA Y COOKER

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---



**FIGURA 6:** DIAGRAMA ECO FLUJO PTAR

En la Figura 4, Diagrama de Eco-Flujo del proceso productivo (límite del sistema) se establecen todos los aspectos e impactos que el proceso genera, el mismo que ayuda a establecer la Tabla 1. Inventario de Recursos y Emisiones del Proceso Productivo.

En el estudio realizado por Lazo & Urbina (2015), en su inventario de ciclo de vida, las emisiones generadas en el proceso de operación son significativamente altas cuyos volúmenes generados o consumidos son tomados in situ.

### *ANÁLISIS DE INVENTARIO*

En el análisis del inventario se cuantificaron todas las entradas y salidas del sistema de faenamiento de pollos incluyendo el uso de recursos y las emisiones generadas asociada al sistema.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**TABLA 7:**

Inventario de Recursos y Emisiones del Proceso Productivo

<b>Áreas del Proceso</b>	<b>Entradas y Salidas</b>	<b>Volúmenes Generados o Consumidos</b>
<b>Descarga de aves</b>	Materia Prima	5000pollos
<b>Colgado</b>	Energía	2,6Kw
	Energía Eléctrica	0,43kW
<b>Aturdido</b>	Agua	8,5m <sup>3</sup>
	Agua desecho	2m <sup>3</sup>
<b>Desangrado</b>	Energía Eléctrica	1.1kW
	Desechos	8kg
	Energía Eléctrica	18,31kW
<b>Escaldado</b>	Agua	5m <sup>3</sup>
	Vapor	
<b>Desplumado</b>	Desechos	8kg
	Energía Eléctrica	18,31kW
	Desechos	10kg

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

<b>Pelado de patas</b>	Energía Eléctrica	2,56kW
	Agua	7m <sup>3</sup>
	Desechos	20kg
<b>Eviscerado</b>	Energía Eléctrica	13,36kW
	Agua	8m <sup>3</sup>
	Desechos	20kg
<b>Lavado</b>	Agua	10m <sup>3</sup>
	Desechos	5kg
<b>Pre enfriamiento</b>	Energía Eléctrica	1,34kW
	Agua	15m <sup>3</sup>
	Agua Desechos	5m <sup>3</sup>
	Desechos	5kg
<b>Enfriamiento</b>	Energía Eléctrica	2,31kW
	Agua	15m <sup>3</sup>
	Agua Desechos	5m <sup>3</sup>

---

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

	Desechos	5kg
<b>Revisión</b>	Agua	8m <sup>3</sup>
	Agua Desechos	3m <sup>3</sup>
<b>Empaque y almacenamiento</b>	Energía Eléctrica	36,73kW
	Hielo	20m <sup>3</sup>
	Desechos	8kg

#### MANEJO DE AGUA

El agua empleada en la Planta de Faenamiento es proveniente de un ojo de agua cercano, se almacena en una cisterna de 2m<sup>3</sup>, luego es bombeada a un tanque donde se acopia para su posterior tratamiento.

El agua que se emplea en el proceso productivo es sometida a un tratamiento, pasa al sedimentador para luego inyectar Hipoclorito de sodio (5ppm), finalmente pasa a través de dos tanques que contienen Carbón activado.

El consumo de agua potable empleado en el proceso de faenamiento de pollos es de 130m<sup>3</sup>, 8.5m<sup>3</sup>/h de los cuales casi el 70% se emplea en la producción (faenamiento) y el resto para las actividades de limpieza y desinfección, este porcentaje de agua empleada varía dependiendo el número de pollos que ingresan al proceso.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

El agua que se emplea en la caldera es tratada inyectándole Tescal T10 para eliminar la alcalinidad.

El consumo de agua utilizada diariamente en el proceso productivo es significativamente alta, 70% de la generación empleada se ocupa en dicho proceso, al igual que el consumo de agua encontrado por Álvarez (2011) en la producción de bebida refrescante, la misma que es alta.

#### MANEJO DE ENERGÍA

La energía eléctrica es suministrada por la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A ELEPCOSA reflejando un consumo de 44448 kWh y un promedio de 85 gal/día empleado en la producción de vapor el cual depende también del número de pollos que ingresen al proceso.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

