



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Tema:**

---

**MODELO LEAN & GREEN PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO  
OPERACIONAL Y AMBIENTAL EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO  
DEL CAMAL FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE AMBATO (CFMA)**

---

Trabajo de Integración Curricular Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado  
previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial

**ÁREA:** Producción y Operaciones

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, materiales y producción

**AUTOR:** Evelin Anabel Usiña Lema

**TUTOR:** Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.

**Ambato - Ecuador**

**marzo – 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Integración Curricular con el tema: **MODELO LEAN & GREEN PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO OPERACIONAL Y AMBIENTAL EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DEL CAMAL FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE AMBATO (CFMA)**, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Evelin Anabel Usiña Lema, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que la estudiante ha sido tutorada durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y el numeral 7.4 del respectivo instructivo del reglamento.

Ambato, marzo 2023.

-----  
Ing. Franklin Geovanny Tigre Ortega, Mg.

**TUTOR**

## AUTORÍA

El presente trabajo de Integración Curricular titulado: MODELO LEAN & GREEN PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO OPERACIONAL Y AMBIENTAL EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DEL CAMAL FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE AMBATO (CFMA) es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.



Evelin Anabel Usiña Lema

C.C. 1850128560

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Integración Curricular como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Integración Curricular en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.



Evelin Anabel Usiña Lema

C.C. 1850128560

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Integración Curricular presentado por la señorita Evelin Anabel Usiña Lema, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado **MODELO LEAN & GREEN PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO OPERACIONAL Y AMBIENTAL EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DEL CAMAL FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE AMBATO (CFMA)**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 de las segundas reformas al Reglamento para la ejecución de la Unidad de Integración Curricular y la obtención del título de tercer nivel, de grado en la Universidad Técnica de Ambato y sus reformas y al numeral 7.6 del respectivo instructivo del reglamento. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

-----  
Ing. Pilar Urrutia Urrutia, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Luis Morales Perrazo, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. Bolívar Morales Oñate, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser mi guía a lo largo de toda mi vida estudiantil y llenarme de bendiciones día tras día.*

*A mis padres, Euclides y Angélica por siempre creer en mí, por ayudarme a cumplir mis sueños, por su apoyo incondicional, su amor, su paciencia y nunca dejarme caer, los amo eternamente.*

*A mi abuelito, Polito en el cielo por su sabiduría por sus enseñanzas, por enseñarme a ser buena persona.*

*A mi abuelita, Margarita por tus consejos y su amor.*

*A mis abuelitos Emilio y Rosa, por siempre motivarme a cumplir mis sueños.*

*Anabel*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por permitirme vivir esta etapa junto a las personas que amo, porque con cada despertar me llena de bendiciones y nuevas oportunidades.*

*A mis padres Euclides y Angélica, por siempre apoyarme en todos los objetivos y metas que me propongo, por siempre estar para mí en las buenas y en las malas.*

*A mi tutor Ing. Franklin Tigre, por su tiempo, paciencia, apoyo y amistad, gracias por ser mi guía en esta etapa de mi vida.*

*A Danny, por estar en las buenas y en las malas, gracias por ser mi buen amigo, consejero, confidente, por siempre estar para mí.*

*A Erick, por ser como un hermano, por acompañarme, durante todo este trayecto.*

*A Erika y Gissela, por siempre creer en mí, gracias por ser más que mis amigas, por ser mis hermanas.*

*Anabel*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO .....	3
1.1    Tema de investigación.....	3
1.1.1    Planteamiento del problema .....	3
1.2    Antecedentes investigativos .....	5
1.3    Fundamentación teórica.....	7
Estudio de tiempos .....	7
Métodos y medición .....	7
Filosofía Lean.....	9
Desperdicios .....	9
Mapa Flujo de Valor.....	10
Cadena de suministro verde.....	11
Desperdicios de Green.....	11
Modelo Lean & Green.....	12
Relación de Lean & Green .....	12
Estructura de Lean & Green.....	13

Principios de Lean & Green .....	14
Métricas ambientales .....	16
Métrica del consumo de energía.....	16
1.4 Objetivos.....	17
1.4.1 Objetivo general .....	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	17
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA .....	18
2.1 Materiales .....	18
2.2 Métodos .....	19
Enfoque.....	19
Tipo de investigación .....	19
2.2.1 Modalidad de investigación.....	19
2.2.2 Población y muestra .....	23
2.2.3 Recolección de información .....	23
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos .....	26
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
3.1 Descripción de la empresa.....	29
3.1.1 Estructura organizacional .....	29
3.1.2 Clasificación industrial según la CIU .....	30
3.1.3 Diagrama ABC .....	30
3.1.4 Distribución del área de faenamiento de bovinos.....	32
3.1.5 Diagrama de flujo del proceso de faenado de ganado bovino.....	32
3.1.6 Descripción del proceso de faenado de ganado bovino.....	34
3.1.7 Recursos empleados en el proceso de faenamiento de ganado bovino	41
3.1.8 Descripción de maquinarias y equipos.....	41
3.2 Proceso actual de faenamiento de bovinos.....	44
3.2.1 Diagrama sinóptico.....	48
3.2.2 Cursograma analítico.....	51
3.3 Estudio de tiempos .....	58
3.4 Lean manufacturing.....	67
3.5 Identificación de desperdicios en el proceso de faenamiento bovino. ....	74
3.6 Lean & Green .....	79
3.7 Modelo Lean & Green.....	88
3.7.1 Estado actual del VSM .....	90
3.7.2 Análisis de ciclo de vida del proceso de faenado para la obtención de	

carne .....	92
3.7.3 KPIs actual.....	102
3.7.4 Consumo de agua .....	104
3.7.5 Consumo de energía eléctrica.....	111
3.8 Propuesta de mejora .....	112
3.8.1 Metodología 5S .....	112
3.8.2 Cursograma mejorado .....	122
3.8.3 VSM propuesto.....	127
3.8.4 KPIs mejorado .....	128
3.8.5 Oportunidad de ahorro de consumo de agua .....	129
3.8.6 Oportunidad de ahorro de consumo de energía eléctrica .....	134
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	137
4.1 Conclusiones.....	137
4.2 Recomendaciones .....	139
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	140
Referencias bibliográficas.....	140
Anexos.....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Observaciones según la General Electric .....	8
<b>Tabla 2.</b> Siete desperdicios de Lean Manufacturing .....	9
<b>Tabla 3.</b> Simbología VSM .....	11
<b>Tabla 4.</b> Los 5 principios de Lean & Green .....	14
<b>Tabla 5.</b> Relación de desperdicios Lean & Green .....	15
<b>Tabla 6.</b> Materiales.....	18
<b>Tabla 7.</b> Preguntas de investigación.....	20
<b>Tabla 8.</b> Inclusión y exclusión de artículos .....	21
<b>Tabla 9.</b> Técnica, instrumentos Objetivo 1 .....	25
<b>Tabla 10.</b> Técnica, instrumentos frecuencia Objetivo 2.....	25
<b>Tabla 11.</b> Técnica, instrumentos frecuencia Objetivo 3.....	25
<b>Tabla 12.</b> Información de la empresa .....	29
<b>Tabla 13.</b> Demanda del servicio de faenado .....	31
<b>Tabla 14.</b> Diagrama de flujo del faenamiento de bovinos.....	33
<b>Tabla 15.</b> Descripción de máquinas y equipos .....	42
<b>Tabla 16.</b> Descripción de las actividades de ingreso de bovinos .....	45
<b>Tabla 17.</b> Descripción de las actividades de faenado de bovinos .....	45
<b>Tabla 18.</b> Descripción de las actividades de despacho de bovinos .....	48
<b>Tabla 19.</b> Cursograma analítico del ingreso para el faenamiento .....	52
<b>Tabla 20.</b> Cursograma analítico del faenamiento de bovinos .....	53
<b>Tabla 21.</b> Cursograma analítico del despacho de canales .....	57
<b>Tabla 22.</b> Resumen cursograma analítico .....	58
<b>Tabla 23.</b> Muestras preliminares .....	59
<b>Tabla 24.</b> Resumen tiempo estándar ingreso de bovinos .....	60
<b>Tabla 25.</b> Resumen tiempo estándar faenado de bovinos .....	61
<b>Tabla 26.</b> Resumen tiempo estándar despacho de canales .....	63
<b>Tabla 27.</b> Cálculo del tiempo disponible.....	65
<b>Tabla 28.</b> Cálculo de la capacidad de producción.....	66
<b>Tabla 29.</b> Cálculo de la capacidad de producción.....	66
<b>Tabla 30.</b> Cálculo de la demanda de faenado de bovinos .....	68
<b>Tabla 31.</b> Cálculo del takt time .....	69