**TABLA 8:**

Inventario de Equipos-Proceso Productivo



**REGISTRO PARA EL CONTROL DE VARIABLES ELÉCTRICAS DE EQUIPOS Y MÁQUINAS**

**CÓDIGO:**  
MA/02-6  
**PÁGINA:** 1  
de 1

**RESPONSABLE:**

CODIGO	ACTIVIDAD	Dato de placa	Amperios (A)			Promedio	kw	Observaciones
			Voltaje (v)	Amperio (A)	L1, L2			
<b>INVENTARIO DE EQUIPOS</b>								
<b>AREA DE COMPRESORES</b>								
INACC05	Compresor de aire Schulz #1	220	25,6	18,3	19,4	18,9	5,76	
INACC59	Compresor Aire #2	220	7,2	7	7	7,0	2,1	
INACEF06	Equipo de Frio #1	220	7,2	4,4	4,5	4,5	1,58	
INACEF07	Equipo de Frio #2	220	7,2	4,4	4,5	4,5	1,58	
INACEF08	Equipo de Frio #3	220	7,2	4,4	4,5	4,5	1,58	
INACEF44	Equipo de Frio #4	220	7,2	30	30,18	31,4	5,37	
INACEF45	Equipo de Frio #5	220	7,2	30	30,18	31,4	5,37	
<b>AREA DE COLGADO</b>								
INLFR09	Reductor de línea de Faenamamiento	440	3,9	1,5	1,6	1,6	0,98	
INARAT60	Aturdidor	440	0,55	0,55	0,55	1	0,43	
INARVE53	Ventilador #1	220	3	2,4	2,4	2,5	0,73	
INARVE54	Ventilador #2	220	3	1,6	1,5	1,5	0,46	
<b>AREA ESCALDADO Y PELADO</b>								
INAPE16	Escaldadora	440	1,5	0,8	0,9	1	0,32	
INAPPP14	Peladora de Pollos	440	30	18	17,4	18,2	10,91	Nueva
INAPCP	Cortadora de patas	440	5	2,6	2,7	2,6	1,59	maquinaria
INAPDP	Descolgador de Patas	440	1	0,84	0,84	0,84	0,49	
INAPPPA1	Peladora de Patas	440	7	4,3	4,3	4	2,56	
INAPEX25	Extractor	440	0,95	1,3	1,3	1,3	0,79	
INAPS47	Soplador # 4	220	7	5,4	5,3	5,4	1,65	
<b>AREA DE ESVISERADO</b>								

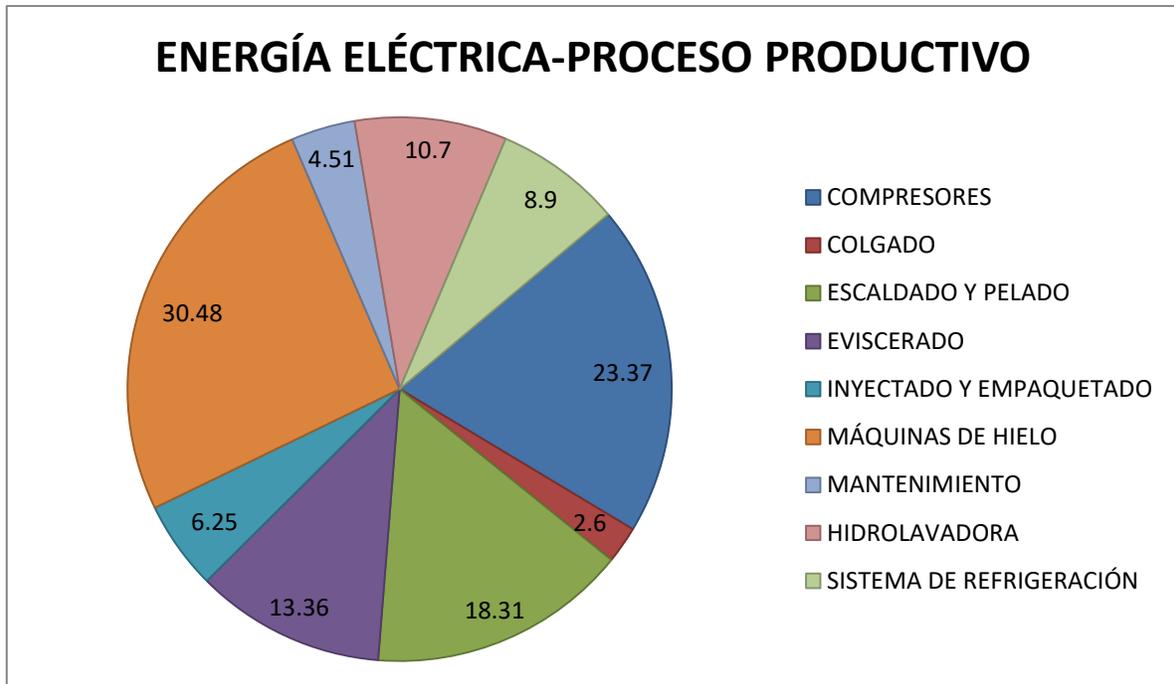
➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

<b>INAVLF23</b>	Reductor de línea de Faenamiento # 2	440	2,2	1,6	1,6	1,6	1,75	1,10	
<b>INAVTN</b>	Tijera neumática	-	-	-	-	-	-	-	
<b>INAVSV</b>	Sistema de vacío	-	-	-	-	-	-	-	
<b>INAVPM19</b>	Peladora de mollejas	440	1,25	0,8	0,8	0,6	0,7	0,25	
<b>INAVLM</b>	Lavadora de mollejas	440	1,5	1,2	1,1	1,3	1,2	0,73	
<b>INVPCH10</b>	Prechiller	440	3,6	2	2,2	2,3	2,2	1,34	
<b>INVPCH10</b>	Sacador de Pollos	440	3,6	1	1,1	1	1,0	0,61	
<b>INVCHP11</b>	Chiller para Pollos	440	5,9	4,6	4,8	5	4,8	2,93	
<b>INAVEL</b>	Elevador	440	2,5	1,7	1,6	1,8	1,7	1,04	Nueva maquinaria
<b>INAVACH</b>	Agitador o chiller Grande	440	2,5	1,6	1,4	1,2	1,4	0,85	
<b>INAVE</b>	Evacuador	440	2,5	1,6	1,6	1,6	1,6	0,98	
<b>INAVS</b>	Soplador # 5	440	5	3,2	2,9	3	3,0	1,83	
<b>INVCHC12</b>	Chiller para Cuellos	440	1,75	1,2	1,3	1,2	1,2	0,73	
<b>INVCHC13</b>	Chiller para Mollejas	440	1,75	1,3	1,1	1,2	1,2	0,73	
<b>INAPEX41</b>	Extractor	440	1,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,24	
<b>AREA DE INYECTADO Y EMPACADO</b>									
<b>INAI17</b>	Inyectora o marinadora	440	16	8,6	8,6	8,9	8,7	5,30	
<b>INAIBA57</b>	Batidor	220	6,4	3,5	3	2,9	3,1	0,95	
<b>INAECE</b>	Cadena de escurrido	440	-	-	-	-	-	-	
<b>INAECL24</b>	Clipadora # 1	-	-	-	-	-	-	-	
<b>INAECL46</b>	Clipadora # 2	-	-	-	-	-	-	-	
<b>TERRAZA MAQUINAS DE HIELO</b>									
<b>INTMH18</b>	Máquina de hielo # 1	440	30	23	25	27	25	15,24	
<b>INTMH45</b>	Máquina de hielo # 2	440	20	23	25	27	25	15,24	
<b>AREA DE HIDROLAVADORAS</b>									
	Lavadoras a presión	440	34	-	-	-	-	-	
<b>INHLO1</b>	Hidrolavadora #1	220	32	17	18	17,8	17,6	5,37	
<b>INHLO2</b>	Hidrolavadora #2	220	32	17,5	18	17	17,5	5,33	
	SITEMA DE REFRIGERACION	440	20	15	14,5	14,2	14,6	8,9	

El consumo de electricidad se ha estimado de acuerdo a lo utilizado por cada equipo en el proceso productivo.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

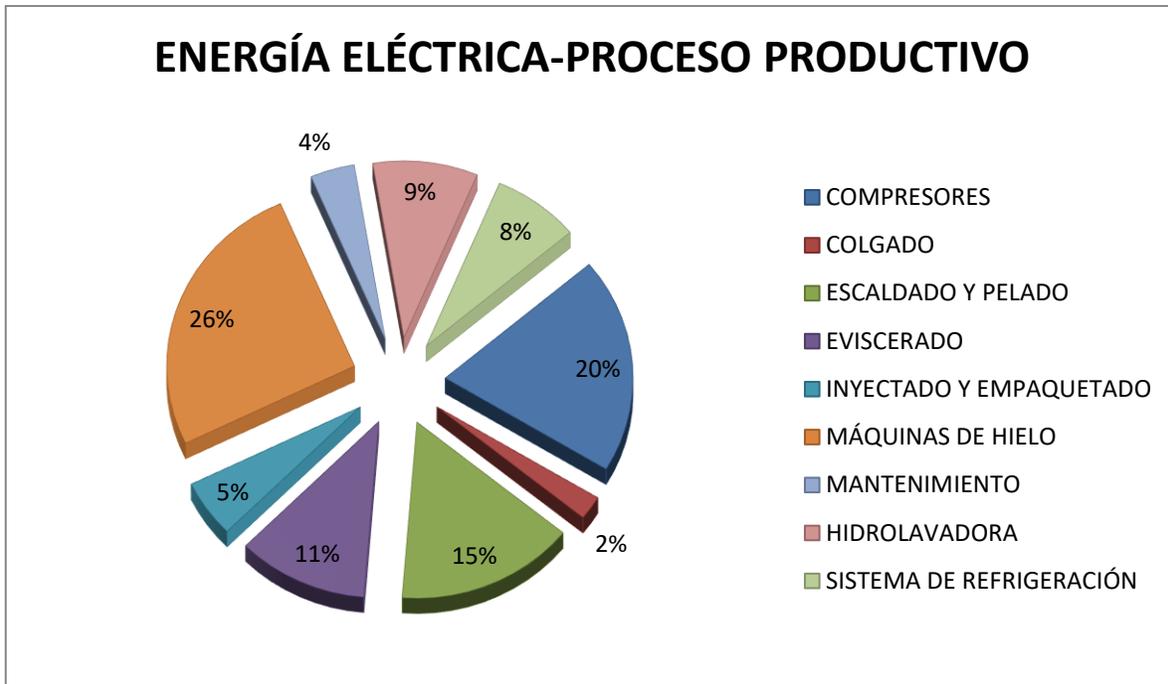
---



**FIGURA 7:** ENERGÍA ELÉCTRICA EN kW- PROCESO PRODUCTIVO

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---



**FIGURA 8:** ENERGÍA ELÉCTRICA EN %-PROCESO PRODUCTIVO

*Diagrama de Pareto*

El diagrama de Pareto o la regla 80/20 es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos en orden descendente, de manera que se puede establecer un orden de prioridades; el reducir los problemas más significativos (barra más largas) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños.