<b>Tabla 32.</b> Tiempos de VA y NVA.....	70
<b>Tabla 33.</b> Cálculo de tiempo de inventario .....	71
<b>Tabla 34.</b> Cálculo de Lead Time .....	71
<b>Tabla 35.</b> Desperdicios LM.....	74
<b>Tabla 36.</b> Descripción de movimientos innecesarios .....	75
<b>Tabla 37.</b> Descripción de esperas.....	75
<b>Tabla 38.</b> Descripción de defectos .....	75
<b>Tabla 39.</b> Desperdicios Green .....	77
<b>Tabla 40.</b> Descripción de consumo de agua.....	78
<b>Tabla 41.</b> Descripción de uso de energía eléctrica.....	78
<b>Tabla 42.</b> Herramientas que presentan sinergia entre Lean Manufacturing y Green	80
<b>Tabla 43.</b> Escala Saaty .....	82
<b>Tabla 44.</b> Matriz de criterios y herramientas.....	82
<b>Tabla 45.</b> Asignación de ponderaciones para los criterios establecidos .....	83
<b>Tabla 46.</b> Asignación de ponderaciones para la alternativa sinergia .....	84
<b>Tabla 47.</b> Asignación de ponderaciones para la alternativa reducir desperdicios.....	84
<b>Tabla 48.</b> Asignación de ponderaciones para la alternativa mejorar la productividad .....	85
<b>Tabla 49.</b> Asignación de ponderaciones para la alternativa factibilidad.....	85
<b>Tabla 50.</b> Ponderaciones de criterios y alternativas .....	85
<b>Tabla 51.</b> Comparación entre las herramientas para el modelo Lean & Green .....	86
<b>Tabla 52.</b> Definición de indicadores .....	87
<b>Tabla 53.</b> Definición de formulas.....	87
<b>Tabla 54.</b> Asignación de metas para los indicadores .....	87
<b>Tabla 55.</b> Desperdicios identificados para el modelo .....	89
<b>Tabla 56.</b> Herramientas propuestas para el modelo Lean & Green .....	90
<b>Tabla 57.</b> Entradas del proceso de faenado de bovinos.....	94
<b>Tabla 58.</b> Valores de emisiones de aire fuente fija caldero.....	95
<b>Tabla 59.</b> Valores de emisiones de aire fuente fija quemador digestores .....	95
<b>Tabla 60.</b> Valores de emisiones del agua .....	96
<b>Tabla 61.</b> Desechos del proceso de faenamamiento.....	96
<b>Tabla 62.</b> Descripción de evaluación de impacto.....	99
<b>Tabla 63.</b> Cálculo del caudal del proceso de desangrado.....	105

<b>Tabla 64.</b> Consumo de agua por bovino y por día .....	106
<b>Tabla 65.</b> Matriz de identificación de desperdicios de agua .....	109
<b>Tabla 66.</b> Consumo de equipos por kWh. ....	111
<b>Tabla 67.</b> Evaluación 5S.....	113
<b>Tabla 68.</b> Resultados de la evaluación .....	114
<b>Tabla 69.</b> Cursograma analítico del faenamiento de bovinos propuesto.....	122
<b>Tabla 70.</b> Resumen cursograma analítico propuesto.....	126
<b>Tabla 71.</b> Cálculo de Lead Time propuesto .....	126
<b>Tabla 72.</b> Consumo de agua .....	129
<b>Tabla 73.</b> Costos y consumos de agua.....	132
<b>Tabla 74.</b> Cálculo del costo actual .....	133
<b>Tabla 75.</b> Cálculo del costo propuesto .....	133
<b>Tabla 76.</b> Cálculo del consumo de energía eléctrica.....	134
<b>Tabla 77.</b> Cálculo del costo de consumo actual .....	135
<b>Tabla 78.</b> Cálculo del costo de consumo propuesto .....	135
<b>Tabla 79.</b> Comparación del antes y del después.....	136

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Relación de Lean & Green .....	13
<b>Figura 2.</b> Adaptación estructura Lean & Green .....	14
<b>Figura 3.</b> Diagrama de metodología PRISMA .....	22
<b>Figura 4.</b> Identificación de desperdicios .....	26
<b>Figura 5.</b> Organigrama estructural .....	30
<b>Figura 6.</b> Diagrama ABC servicio faenado .....	31
<b>Figura 7.</b> Recepción .....	34
<b>Figura 8.</b> Duchado.....	35
<b>Figura 9.</b> Noqueo.....	35
<b>Figura 10.</b> Izado .....	36
<b>Figura 11.</b> Transferencia 1 - 2 y pre-descuerado .....	37
<b>Figura 12.</b> Marcado.....	37
<b>Figura 13.</b> Descuerado .....	38
<b>Figura 14.</b> Eviscerado .....	39
<b>Figura 15.</b> Corte de canal .....	39
<b>Figura 16.</b> Lavado de canales.....	40
<b>Figura 17.</b> Oreo post – morten .....	40
<b>Figura 18.</b> Distribución .....	41
<b>Figura 19.</b> Diagrama sinóptico del ingreso de bovinos.....	48
<b>Figura 20.</b> Diagrama sinóptico del faenado de bovinos.....	49
<b>Figura 21.</b> Diagrama sinóptico de despacho bovinos .....	50
<b>Figura 22.</b> Tiempo estándar por cada proceso de ingreso bovinos .....	60
<b>Figura 23.</b> Tiempo estándar por cada proceso de faenado de bovinos .....	62
<b>Figura 24.</b> Tiempo estándar por cada proceso de despacho de bovinos .....	64
<b>Figura 25.</b> Gráfica promedio de la demanda de faenado de bovinos.....	68
<b>Figura 26.</b> Mapa de flujo de valor faenado bovinos .....	73
<b>Figura 27.</b> Desperdicios LM Pareto .....	74
<b>Figura 28.</b> Desperdicios Green Pareto .....	77
<b>Figura 29.</b> Relación de desperdicios .....	79
<b>Figura 30.</b> Árbol jerárquico AHP.....	81
<b>Figura 31.</b> Ingreso de datos en el programa Total Decision .....	83

<b>Figura 32.</b> Asignación de valores.....	84
<b>Figura 33.</b> Modelo Lean & Green propuesto .....	88
<b>Figura 34.</b> VSM de identificación de desperdicios .....	91
<b>Figura 35.</b> Diagrama límites del sistema.....	93
<b>Figura 36.</b> Selección de librería en SimaPro.....	97
<b>Figura 37.</b> Selección del método de evaluación ReCiPe 2016 Midpoint.....	98
<b>Figura 38.</b> Selección del método de evaluación ReCiPe 2016 End point.....	99
<b>Figura 39.</b> Evaluación Midpoint .....	100
<b>Figura 40.</b> Evaluación Endpoint.....	101
<b>Figura 41.</b> Configuración del FluidGenerator.....	107
<b>Figura 42.</b> Configuración el FluidTank1.....	107
<b>Figura 43.</b> Simulación del consumo de agua en FlexSim .....	108
<b>Figura 44.</b> Simulación del consumo de agua en FlexSim.....	108
<b>Figura 45.</b> Comparación de consumo de agua en FlexSim.....	109
<b>Figura 46.</b> VSM propuesto del proceso .....	127
<b>Figura 47.</b> Consumo de agua por bovino actual y propuesto.....	130
<b>Figura 48.</b> Consumo de agua por bovino actual y propuesto en eviscerado.....	131
<b>Figura 49.</b> Consumo de agua por bovino actual y propuesto en lavado de canales y limpieza de áreas .....	132

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del trabajo de investigación es diseñar un modelo Lean & Green para el proceso de faenamiento de bovinos del Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), la presencia de desperdicios de Lean Manufacturing pueden incidir en el consumo de recursos y generación de aspectos ambientales. Mediante la literatura se confirma la convergencia de los conceptos de Lean y los paradigmas verdes, específicamente en la reducción de desperdicios y consumo de recursos.

El trabajo de investigación posee un enfoque cuali-cuantitativo, se realiza diagramas de flujo, sinóptico y cursogramas analíticos, además se desarrolla la medición de los tiempos del proceso según la tabla General Electric, estableciendo muestras preliminares con el uso de un cronómetro mediante el método de vuelta cero, para identificar y analizar la situación actual del proceso.

Basándose en los datos obtenidos, se calcula el takt time, lead time para crear el Value Stream Mapping (VSM). Además, los desperdicios identificados son: movimientos innecesarios, defectos y esperas, que influyen en el consumo de agua y energía eléctrica, que son considerados como desperdicios Green. El modelo Lean & Green se integra por las herramientas VSM, ACV (Análisis del Ciclo de Vida), 5S, KPIs, que permiten el diagnóstico, análisis y evaluación del proceso.

Los resultados de la integración de ambos enfoques permiten obtener mejoras como: reducción del tiempo de ciclo 26,86 minutos a 22,92 minutos, además el consumo de agua disminuye de 2212,90 litros a 1749,36 litros de agua por bovino y energía eléctrica 1138,13 kWh al mes a 978,86 kWh al mes.

Se concluye que analizar el proceso mediante Lean & Green mejora parámetros operacionales y ambientales usando herramientas de ambos enfoques simultáneamente, sin embargo, según la situación de la empresa para su aplicación se requiere de procesos estandarizados y monitoreos de consumo de recursos por cada línea de faenado.

**Palabras clave:** Lean Manufacturing, VSM, ACV, desperdicios verdes, recursos, Green

## ABSTRACT

The objective of the research work is to design a Lean & Green model for the process of slaughtering cattle of the Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), the presence of Lean Manufacturing waste can affect the consumption of resources and generation of environmental aspects. Through the literature, the convergence of Lean concepts and green paradigms is confirmed, specifically in the reduction of waste and resource consumption.

The research work has a qualitative-quantitative approach, flowcharts, synoptic and analytical cursograms are made, in addition the measurement of the process times according to the General Electric table is developed, establishing preliminary samples with the use of a stopwatch using the zero turn method, to identify and analyze the current situation of the process.