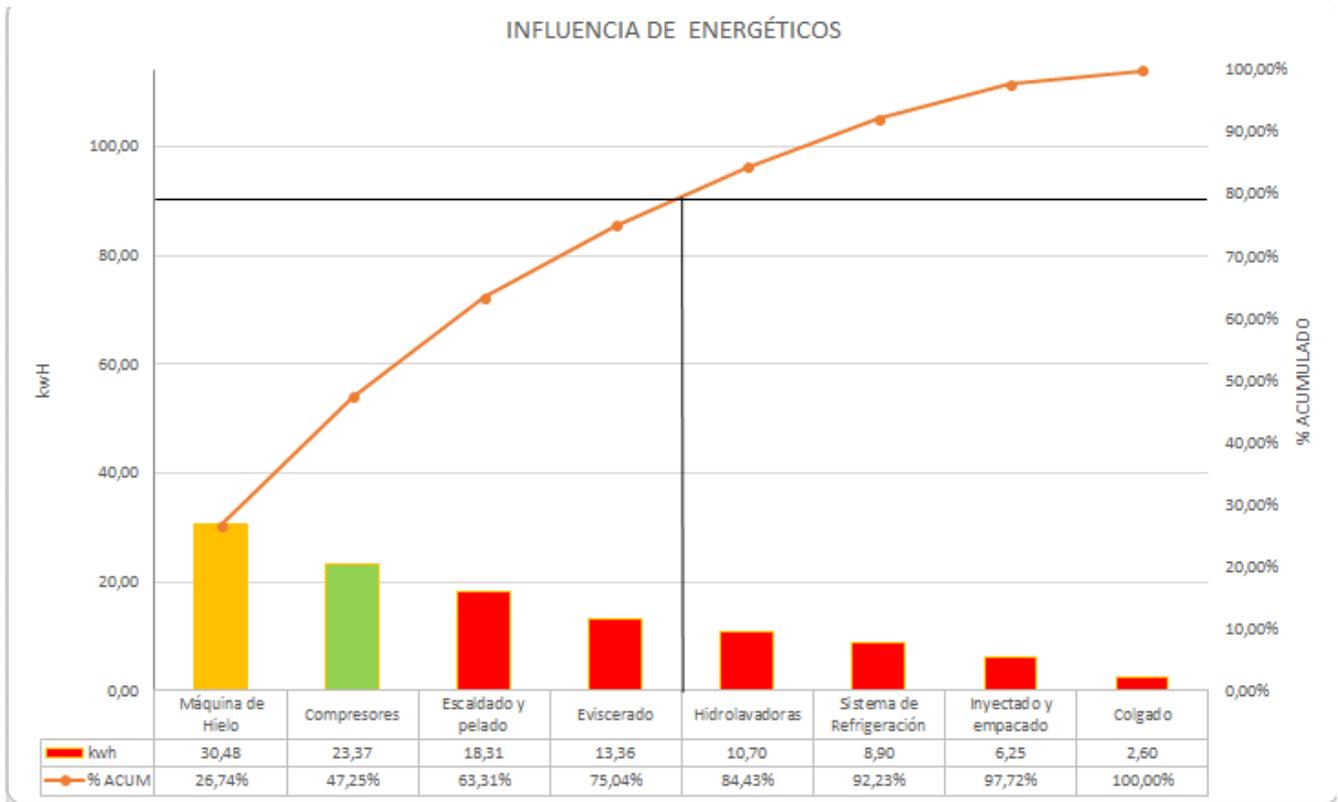
El diagrama propuesto indica los equipos energéticos (kWh) del proceso productivo que consumen más energía para una posterior toma de decisiones en beneficio de la planta faenadora.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

**TABLA 9:**

Tabla de Equipos Energéticos Proceso Productivo

EQUIPOS ENERGÉTICOS	kwh	%	ACUMULADO	% ACUM
Máquina de Hielo	30,48	26,7%	30,48	26,74%
Compresores	23,37	20,5%	53,85	47,25%
Escaldado y pelado	18,31	16,1%	72,16	63,31%
Eviscerado	13,36	12%	85,52	75,04%
Hidrolavadoras	10,70	9%	96,22	84,43%
Sistema de Refrigeración	8,90	8%	105,12	92,23%
Inyectado y empacado	6,25	5%	111,37	97,72%
Colgado	2,60	2%	113,97	100,00%
<b>TOTAL</b>	<b>113,97</b>	<b>100%</b>		



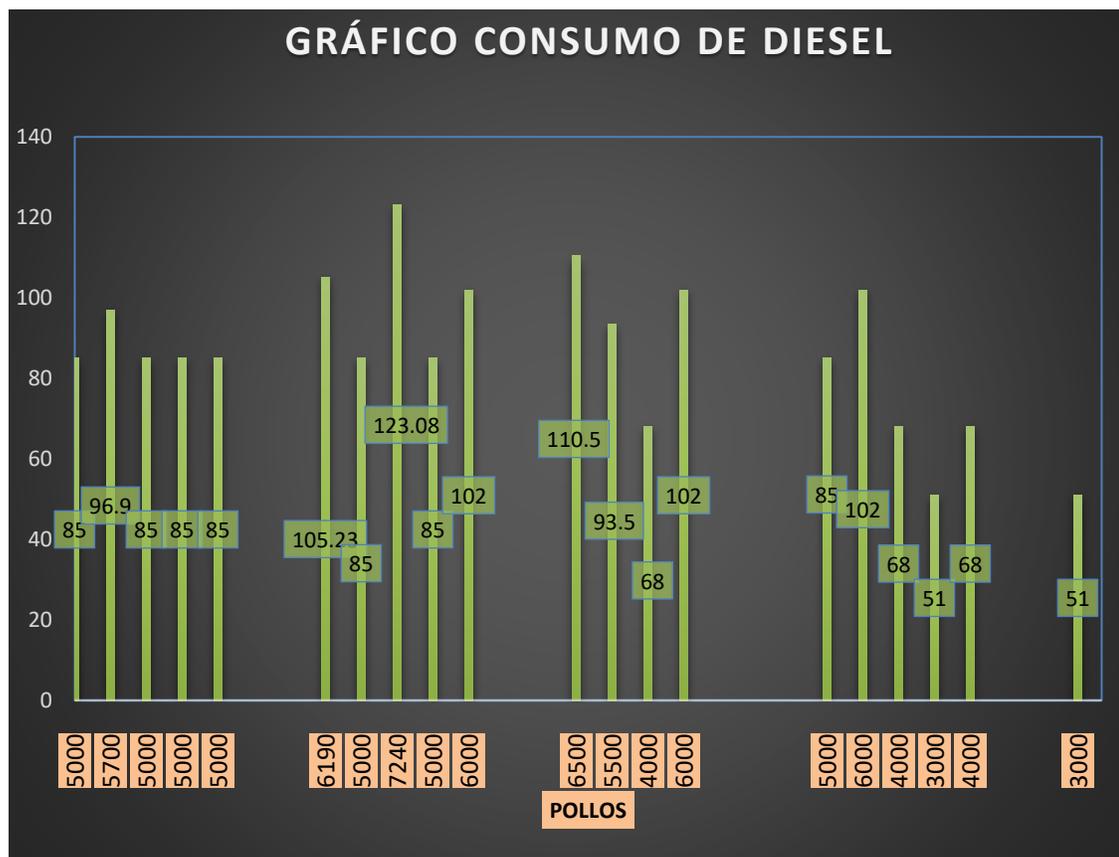
**FIGURA 9: DIAGRAMA DE PARETO-80/20**

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

El consumo mostrado en la Tabla 8 y Figuras 7,8 indican que el área de máquinas de hielo es el proceso que mayor porcentaje de energía consume debido a sus grandes motores y potencia; el diagrama de Pareto muestra también que la principal influencia de energéticos se encuentran en los procesos de: Maquinaria de Hielo, Compresores, Escaldado y Pelado y Eviscerado, por lo que es ahí donde la empresa debe tomar acciones para disminuir su consumo.

**GENERACIÓN DE VAPOR**

La planta de faenamiento cuenta con una caldera marca EQUABOILER, tipo piro tubular que trabaja con diesel con capacidad de 30gal/h, su capacidad máxima de generación de vapor es de 3450 lb/h y una presión de trabajo de 120psi.; un digestor cooker



**FIGURA 10:** GRÁFICO CONSUMO DE DIESEL MENSUAL

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

para la producción de harina aviar marca EQUABOILER con capacidad de 3000 lt/bach, su consumo de vapor es de 2415 lb/h y su presión de trabajo es de 50psi.

Para poder realizar una comparativa entre dos energéticos: Energía Eléctrica y combustible que utiliza la Planta de Faenamamiento Cripollo, es necesario transformar sus unidades a barriles equivalentes de petróleo (unidades de energía equivalente a la energía liberada durante la quema de un barril aproximadamente: 42 gal estadounidense).

**Energía Eléctrica Proceso Productivo**

kW: 113,97                      kWh: 911,76                      Barriles Equivalentes Petróleo 0.537

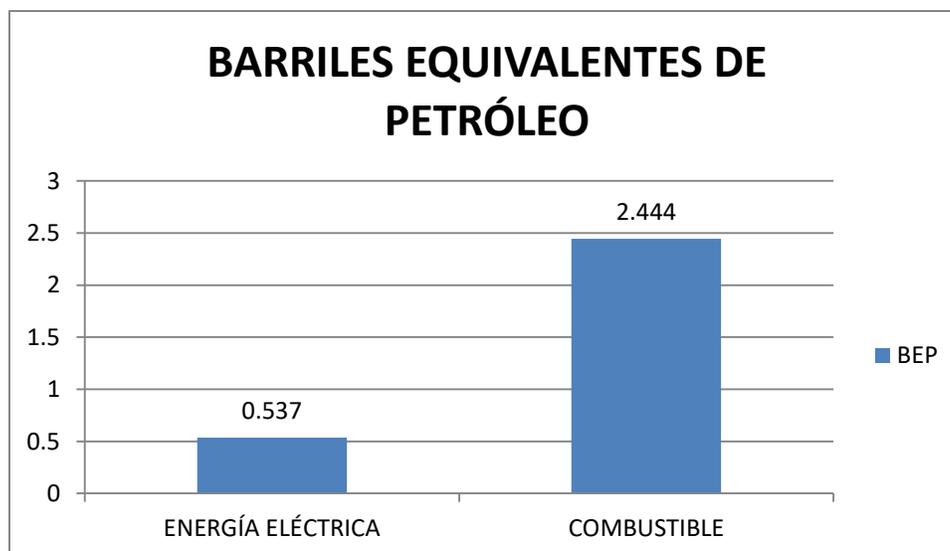
Diesel: 85gal/promedio              BTU: 14 176 378.22              Barriles Equivalentes Petróleo: 2.444

**Energía Eléctrica Total Planta**

kW: 172,24                      kWh: 1377,92                      Barriles Equivalentes Petróleo: 0.846

Agua: 130m<sup>3</sup>                      Barriles Equivalentes Petróleo: 817,68 SEGUNDO ORDEN

MP: Residuales Líquidos: 50m<sup>3</sup>              Barriles Equivalentes Petróleo: 314,49



**FIGURA 11: ENERGÉTICOS EN BEP**

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

EMISIONES AL AIRE

Los resultados de las emisiones de gases contaminantes se muestran en la Tabla 1, la empresa al no contar con datos de medición, los siguientes datos son datos de referencia.

**TABLA 10:**

Parámetros de Combustión y Emisiones a la Atmósfera en Chimenea de la Caldera

PARÁMETRO DE EMISIÓN		Valor	Límites Ambientales
<b>Temperatura</b>		°C	168
<b>Porcentaje de Oxígeno</b>		%	6,5
<b>Porcentaje de Dióxido de Carbono</b>		%	10,8
<b>AMBIENTAL</b>	Monóxido de Carbono	ppm	3
	Dióxido de Azufre	ppm	70
	Dióxido de Azufre Norma	mg/Nm <sub>3</sub>	234,72
	Óxido de Nitrógeno	ppm	22
	Óxido de Nitrógeno Norma	mg/Nm <sub>3</sub>	55,88
<b>Número de Humo</b>			0,5
<b>Combustible</b>			Diésel

RESIDUALES LÍQUIDOS

Se estimaron los residuales generados, entre unos 50-70 m<sup>3</sup>/día teniendo en cuenta la cantidad de agua que entra al proceso productivo para el lavado de la planta una vez culminada las actividades de faenamiento.