Based on the obtained data, the takt time, lead time is calculated to create the Value Stream Mapping (VSM). In addition, the waste identified are unnecessary movements, defects and waits, which influence the consumption of water and electricity, which are considered as Green waste. The Lean & Green model is integrated by the tools VSM, ACV (Life Cycle Analysis), 5S, KPIs, which allow the diagnosis, analysis and evaluation of the process.

The results of the integration of both approaches allow to obtain improvements such as: reduction of the cycle time 26.86 minutes to 22.92 minutes, in addition the water consumption decreases from 2212.90 liters to 1749.36 liters of water per bovine and electric energy 1138.13 kWh per month to 978.86 kWh per month.

It is concluded that analyzing the process through Lean & Green improves operational and environmental parameters using tools from both approaches simultaneously, however, depending on the situation of the company, its application requires standardized processes and resource consumption monitoring for each line of work.

**Keywords:** Lean Manufacturing, VSM, LCA, green waste, resources, Green

## INTRODUCCIÓN

Las empresas a lo largo de los años buscan mejorar la productividad para satisfacer las necesidades del mercado, cumplir estándares de calidad, tiempo de comercialización y otros parámetros, varias empresas lo han logrado mediante las herramientas de Lean, sin embargo, algunas empresas más proactivas también consideran el impacto ambiental que genera sus procesos productivos. La sinergia de Lean & Green ha sido promovida debido a un mercado cada vez más exigente y a los altos índices de contaminación y uso de recursos, se ha pretendido vincular los procesos con objetivos ambientales mediante una fabricación, producción ajustada y ecológica.

Un modelo Lean & Green permite mejorar la productividad de la empresa y simultáneamente la sostenibilidad, según estudios realizados por Engineering Sciences Laboratory este modelo identifica los desperdicios existentes en el proceso, analiza la cantidad de recursos que se consume y desechos que se genera para establecer propuestas de mejora garantizando la productividad y sostenibilidad ambiental [1] [2].

Las empresas dedicadas a actividades de faenamiento no cuentan con metodologías que permita mejorar la productividad considerando los aspectos ambientales [3] [4]. Los procesos para el procesamiento de carne se llevan a cabo con el uso de recursos como maquinarias, equipos, además emplean recursos como agua. En el proceso de faenamiento existen diversas actividades que no agregan valor que provocan un elevado consumo de agua, energía eléctrica y generación de desechos sólidos, líquidos, entre otros [4].

Las actividades que no agregan valor y el elevado consumo de recursos pueden ser optimizados mediante un modelo Lean & Green que identifica los desperdicios existentes de Lean Manufacturing para mejorar la capacidad productiva, además optimizar los recursos empleados en el proceso, garantizando una producción sostenible y mejorar la competitividad dentro del mercado.

El modelo Lean & Green analiza la situación actual del proceso de faenamiento de ganado bovino, esto implica: conocer el proceso, la distribución de planta, todos los equipos y recursos necesarios para el procesamiento de carne [5], además mediante las herramientas adecuadas para el modelo Lean & Green se identifica los desperdicios y

recursos empleados para la obtención de carne, con el propósito de minimizar los desperdicios generados en la cadena de valor y optimizar los recursos utilizados en el proceso de faenamiento de ganado bovino.

El presente proyecto de investigación consta de cuatro capítulos: el capítulo I describe la situación inicial de la empresa y la fundamentación teórica para el desarrollo del modelo Lean & Green, describe el principio de los métodos, mediciones de trabajo, la filosofía Lean Manufacturing, detalla la teoría y desperdicios de Lean & Green. El capítulo II indica el tipo de investigación, los medios necesarios para el desarrollo del trabajo de investigación y describe la etapa del procesamiento de la información. El capítulo III se centra en presentar resultados del trabajo de investigación tiene inicio en el diagnóstico de la situación actual del proceso de faenamiento de ganado bovino para posteriormente realizar es estudio de tiempos con la finalidad de conocer el ritmo del trabajo e identificar los desperdicios mediante herramientas de monitoreo para construir un modelo que integre perspectivas de Lean Manufacturing y Green, finalmente, en el capítulo IV se desarrollan las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto de investigación.

## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema de investigación**

MODELO LEAN & GREEN PARA LA MEJORA DEL DESEMPEÑO OPERACIONAL Y AMBIENTAL EN EL PROCESO DE FAENAMIENTO DEL CAMAL FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE AMBATO (CFMA)

#### **1.1.1 Planteamiento del problema**

A nivel mundial, las industrias constantemente buscan mejorar la capacidad productiva y cadena de suministro, sin considerar el impacto ambiental que genera sus procesos. Los elevados índices de contaminación y mejoras constantes en los procesos productivos han motivado a vincular los procesos con los objetivos ambientales, promoviendo la fabricación ajustada, eficiencia ecológica y las preocupaciones ambientales [6].

Las actividades que no agregan valor o desperdicios de Lean Manufacturing, presentan sinergia con Green que identifica los desperdicios ambientales y elevados consumos de recursos como agua, energía eléctrica, entre otros [7]. Por lo tanto, las nuevas investigaciones pretenden combinar las actividades de Lean con las prácticas ecológicas, siendo una ventaja competitiva que permite mejorar sus procesos empleando menos recursos, eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor, reducir los desperdicios y desechos generados en los procesos [6].

La producción de carne bovina es aproximadamente de 64,7 millones de toneladas [4], el proceso de faenado y la preparación de ganado bovinos inciden de manera significativa en la generación de residuos, en los altos índices de consumo de agua, los residuos contienen sangre, orina, restos de vísceras, tejidos [8] [9]. Además, se estima que la huella hídrica producida en el mundo el 22% corresponde a los centros de faenamiento y aproximadamente usan un 8,2 m<sup>3</sup>/t de agua, valores que indican que dichas organizaciones no son sostenibles [10] [11]. Los desechos, residuos y elevado consumo de recursos en los centros de faenamiento de ganado bovino, se encuentran relacionados con los desperdicios de Lean Manufacturing.

En Ecuador, la producción de carne es de alrededor de 200 mil toneladas, donde

anualmente se produce grandes cantidades de desechos [12], durante el proceso de faenamiento el consumo de agua y energía eléctrica es elevado, además los desechos generados provocan un alto impacto ambiental al no ser tratados de manera adecuada [13], y son causados por actividades que no agregan valor en el proceso. Sin embargo, los centros de faenamiento en el Ecuador carecen de modelos que permita mejorar el proceso de faenamiento garantizando la sostenibilidad, además es importante tener una cadena de suministro sustentable que garantice la obtención de carne de calidad [14], y un proceso amigable con el medio ambiente.

El Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), es una empresa dedicada al faenamiento, clasificación, conservación del ganado bovino, porcino y caprino para posteriormente realizar la distribución en gran parte de la ciudad. La empresa demuestra una alta responsabilidad en el control de desperdicios y mejora continua, sin embargo, no está desarrollada totalmente en temas de Lean Manufacturing y ecológicos, por lo tanto, no cuenta con metodologías o modelos innovadores [15], que permita mejorar simultáneamente la eficiencia operacional y la sostenibilidad siendo esto una desventaja para la organización.

En el CFMA se llevan a cabo diversas actividades para la obtención de carne en donde se generan actividades que no agregan valor y que pueden ser identificadas mediante Lean Manufacturing, estas actividades que no agregan también generan desperdicios de Green, en el Estudio de Impacto Ambiental realizado en el Camal Frigorífico Municipal de Ambato identifica que el proceso de faenamiento genera desechos sólidos como: heces, restos de vísceras, así también residuos gaseosos como: olores, gases [16], además, para el proceso de faenamiento se usan máquinas como: sierra eléctrica, compresor, aturdidor de res, eviscerador, amolador eléctrico, plataformas neumáticas entre otras [16], por lo tanto, las actividades que no agregan valor en el proceso de faenamiento de ganado bovino pueden incidir en el consumo de recursos energéticos, agua entre otros, generando altos costos de operación y afectando a la sostenibilidad ambiental.

El Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), cada vez tiene mayores exigencias en ser más eficiente en el uso adecuado de los recursos y minimización de los desechos, así también como en costos, calidad, tiempos de entrega y productividad,

por tanto, proporcionar un modelo que permita aumentar la eficiencia, capacidad productiva, eliminar los desperdicios de Lean, y además mantener, mejorar la sostenibilidad, aumentar la competitividad y su relación con el medio ambiente [17], es beneficioso para la empresa razón por el cual, un modelo Lean & Green permitirá mejorar el desempeño operacional y ambiental en el proceso de faenamiento de ganado bovino.

## **1.2 Antecedentes investigativos**

Las industrias en sus procesos productivos generan diversos tipos de desperdicios, ocasionando un alto impacto ambiental en caso de no ser manipulados de manera adecuada, motivo por el cual constantemente buscan mejorar la productividad garantizando la conservación del medio ambiente, reduciendo los desperdicios y empleando adecuadamente los recursos naturales [18] [19].

La integración de Lean y Green son enfoques con objetivos diferentes, pero la combinación de estos permite reducir los impactos ambientales y generar productos de calidad, además este nuevo enfoque permite romper barreras y paradigmas que tienen las empresas [20] [21], el estudio corresponde a un modelo conceptual de Lean & Green y sostenibilidad, de los cuales los resultados obtenidos fueron positivos y les permitió mejorar las condiciones ambientales disminuyendo el consumo de los recursos agua y energía, en consecuencia, a ello mejoraron la economía de la empresa [22].

De acuerdo con lo establecido, en una empresa de tipo alimenticia, en el "Diseño de la medición del rendimiento para una cadena de suministro sostenible" menciona que la implementación del modelo Lean & Green tiene una estrecha relación con la cadena de suministro [23]. Así mismo, en una investigación realizada mediante entrevistas a 392 gerentes de diversas organizaciones manufactureras en Jordania, demuestra que conocer de Lean & Green ayuda a tomar decisiones de mejoras en las cadenas de suministro y procesos productivos para mejorar la sostenibilidad [24], entonces la implementación de Lean & Green permite mejorar la gestión de la cadena de suministro manufacturera impulsando a emplear prácticas de sostenibilidad y para ello requiere la colaboración de todo el personal de la empresa [25].

De igual manera, en un caso de estudio en una industria 4.0 ubicada en Malasia se acopló el modelo Lean & Green y resultó ser una estrategia bastante económica y la mejora alcanzada fue de 18,25%, por tanto, se considera como una estrategia para mejorar la sostenibilidad [26]. Además, la integración de Lean & Green agrupa las herramientas de ambos enfoques para: evaluar el rendimiento mediante indicadores KPIs, mejorar las cadenas de producción, agregar valor a los clientes, eliminación correcta de los desechos ambientales, por tanto, recomienda desarrollar este modelo [27].

Adicionalmente, en el estudio desarrollado en dos empresas manufactureras en Reino Unido para la evaluación del proceso productivo y su sostenibilidad, lo desarrollaron mediante el mapeo del flujo de valor y obtuvieron resultados donde evidenciaron que las empresas son consideradas sostenibles desde perspectiva del cliente, pero no en sus procesos productivos [28]. De la misma manera, en un estudio de caso en PYME en Reino Unido [29], con la aplicación del VSM identificaron diversos desechos ambientales y mediante la integración Lean & Green mejoraron el desempeño operacional y ambiental, la aplicación exitosa de este modelo disminuyó la huella de carbono en un 77% y redujo el tiempo de entrega en un 63%; además, se mencionó que Lean & Green puede ser implementada como una herramienta de mejora continua.

Asimismo, en el contexto latinoamericano un estudio enfocado en una empresa manufacturera localizada en Lima, utilizó un modelo Lean & Green para identificar diversos desperdicios generados su proceso productivo, que posteriormente fueron eliminados con el uso de herramientas Lean como: 5S, Kanban, TPM; además, el modelo posee un enfoque de generar un proceso de economía circular para disminuir los desechos generados en el proceso productivo [30]. De igual manera, en Bogotá empresas manufactureras para la creación del modelo Lean & Green, emplearon otras herramientas como mapas de cadena de valor que permiten reducir los desperdicios y mejorar la sostenibilidad y competitividad empresarial [31] [32] [30].

Finalmente, en un análisis de datos de 75 empresas llevado a cabo en Brasil, respecto a la relación de la gestión ambiental y el desempeño operativo, corroboró que ambas se encuentran estrechamente relacionadas, de manera, que Lean Manufacturing influye significativamente en la gestión ambiental y en el desempeño operacional. Debido a

que los fabricantes adoptaron posturas basadas en reducir los costos y riesgos generando mayores ingresos y obteniendo una mejor imagen para su marca, al reducir los desperdicios de Lean se disminuyen los aspectos ambientales, además el costo de actividades de monitoreos ambientales disminuye siendo esto una ventaja económica [33] [31].

El Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), ha sido una empresa que cubre la demanda de carne en gran parte de la provincia Tungurahua durante varios años, el proceso de faenamiento de ganado de bovinos puede presentar demoras que afectan el desempeño operacional, debido a la presencia de actividades que no generan valor a los procesos y que inciden en el consumo de los recursos, generación de los desechos [32] [33].

### **1.3 Fundamentación teórica**

#### **Estudio de tiempos**

Consiste en técnicas que permiten evaluar la capacidad productiva mediante el tiempo estándar, la operación que puede ser ejecutado por hombre, máquina la finalidad es mejorar la productividad de una empresa [34].

#### **Métodos y medición**

- Deducción en base a experiencias anteriores
- Estudio de tiempos con cronómetros
- Estudio de tiempos predeterminados
- Muestreo de trabajo
- Síntesis de datos estándar

#### **Tamaño de muestra**

La metodología Genera Electric establece el número de observaciones que se debe realizar según el tiempo de ciclo de la actividad, como se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1.** Observaciones según la General Electric [34]

Tiempo de ciclo (min)	Número de observaciones recomendadas
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00 o más	3

### **Tiempo normal**

El tiempo normal o también conocido como tiempo básico (TN), es el tiempo requerido para realizar una actividad. La actividad se realiza por un operario calificado, sin presencia de interrupciones y a un ritmo normal de trabajo [34]. El cálculo se realiza según la ecuación (1).

$$\mathbf{TN = TMO \times FD} \quad (1)$$

#### **Donde:**

TN=Tiempo normal

TMO = Tiempo promedio observado

FD= índice de desempeño

### **Tiempo estándar**

El tiempo estándar (TS), se le conoce como el tiempo idóneo para desarrollar las actividades sin interrupciones y que permite identificar las actividades donde se presentan desperdicios de tiempo afectando el rendimiento de la empresa [35].

El cálculo se realiza según la ecuación (2).

$$\mathbf{TS = TN \times (1 + suplementos)} \quad (2)$$

**Donde:**

TS=Tiempo estándar

TN = Tiempo normal

**Filosofía Lean**

Lean Manufacturing (LM) o también conocida como manufactura esbelta, tiene como objetivos minimizar los desperdicios, que pueden ser consideradas aquellas actividades que no agreguen valor, ya sea al producto o al cliente. El objetivo de Lean Manufacturing es la mejora continua, control de calidad, mejorar la interacción de los procesos, eliminar o reducir desperdicios [36].

**Desperdicios**

Los desperdicios de Lean Manufacturing son siete, estos desperdicios pueden estar ubicados en diversas áreas de la empresa, en un determinado proceso, en la oficina o incluso puede encontrarse en toda la cadena de suministro [37]; también a los desperdicios según en la filosofía japonesa se le conoce como Mudas [38].

**Tabla 2.** Siete desperdicios de Lean Manufacturing [37]

<b>Desperdicios</b>	<b>Descripción</b>
Esperas	Existen demoras en la secuencia de trabajo.
Sobreproducción	Fabricar o producir más de lo requerido, mayor a la demanda.
Movimientos Innecesarios	Actividades, movimientos que no agregan valor.
Inventario	Materia prima en excesos, exceso de productos procesados.
Transporte	Movimientos innecesarios.
Sobre procesamiento	Realizar procesos inútiles.
Productos defectuosos	Fallos en productos terminados.

## Mapa Flujo de Valor

El mapa flujo de valor o también conocido por sus siglas en inglés como Value Stream Mapping (VSM), permite visualizar la información del proceso productivo desde el proveedor hasta el consumidor, también se muestra las actividades que no generan valor; para realizar el VSM se considera todas las actividades de una misma línea de producción [39].

### Pasos para la implementación del VSM

**Paso 1:** Para realizar el mapeo se debe seleccionar una familia de productos, es decir, los procesos que se realicen deben ser similares, emplear equipos en comunes y tener a misma carga de trabajo [40].

**Paso 2:** Realizar un levantamiento de información para obtener de datos, capacidad de producción, tiempos de procesamiento, pronósticos de ventas e indicadores de producción.

**Paso 3:** Conocer los requerimientos del cliente para ello se emplea el takt time que permite cubrir la demanda y satisfacer las necesidades del cliente.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{tiempo disponible por periodo}}{\text{demanda por periodo por cliente}} \quad (3)$$

**Paso 4:** Conocer el tiempo que el producto pasa en inventario para ello se usa la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo de inventario} = \frac{\text{cantidad de inventario disponible}}{\text{demanda diaria}} \quad (4)$$

**Paso 5:** Calcular el Lead Time que es el tiempo empleado para trasladar un producto de un proceso a otro, desde la recepción de los insumos hasta la entrega a los clientes finales [40], se usa la siguiente ecuación:

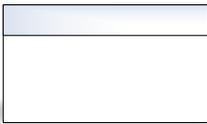
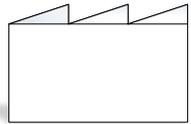
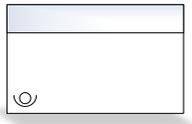
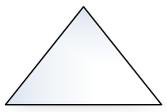
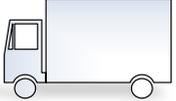
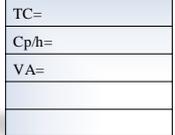
$$\text{Lead Time} = \text{tiempo de valor añadido} + \text{tiempo de valor no añadido} \quad (5)$$

**Paso 6:** Diseñar el VSM se dibuja empleando símbolos en cada una de las etapas de cadena de valor.

### Simbología VSM

La simbología VSM cuenta con símbolos propios que permite identificar y determinar las actividades de valor y el flujo de procesos [41].

**Tabla 3.** Simbología VSM [41]

Simbología VSM			
Control de producción 	Cliente/Proveedor 	Procesos 	Inventario 
Flecha de empuje 	Flecha de envío 	Camión de envío 	Tabla de datos 
Información electrónica 	Segmento escala de tiempo 	Información manual 	Estallido Kaizen 

### Cadena de suministro verde

La cadena de suministro verde es considerada como una ventaja competitiva, permite reducir los costos y mejorar las políticas ambientales [42], involucra también el ciclo de vida del producto, permite conocer el diseño, adquisición, fabricación, empaque, entrega, eliminación y reutilización.