Los sistemas colectores de agua son soterrados y las corrientes residuales son dirigidas a la planta de tratamiento de agua para su posterior tratamiento antes de ser vertidos al Río aldeaño. Las aguas residuales generadas son de tipo industrial según la

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

Norma Técnica 404, tabla D.1: CIU 3111- Matanza de ganado, preparación y conservación de carne.

### RESIDUALES SÓLIDOS

Los desechos sólidos generados por la Planta de Faenamiento son: sangre, plumas, patas, mollejas, excrementos sólidos, vísceras, con un peso de 2350 kg/día; la empresa cuenta con un área habilitada para el almacenamiento de los desechos sólidos no recuperables como cartón, residuos de metales hasta su posterior recogida; aunque se generan en pocas cantidades, si constituyen una vía de contaminación ambiental en el ecosistema urbano cuando no se manejan correctamente.

Los residuales sólidos y líquidos generados por el proceso productivo, durante las visitas de campo realizadas, son evacuadas hacia la PTAR para su posterior tratamiento, sin embargo dicha planta debería ser rediseñada debido a que el agua contaminada es mayor al agua tratada contemplándose un mayor tiempo de retención en cada etapa de tratamiento debido a que la capacidad de faenamiento de pollos varía dependiendo la demanda; Miranda et. al (2016) recomienda que se debe considerar la carga contaminante como una unidad funcional para el ACV, el mismo que puede ser un factor significativo en el impacto ambiental de la PTAR.

### *ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA*

En la Figura 4. Y Tabla 7. se detallan las áreas que conforman el Ciclo de Vida del Proceso Productivo de la planta faenadora y el resultado del inventario, como se puede

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

apreciar existe una tubería proveniente del caldero hacia el Escaldador donde se utiliza el vapor para calentar el agua con el objetivo de suavizar los folículos de la piel del pollo para su posterior desplumado.

El volumen de vapor utilizado en dicho proceso es desconocido por parte de la planta.

**EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES ASOCIADOS AL CONSUMO DE ENERGÍA DEL PROCESO**

En la Tabla 11,12 y 13 se cuantifican la contribución de cada elemento inventariado al problema medio ambiental objeto de estudio (diesel, electricidad, materia prima, agua, desechos líquidos y sólidos) durante el ciclo de vida del proceso productivo del faenamiento de pollos.

**TABLA 11:**

Estado de las emisiones producidas en el proceso productivo de la planta de faenamiento.

Estado Actual. Potencial de Efecto Invernadero

<b>POTENCIAL DE EFECTO INVERNADERO (PEI)</b>					
<b>Energía</b>	<b>Consumo día</b>	<b>Consumo mes</b>	<b>CO<sub>2</sub> kg eq</b>	<b>N<sub>2</sub>O kg eq</b>	<b>Sub-Total kg eq</b>
			<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>
Electricidad	911,76 kWh	20058,72 kWh	8,86	418	426,86
Agua Consumida	91 m <sup>3</sup>	2002000 kg	884,88	41718,48	42603,36
Diesel	268,42 kg	605261,31 kg	2021572,78	8778,71	2030351,49
Desechos Líquidos	15 m <sup>3</sup>	15000 kg	6,63	312,58	319,21
Desechos sólidos	89 kg	89 kg	297,26	1,29	298,55

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

**TABLA 12:**

Estado de las emisiones producidas en el proceso productivo de la planta de faenamiento.

Estado Actual. Potencial de Acidificación

<b>POTENCIAL DE ACIDIFICACIÓN (PAC)</b>					
<b>Energía</b>	<b>Consumo día</b>	<b>Consumo mes</b>	<b>SO<sub>2</sub> kg eq SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>2</sub> kg eq SO<sub>2</sub></b>	<b>Sub-Total kg eq SO<sub>2</sub></b>
Electricidad	911,76 kWh	20058,72 kWh	50,15	17,41	67,56
Agua Consumida	91 m <sup>3</sup>	2002000 kg	5005	1737,74	6742,74
Diesel	268,42 kg	605261,31 kg	4781,56	23472,03	28253,59
Desechos Líquidos	15 m <sup>3</sup>	15000 kg	37,5	13,02	50,52
Desechos sólidos	89 kg	89 kg	0,7	3,45	4,15

**TABLA 13:**

Estado de las emisiones producidas en el proceso productivo de la planta de faenamiento.