### Desperdicios de Green

- Consumo energético excesivo
- Consumo excesivo de agua
- Emisiones a la atmosfera
- Contaminación del suelo

- Vertidos al agua y efluentes
- Ruidos
- Problema de salud en los trabajadores

### **Modelo Lean & Green**

Lean & Green puede ser definido como un modelo con un enfoque nuevo e innovador que integra la sostenibilidad ambiental y el pensamiento Lean que permite mejorar la eficiencia operacional y garantizando la sostenibilidad con la finalidad de mejorar radicalmente la capacidad productiva o la cadena de suministro para crear y entregar valor para los clientes y la sociedad en conjunto [43]. El objetivo de Lean Green es reducir o eliminar aquellas actividades que no generen valor agregado, la combinación e implementación de los dos enfoques son efectivos y mejorar la competitividad empresarial [44].

Lean Manufacturing se define como un conjunto de prácticas que pretenden en reducir los desperdicios y eliminar actividades que no agregan valor. Por otro lado, Green se define como estrategias para mejorar el desempeño ambiental de los procesos y productos de una organización.

### **Beneficios de Lean & Green**

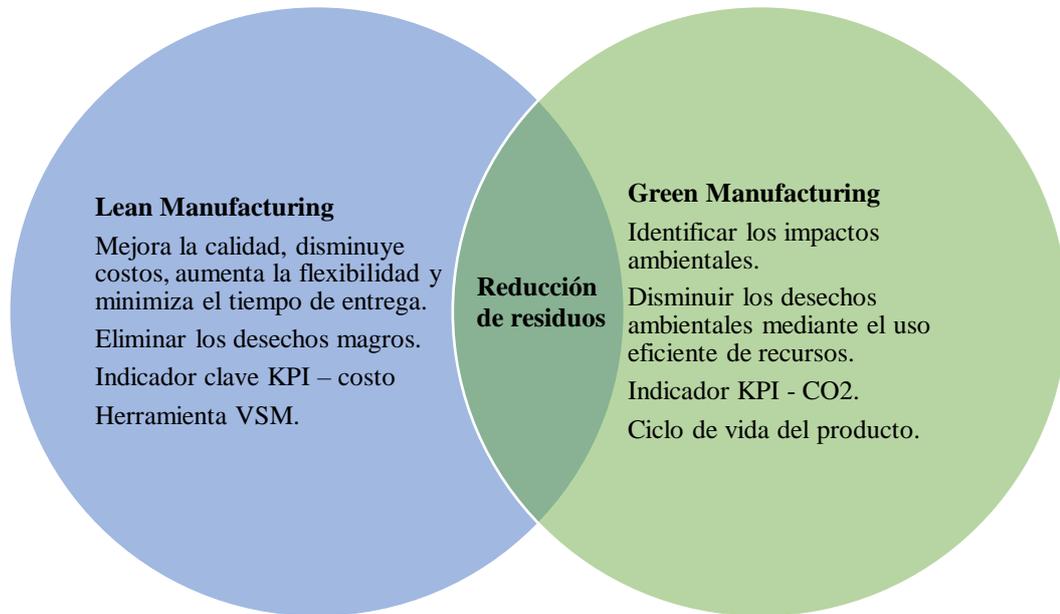
- Mejora la capacidad productiva y la sostenibilidad.
- Permite utilizar de manera eficiente los recursos como energía, agua, entre otros.
- Mejora la competitividad empresarial.

### **Relación de Lean & Green**

Lean Manufacturing y Green se encuentran estrechamente relacionadas, la combinación de sus herramientas ayuda a mejorar la capacidad operacional y la sostenibilidad. El objetivo de ambos enfoques es el mismo, es decir, reducir desperdicios, de modo que Lean & Green pueden ser muy efectivas cuando se unifican y se implementan simultáneamente, permitiendo mejorar la competencia global al aumentar la productividad con cero desperdicios [44].

Se identificaron que Lean Manufacturing tiene una relación positiva y directa con la gestión ambiental, determinando el nuevo modelo denominado Lean and Green. Esta

relación se demuestra debido a que ambos defienden la reducción de residuos y priorizan la producción más limpia.

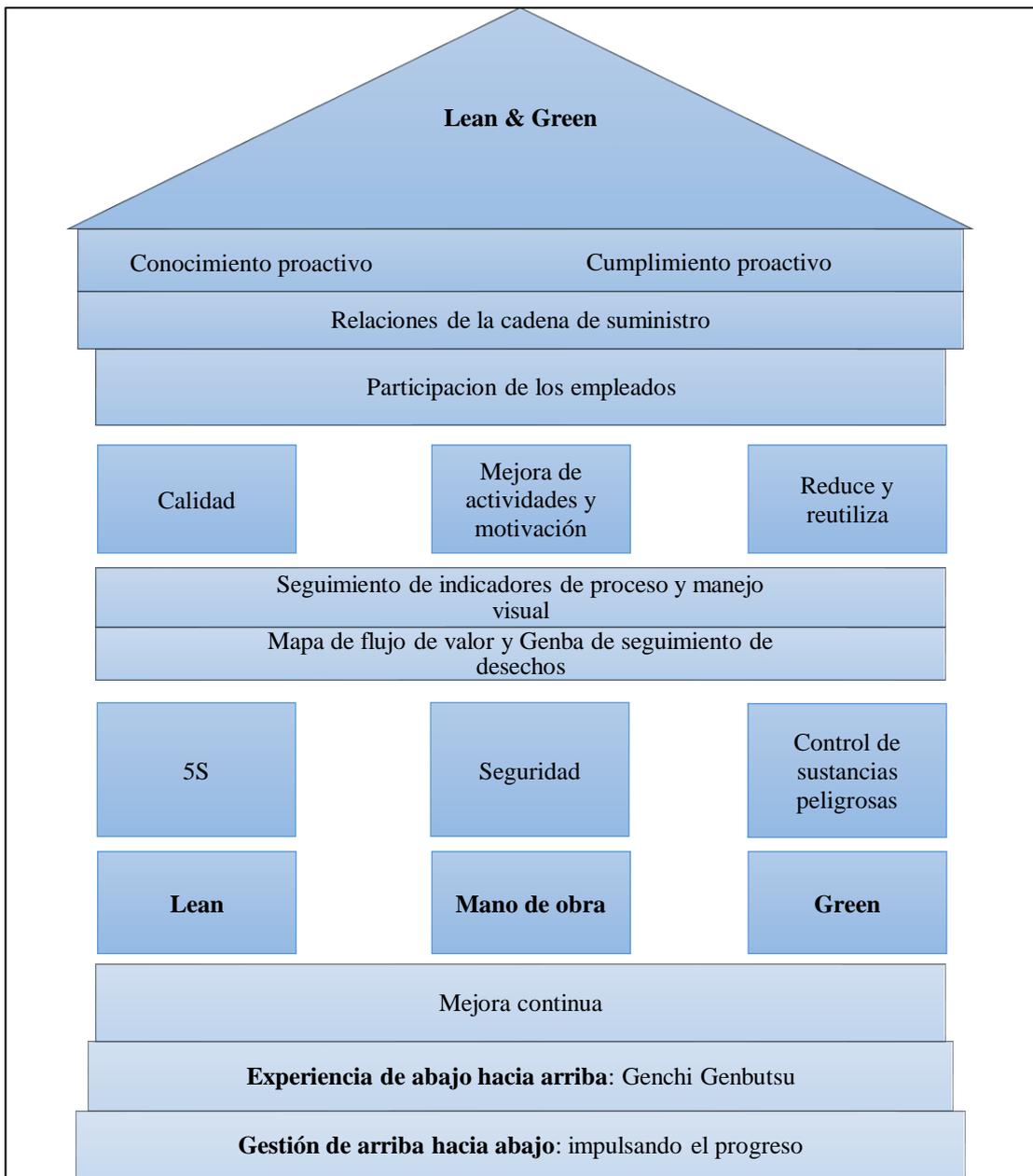


**Figura 1.** Relación de Lean & Green [44]

La integración de ambos enfoques está basada en atributos como público y organización, desperdicio, tiempo de entrega, cadena de suministro, herramientas, buenas prácticas de manufactura, indicadores de desempeño. La principal similitud de Lean & Green está en sus objetivos de reducción de residuos. Por tanto, Lean puede maximizar las ganancias al reducir los costos, mientras que el verde reduce los peligros ambientales y fomenta el uso adecuado de recursos manteniendo así el equilibrio ecológico [44].

### **Estructura de Lean & Green**

En la casa de Lean Manufacturing no se ha incluido sistemas que incorporen preocupaciones ambientales, por ello en la figura 2 se presenta una adaptación de la casa Toyota para Lean & Green donde se da la relación de las herramientas de Lean & Green [18] [44].



**Figura 2.** Adaptación estructura Lean & Green [18]

### Principios de Lean & Green

Lean & Green puede ser descrita mediante cinco principios, como se detallan a continuación en la tabla 4.

**Tabla 4.** Los 5 principios de Lean & Green [44]

N.º	Descripción de los principios de Lean & Green
1	Identificar el flujo de valor.
2	Identificar los aspectos e impactos ambientales.

**Tabla 4.** Los 5 principios de Lean & Green [41] (continuación)

N.º	Descripción de los principios de Lean & Green
3	Medir los impactos ambientales y el uso de los recursos.
4	Identificar alternativas para la reducción del impacto ambiental y reducir los desperdicios generados en el proceso para mejorar la productividad dentro del flujo de valor.
5	Mejora continua.

### Relación de desperdicios de Lean & Green

Los desperdicios de Lean generan desperdicios de Green, a continuación, se presenta una de las posibles relaciones de los desperdicios [44].

**Tabla 5.** Relación de desperdicios Lean & Green [44]

Lean	Green
Defectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desperdicio de materias primas y energía.</li> <li>- Gestión de retratamientos (energía).</li> </ul>
Sobreproducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso innecesario de energía y materias primas, mayor seguridad problemas en caso de que se trate de sustancias peligrosas, posibles aumentos de las emisiones directas de salida.</li> </ul>
Movimientos innecesarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo de recursos.</li> </ul>
Reprocesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso excesivo de energía y recursos.</li> </ul>
Esperas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo de energía y recursos.</li> <li>- Basura.</li> </ul>
Inventario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso excesivo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación.</li> <li>- Material adicional potencial utilizado y producción de basura debido a embalaje añadido y posible deterioro de los productos.</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de energía en los transportes.</li> <li>- Emisiones generadas en el aire.</li> </ul>
Bajo potencial de personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salud y Seguridad.</li> </ul>

### Indicadores

Los indicadores específicos son propios y depende de cada sector industrial, y mediante el uso de ellos se puede medir los objetivos ambientales planteados, para ello se usa los KPIs [18].

### **Establecer prioridades ambientales**

Los KPIs permiten conocer cuáles son las prioridades ambientales, es decir, el consumo de material, agua y energía, la generación de desechos [18].

$$\text{Residuos (kg)} = \frac{\text{cantidad de residuos por lote}}{\text{Total de residuos}} \quad (6)$$

$$\text{Energía eléctrica (MWh)} = \frac{\text{watts consumidos por equipo}}{\text{Total de watts consumidos}} \quad (7)$$

### **Cantidades de reprocesos (Unidades)**

$$= \frac{\text{cantidad de productos reprocesados}}{\text{Total de producción}} \quad (8)$$

### **Métricas ambientales**

La manufactura y el pilar ambiental pueden ser evaluados mediante diversas métricas, el uso prudente de recursos naturales permite garantizar la sostenibilidad, se enfatiza en monitorear el uso de recursos como el agua y energía eléctrica para que una producción sea considerada sostenible, en base a este contexto las métricas a ser evaluadas son:

- Consumo de agua en el proceso
- Consumo de energía

### **Métrica del consumo de energía**

La sostenibilidad ambiental presenta una relación directa con el consumo de energía eléctrica, debido a la emisión de gases. Por lo tanto, el consumo de agua es analizado, e identificadas las áreas que emplea máquinas y equipos suministrados por energía eléctrica en cada proceso.

### **Métrica del consumo de agua en el proceso**

El consumo de agua es un aspecto importante que permite mejorar la sostenibilidad ambiental que se debe analizar y se realiza determinando la cantidad usada durante cada una de las actividades del proceso [45].

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Proponer un modelo Lean & Green para la mejora del desempeño operacional y ambiental en el proceso de faenamiento de ganado bovino del Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA).

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar los desperdicios del proceso de faenamiento de ganado bovino.
- Establecer las herramientas adecuadas para el análisis de desperdicios de Lean & Green en el proceso de faenamiento de ganado bovino.
- Determinar un modelo Lean & Green enfocado en reducir los desperdicios generados en el proceso de faenamiento de ganado bovino.

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

### 2.1 Materiales

El desarrollo del proyecto de investigación requirió del uso de algunos materiales. En la tabla 6 se describen los materiales que se utilizó para las visitas, registro, ejecución y análisis de datos.

**Tabla 6.** Materiales

Material	Descripción	Imagen
Cronómetro	Utilizado para realizar la medición y toma de los tiempos. <b>Marca:</b> ELICROM <b>Modelo:</b> PS532 <b>Fecha calibración:</b> 2022-09-24	
Cámara fotográfica	Recolección de evidencias.	
Cinta métrica	Instrumento empleado para obtener las dimensiones del área del proceso de estudio.	
Celular	Equipo tecnológico empleado para el almacenamiento de información.	
AutoCAD 2018	Software utilizado para el diseño de la distribución de planta.	
Visio	Recurso empleado para la creación de diagramas de flujo, mapa de flujo de valor VSM, modelo Lean & Green.	
Paquete office	Utilizado para la recopilación, análisis, interpretación de datos e información.	
SimaPro	Programa empleado para realizar el análisis del ciclo de vida del proceso caso de estudio.	
FlexSim	Software utilizado validar datos recopilados del proceso.	
Total Decision	Empleado para la selección de las herramientas a aplicar en el modelo Lean & Green.	

## **2.2 Métodos**

### **Enfoque**

La investigación posee un enfoque cuali-cuantitativo; es cualitativo porque para la recolección de información se empleó la observación que permitió determinar los desperdicios en el proceso de faenamiento de bovinos que son visuales y se estableció propuestas que ayuden a mejorar el proceso.

La investigación es cuantitativa porque mediante la recolección de datos se realizó un estudio de tiempos que permitió analizar y procesar los datos empleando las herramientas y técnicas adecuadas desde la perspectiva Lean & Green, que permite mejorar el proceso.

### **Tipo de investigación**

#### **Investigación descriptiva**

El proyecto de investigación es de este tipo porque permitió detallar los desperdicios generados en el proceso de faenamiento de ganado bovino en el Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), así también como se determinó los desperdicios más significativos y se estableció relación de la sinergia de Lean & Green.

#### **2.2.1 Modalidad de investigación**

La investigación se encuentra bajo la modalidad aplicada, debido a que en su desarrollo se planteó propuestas de mejora para el proceso de faenamiento de ganado bovino en Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), motivo por el cual se utilizó como sustento los conocimientos adquiridos en la carrera al igual que la investigación de fuentes primarias y secundarias.

#### **Investigación bibliográfica – documental**

El desarrollo de la investigación requiere de esta modalidad, porque mediante la revisión de diversas fuentes bibliográficas confiables primarias y secundarias se adquirió conocimiento de la sinergia de Lean & Green, así también como el procedimiento, aplicación, beneficios de un modelo Lean & Green y de esta manera se recolectó información que contribuya al tema de estudio. Para la recopilación de

información de fuentes bibliográficas se empleó la metodología prisma, que se detalla a continuación:

## **Metodología Prisma**

### **Preguntas de investigación**

Se estableció el número de tres preguntas de investigación. Estas preguntas son relacionadas al tema y se basó en tres puntos de vista. A continuación, en la tabla 7, se muestra las preguntas formuladas.

**Tabla 7.** Preguntas de investigación

<b>Número</b>	<b>Pregunta de investigación (RQ)</b>	<b>Motivación</b>
RQ1	¿Se puede implementar Lean Manufacturing y manufactura ecológica?	Determinar la sinergia de Lean & Green.
RQ2	¿Cuáles son las herramientas que pueden ser aplicadas en el modelo Lean & Green?	Identificar las herramientas que permitan desarrollar el modelo Lean & Green.
RQ3	¿Qué se ha logrado al implementar Lean & Green?	Conocer los enfoques y resultados obtenidos al implementar el modelo Lean & Green.

### **Búsqueda de documentos**

La búsqueda bibliográfica que se realizó abarcó artículos desde 2018 hasta 2023. El rango fue establecido porque constantemente se realizan estudios de nuevas metodologías, modelos y se consideró que cinco años es un tiempo preciso para usar los antecedentes, implementaciones actuales de este modelo y comprender los enfoques[1].

Se emplearon términos específicos según con las tres perspectivas descritas en la sección anterior.

Para VP1 (“lean manufacturing” O “manufactura esbelta” O “producción circular” O “producción sin desperdicios” O “cadena de suministro verde”) Y (“Lean & Green”), para VP2 (“cárnicos” O “faenamiento” O “producción” O “desperdicios” O “sostenible”) Y (“sostenible” O “producción ajustada”). Finalmente, para VP3,

("logística verde" O "producción sostenible" O "minimización de recursos" O "Camal") Y ("Lean & Green" O "producción verde"). En base a títulos y resúmenes, los documentos fueron revisado, en detalle, por la investigadora.