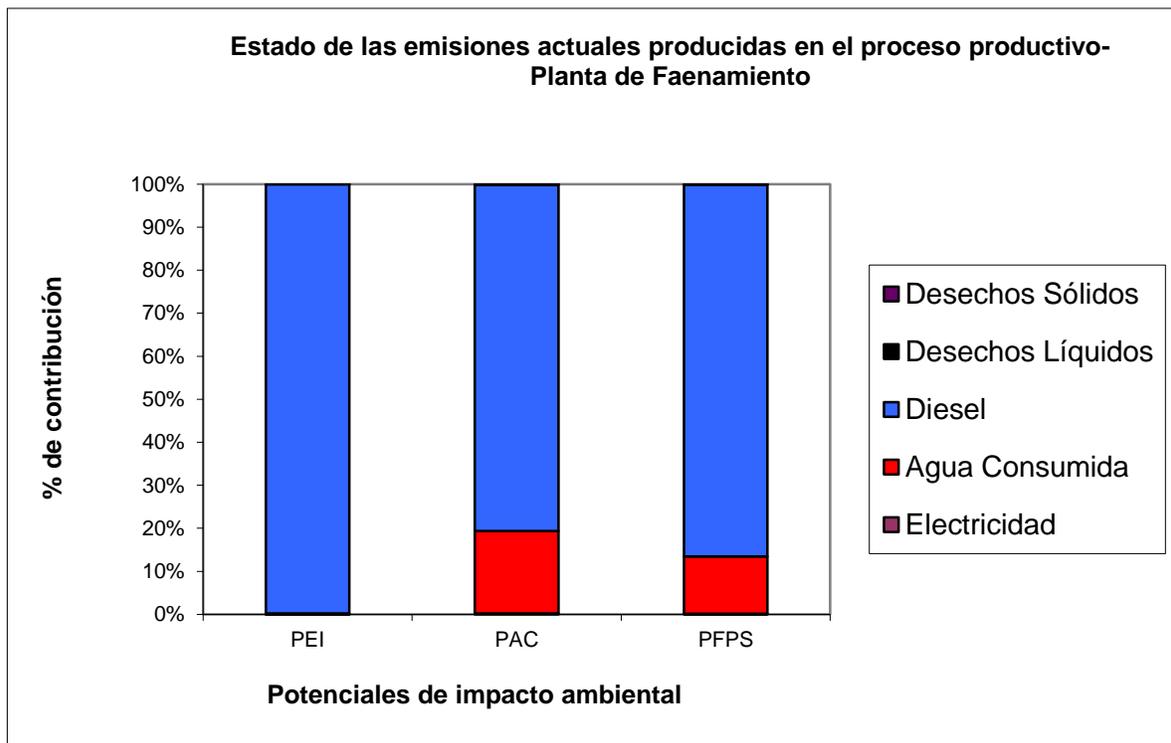
Estado Actual. Potencial de formación de partículas en suspensión

<b>POTENCIAL DE FORMACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PFPS)</b>				
<b>Energía</b>	<b>Consumo día</b>	<b>Consumo mes</b>	<b>Partículas kg</b>	<b>Sub-Total kg</b>
Electricidad	911,76 kWh	20058,72 kWh	3,93	3,93
Agua Consumida	91 m <sup>3</sup>	2002000 kg	392,39	392,39
Diesel	268,42 kg	605261,31 kg	2542,1	2542,1
Desechos Líquidos	15 m <sup>3</sup>	15000 kg	2,94	2,94
Desechos sólidos	89 kg	89 kg	0,37	0,37

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

Con estos resultados se conformó la Figura 12, donde se manifiesta que para los tres problemas ambientales clasificados (PEI: Potencial de Efecto Invernadero, PAC: Potencial de Acidificación y PFPS: Potencial de Formación de Partículas en Suspensión) indicándonos el portador energético de mayor peso.



**FIGURA 12:** Potenciales de Impacto Ambiental en el Proceso Productivo de la Planta

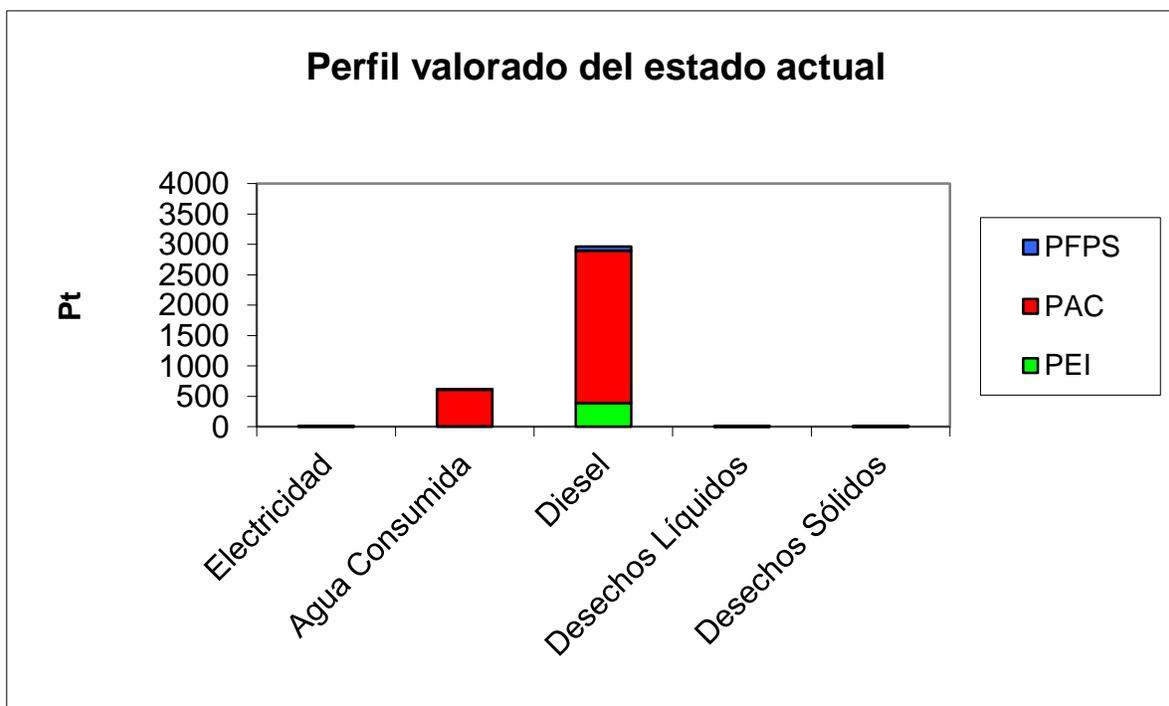
El energético que mayor impacto ambiental produce es el combustible diésel, el mismo que está en función del número de pollos faenados; Llanes, (2007) encuentra que el energético que mayor impacto produce es el de combustibles fósiles, contrastándose con el resultado obtenido en la presente investigación, por lo que es necesario buscar alternativas

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

al uso de este combustible que permita desplazar este energético por otro con efecto menos significativo.