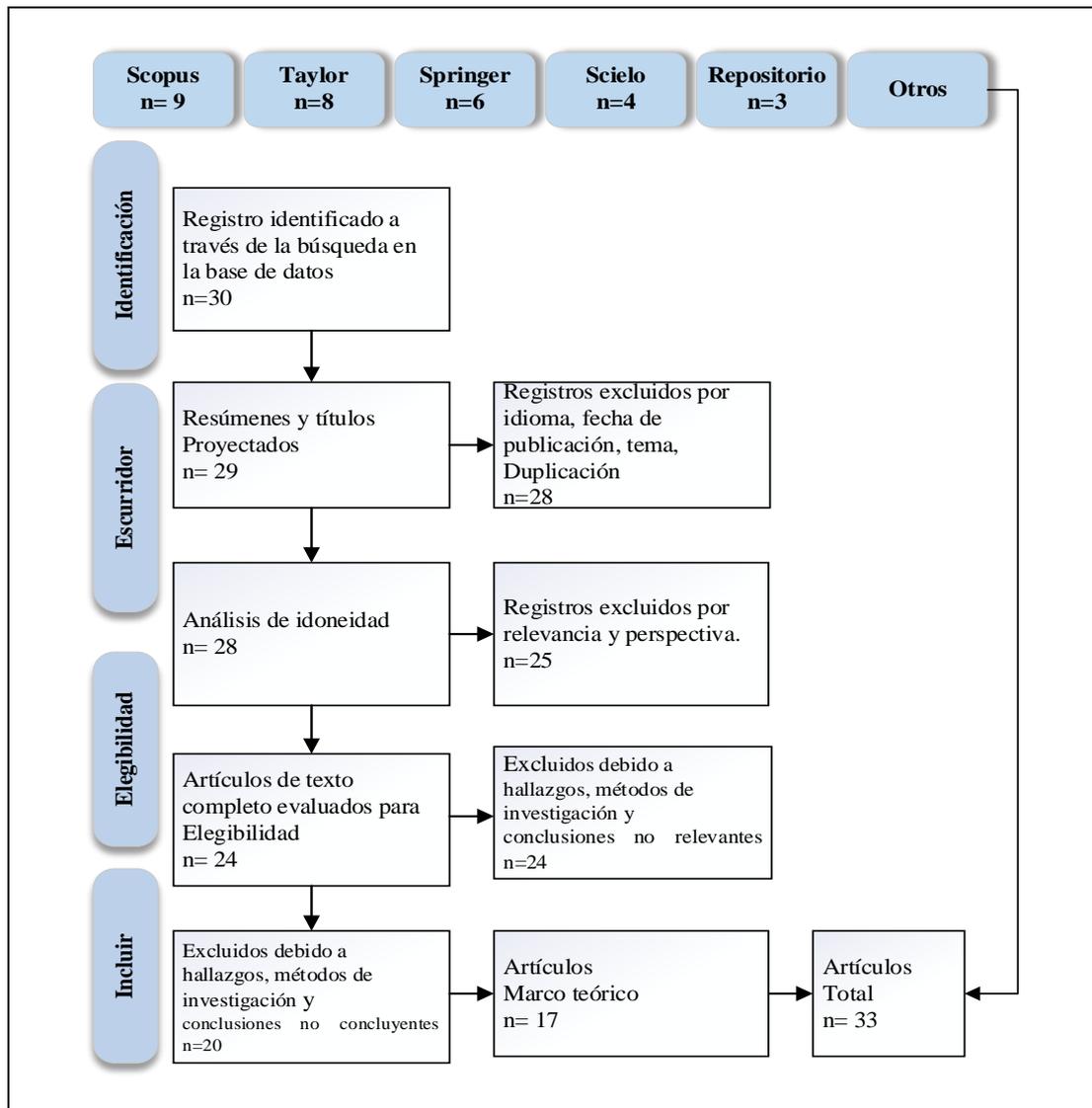
### **Selección de artículos**

Se dividió en 4 partes, primero se tomó en cuenta artículos relacionados con Lean Green, y se excluyó los artículos duplicados, también se consideró los artículos publicados a partir del año 2018 hasta 2023, excluyendo todos los artículos no relacionados con el tema, así también se consideró los artículos relacionados con manufactura esbelta y ecológica, excluyendo todos los artículos de diferentes áreas y finalmente se consideró artículos donde mencionan las ventajas o beneficios de un modelo Lean Green excluyendo artículos no relacionados con el tema.

**Tabla 8.** Inclusión y exclusión de artículos

<b>Número</b>	<b>Inclusión</b>	<b>Exclusión</b>
C1	Artículos relacionados con el modelo Lean & Green.	Artículos duplicados.
C2	Artículos publicados de 2018 a 2023.	Artículos no relacionados con manufactura esbelta y ecológica.
C3	Artículos relacionados con manufactura esbelta y ecológica.	Artículos publicados de diferentes áreas.
C4	Artículos relacionados con beneficios y ventajas de Lean & Green.	Artículos no relacionados con Lean & Green.

A continuación, en la figura 3 se presenta el diagrama de la metodología Prisma usando.



**Figura 3.** Diagrama de metodología PRISMA

### Extracción de datos

Finalmente, se procedió a realizar la extracción y selección de artículos relevantes y relacionados con el tema teniendo un total de 33 artículos, como se muestra en el Anexo 1.

### Investigación de campo

Se empleó este tipo de investigación, porque se acudió a las instalaciones del Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), específicamente en el área del proceso de faenamiento de ganado bovino, donde se conoció la situación actual del proceso, recolectó datos e información que permitieron el cumplimiento de los objetivos y el

correcto desarrollo del proyecto de investigación.

### **2.2.2 Población y muestra**

El proyecto de investigación consideró a la población general del área de faenado de bovinos que está integrado por 17 trabajadores. Se consideró las personas porque el estudio de tiempos se ejecutó en el área de faenado, y se requiere de la asignación de valores de desempeño y suplementos a los trabajadores. La medición de tiempos del proceso se realizó con un cronómetro ELICROM modelo PS532 que dispone de un certificado de calibración como se presenta en el Anexo 2, el estudio de tiempos se realizó en función a las muestras previas según General Electric, como se muestra en la tabla 1, el estudio de tiempos se desarrolló en un periodo de 4 semanas, en un tiempo de 3 horas de la jornada laboral.

### **2.2.3 Recolección de información**

La recopilación de datos inició con las visitas a la empresa para conocer los procesos que se lleva a cabo y los recursos que emplean en el mismo; de esta manera se procedió a realizar la descripción del área, de los procesos, y se realizó el estudio de tiempos según la tabla General Electric [1], para conocer la situación actual y determinar los desperdicios presentes en la organización, además se realizó la búsqueda de información relacionada con el consumo de los recursos empleados en el cada una de las etapas del proceso.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se empleó las siguientes técnicas y métodos de recolección de información:

- **Observación directa**

La recolección de información en el proceso de faenamiento de bovinos se lo realizó mediante observación directa en días de trabajo normales, sin interrupciones de las actividades de los trabajadores, y se utilizó herramientas como listas de chequeo y de esta manera se obtuvo información de la situación actual del proceso de faenamiento de ganado bovino.

- **Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos se realizó en el área de faenamiento de bovinos, el estudio de tiempos se ejecutó con un cronómetro ELICROM, y siguiendo los siguientes parámetros:

1. Se describieron las actividades y proceso del faenamiento de bovinos del CFMA.
2. Previo al estudio de tiempos se recopiló 5 muestras preliminares para determinar el número de observaciones a realizar, el número de muestras a realizar se determinó según la tabla 1 de General Electric.
3. Una vez establecido el número de observaciones a realizar para cada proceso, se cronometró cada de una de las actividades con el método de vuelta cero que consiste en tomar el tiempo de la tarea, una vez finalizada se registró y se vuelve a cero el reloj para tomar el tiempo de la siguiente tarea.
4. Posteriormente se calculó la valoración del ritmo de trabajo en función de la tabla británica Anexo 4 y la observación directa.
5. Se añadió valores de suplementos que consiste en asignar al tiempo medido valores de necesidades personales, fatigas según el Anexo 4.
6. Una vez obtenido los datos se calculó el tiempo estándar para cada una de las actividades.

### **Herramientas**

De igual manera las herramientas o recursos se utilizan según las actividades que permitieron cumplir los objetivos del trabajo de investigación, como se presentan en la tabla 9,10 y 11.

**Tabla 9.** Técnica, instrumentos Objetivo 1

Objetivo	Técnica/ Método	Instrumentos o herramientas	Recursos
Identificar los desperdicios del proceso de faenamiento de ganado bovino.	Observación directa	Fichas de observación	<p><b>Tecnológicos</b></p> <p>Cronómetro, computador portátil, Microsoft Excel</p> <p><b>Humanos</b></p> <p>Jefa del camal, investigador</p> <p><b>Temporales</b></p> <p>3 hora diarias para de tiempo para analizar la situación del proceso por 4 semanas.</p>
	Medición del tiempo	Cronómetro	

**Tabla 10.** Técnica, instrumentos frecuencia Objetivo 2

Objetivo	Técnica/Método	Instrumentos o herramientas	Recursos
Establecer las herramientas adecuadas para el análisis de los desperdicios de Lean & Green de faenamiento de ganado bovino.	Observación directa	Fichas de observación	<p><b>Tecnológicos</b></p> <p>Computador portátil, Microsoft Visio, Microsoft Excel, Microsoft Word, Total Decision</p> <p><b>Humanos</b></p> <p>Investigador</p>
	Técnicas de interpretación Observación directa	VSM	
	Análisis documental	AHP (Proceso Analítico Jerárquico)	