En la Figura 13, se muestra de forma agregada, para cada categoría, la valoración del impacto (cifra en puntos).



**FIGURA 13:** Perfil valorado del Estado Actual en el Ciclo de Vida del proceso productivo de la Planta de Faenamiento

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**TABLA 14:**

Contribuciones de los elementos inventariados al impacto global

<b>Menos de un 2%</b>	<b>Entre un 10 y 20%</b>	<b>Más del 50%</b>
Electricidad	Agua Consumida	Diesel
Desechos Sólidos		
Desechos Líquidos		

La electricidad es el tercer proceso que genera un mayor impacto ambiental, a diferencia de los otros dos; esto suponiendo el mismo consumo energético durante las 8hrs, los 5 días laborables y la misma cantidad de pollos faenados; un cambio en la maquinaria en ciertos procesos contribuyó a que el impacto producido por la electricidad disminuyera.

### **CONCLUSIONES**

- La metodología descrita en la ISO 14040 ayudó a que se pueda desarrollar un análisis de ciclo de vida en una planta de faenamiento de pollos permitiendo evaluar los impactos que produce su consumo energético, permite además conocer las áreas y flujos que más inciden en los impactos ambientales y por consiguiente posibilita establecer medidas de mejoras para minimizar los daños.
- El desempeño energético de la planta de faenamiento, a comparación de otros procesos no influye mayormente en el impacto ambiental producido, sin embargo es

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

necesario tomar medidas que permitan disminuir el consumo de aquellos energéticos mayores.

- El agua tratada en la PTAR, a más de cumplir la normativa ambiental para su posterior descarga, debe ser reinyectada al proceso mediante un proceso de desinfección lo que permitirá disminuir en gran cantidad el consumo de agua utilizándose en procesos de limpieza del faenamiento así como en procesos de limpieza en general.
- Una cuantificación del vapor producido por el caldero hacia el proceso de Escaldado ayudará a evitar un consumo excesivo del mismo pudiendo traducirse en pérdidas de energía y de calor.

**AGRADECIMIENTO**

- PhD. Edilberto Llanes, MSc. Mónica Delgado, MSc. Katty Coral, asesoría metodológica. Lectores

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

**REFERENCIAS**

- Álvarez, D. (2011). Opciones de Mejora en la Producción de Bebidas Refrescantes de la UEB Hielo-Refresco Bayamo para un mejor manejo del ecosistema Urbano. Universidad de Granma.
- Bretz, R., & Frankhouser, P. (1996). Screening LCA for large numbers of products: Estimation tools to fill data groups. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 139-146.
- Chanaluisa, D. (2017). *“Incidencia de los costos de producción de pollos faenados en la rentabilidad de la Planta de Faenamiento del Sr. Iván Chávez en el primer semestre del 2015.”*
- Chiriboga, P. (2015). *EVALUACIÓN DE TRES BALANCEADOS ENERGÉTICOS-PROTEÍCOS COMERCIALES Y DOS ADITIVOS ALIMENTICIOS EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS PARRILLEROS. TUMBACO, PICHINCHA TESIS.*
- Colombie, C., Ramírez, A. A., Carmona, L. G., & Romero, S. A. (2014). Análisis de ciclo de vida en el sector agrícola : el caso del municipio de Viotá , Cundinamarca ( Colombia ), 18, 117–131. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.AyD18-35.acvs>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2016). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.
- ISO 14040. (2007). Norma Técnica Colombiana. NTC-ISO 14040, (571).
- Lazo, D., & Urbina, C. (2015). *Análisis de Ciclo de Vida y Energético de las Centrales Hidroeléctricas Paute y Agoyán.*
- Leiva, E. H. (2016). Análisis de Ciclo de Vida. *Escuela de Organización Industrial*, 1–43.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---

Llanes, E; Sarría, B; López, E. (2006). Estado energético-ambiental actual en la producción de arroz en la provincia de Granma Current energy-environmental state in the production of rice in the Granma province, *15*, 16–20.

Llanes, A. (2007). Evaluación del impacto del Ciclo de Vida al esquema energético de producción de arroz en el CAI arrocero “Fernando Echenique” en la provincia cubana de Granma.

Miranda, R., Pablo, J., Ubaque, G., Augusto, C., Mejía, Z., Análisis, E. L., ... Mejía, Z. (2016). The life-cycle assessment applied to plants wastewater treatment. *Redalyc.org*, *41*, 617–636.

Ramirez, Á. D., Boero, A., Melendres, A. M., Izurieta, F., & Duque, J. (2013). Desarrollo de una evaluación de ciclo de vida de la electricidad, 1–6.

Rodríguez, A. (2014). *Guía de implantación de sistema de gestión energética según iso 50001*.

Sánchez, O., Cardona, C., & Sánchez, D. (2007). Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación a la producción de bioetanol. Una aproximación cualitativa, *43*, 59–79.

Zambrano, A. (2012). Control de enfermedades y buena nutrición: Claves en avicultura. . *Revista El Agro*, *13*.

➤ **EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA DE FAENAMIENTO CRIPOLLO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA**

---