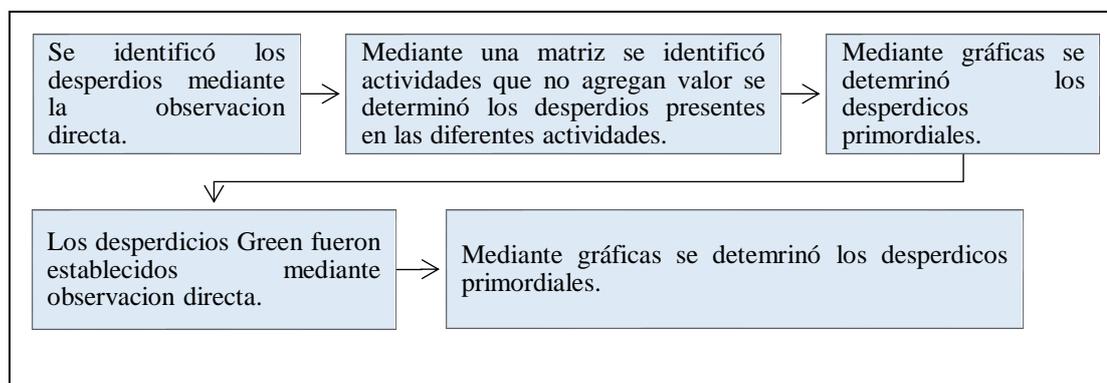
**Tabla 11.** Técnica, instrumentos frecuencia Objetivo 3

Objetivo	Técnica/Método	Instrumentos o herramientas	Recursos
Determinar un modelo enfocado en reducir los desperdicios generados en el proceso de faenamiento de ganado bovino.	Análisis documental	Fuentes primarias, artículos, normas	<p><b>Tecnológicos</b></p> <p>Office 365, SimaPro, FlexSim</p> <p><b>Humanos</b></p> <p>Investigador</p> <p><b>Temporales</b></p> <p>4 hora diarias para dar cumplimiento al tercer objetivo por 8 semanas.</p>
	Revisión de documentos	Fuentes primarias	
	Revisión de documentos	Fuentes primarias	

#### 2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Una vez recopilado los datos se procedió a revisar que la información obtenida sea la adecuada y se descartó aquellos datos incompletos, innecesarios o simplemente equivocados. Para la introducción de los datos primero se tabuló los datos recopilados, mediante el uso de Microsoft Excel del Office 360 y Microsoft Word del office 360.

- Mediante los datos obtenidos se diseñó diagramas de flujos del proceso empelando el Software Microsoft Visio, usando Microsoft Excel del Office 360 se realizó cursogramas analíticos del proceso de faenado de bovinos donde se describen cada una de las actividades.
- Los datos del estudio de tiempo ejecutado mediante el uso de Microsoft Excel del Office 36, permitieron calcular las capacidades de producción, takt time, actividades que agregan y no agregan valor.
- Posteriormente se calculó el Lead Time y se diseñó un VSM, para su creación se utilizó el Software Microsoft Visio. El VSM permitió visualizar los materiales, demanda, tiempos, inventarios, información física, electrónica necesaria para la ejecución del proceso, además facilitó la representación de los desperdicios identificados en la cadena de valor.
- Se definió los desperdicios de Lean Manufacturing presentes en el CFMA, a través de la identificación de actividades que no agregan valor, también mediante la observación directa se establecieron los desperdicios considerados como Green, y se identificó los más significativos en el proceso mediante una matriz.



**Figura 4.** Identificación de desperdicios

Los pasos planteados en la figura 4, permitieron realizar el análisis de los desperdicios identificados en el proceso de faenamiento de bovinos.

- Mediante el método AHP se seleccionó las mejores alternativas de herramientas a aplicar el modelo Lean & Green con el software Total Decision, con los siguientes pasos:
  1. Se elaboró una lista con las opciones del problema a calificar.
  2. Se escogió criterios.
  3. Se diseñó la matriz señalando las opciones y los criterios.
  4. Estableció una tabla para evaluar las diferentes opciones.
  5. Se otorgó a cada criterio y alternativa un valor basado en la escala de Saaty.
  6. Se valoró los resultados.
- La definición de indicadores Lean & Green para el análisis del modelo propuesto se realizó mediante revisión el proceso de búsqueda de información en documentos científicos que relacionaron la fabricación esbelta, ecológica y de esta manera determinar indicadores en relación con los desperdicios asociados a cada proceso principal del CFMA.
- El modelo Lean & Green se construyó en relación con los datos y resultados previos obtenidos, se utilizó el Software Microsoft Visio.  
Para la validación del modelo se realizó el ciclo de vida del proceso mediante los datos proporcionados por la empresa de evaluaciones ambientales, también se realizó cálculos de ratios de operaciones y de actividades, también se estimó el consumo de agua empleando el método volumétrico proporcionado por la FAO y se calculó aproximado del consumo de energía eléctrico por bombillas.

Además, se emplearon los siguientes programas:

- SimaPro: el inventario del análisis de ciclo de vida fue procesado en este software.
- FlexSim: los datos obtenidos se procesaron para evidenciar las mejoras.

- Software Microsoft Word de Office 360: para detallar el análisis y la interpretación de los datos. Finalmente, esta es la última etapa del procesamiento y análisis de datos, consistió analizar y plantear posibles alternativas de soluciones o mejoras, culminando el desarrollo del trabajo de investigación. Se utilizó el Software Microsoft Word Office 360 para la elaboración y presentación del trabajo de investigación.

## CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Descripción de la empresa

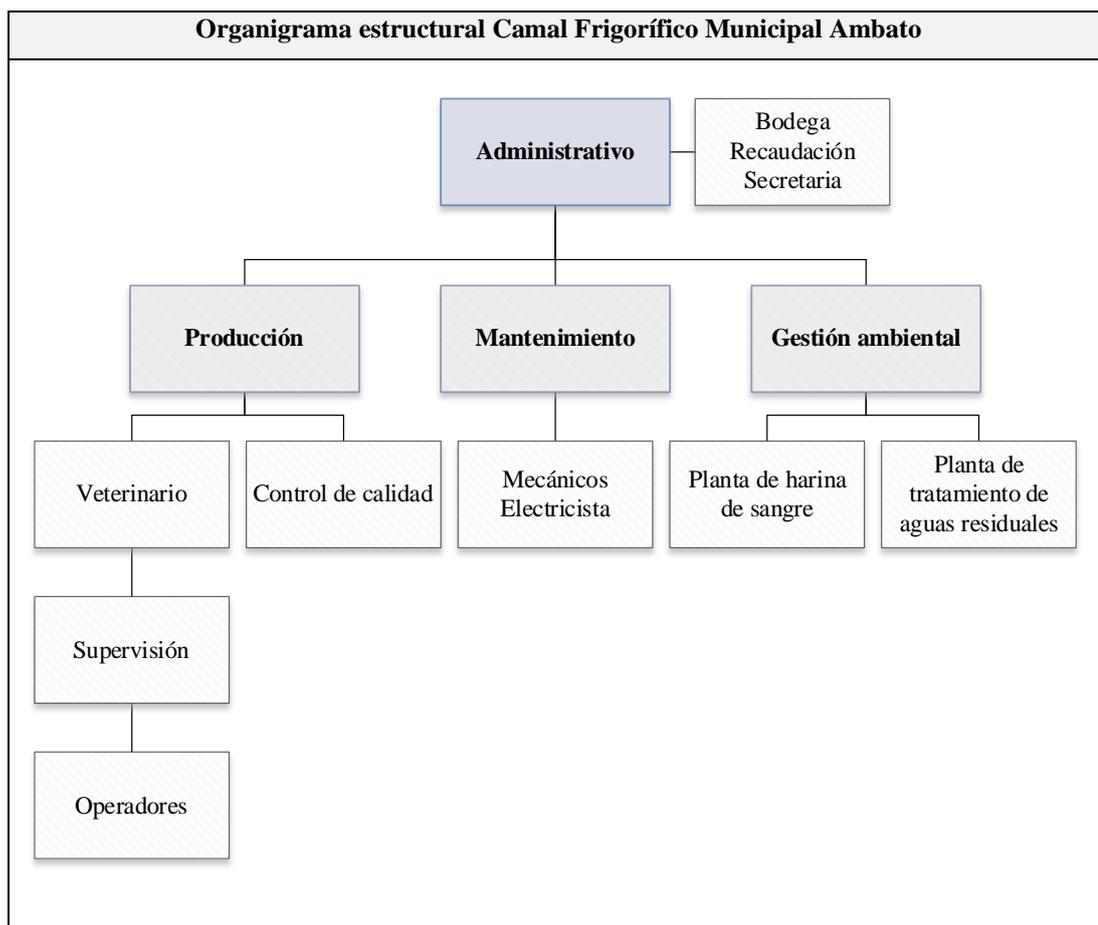
El Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), es una Unidad de Servicios Públicos del GAD Municipalidad de Ambato, que brinda servicios de faenado de ganado bovino, porcino, ovino y caprino durante 22 años, y lleva a cabo diversas actividades para el procesamiento de carne y vísceras aptas para el consumo humano, en la tabla 12 se indica datos del CFMA.

**Tabla 12.** Información de la empresa

<b>Información de la empresa</b>	
<b>Dirección</b>	Parque Industrial de la parroquia Izamba, cantón Ambato, Provincia de Tungurahua  
<b>Razón social</b>	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato.
<b>Horario laboral</b>	Domingo a jueves en horario de 7:00 am a 16:00 pm.
<b>Área</b>	El área total del Camal es de 43777 m <sup>2</sup> y con un área de 32000 m <sup>2</sup> destinado a actividades laborales.

#### 3.1.1 Estructura organizacional

El organigrama funcional permite controlar y dar soporte a los diferentes procesos de faenamiento, la administración coordina tres niveles: producción, mantenimiento y gestión ambiental. En la figura 5, se presenta el organigrama del Camal Frigorífico Municipal Ambato.



**Figura 5.** Organigrama estructural

### 3.1.2 Clasificación industrial según la CIU

El Camal Frigorífico Municipal de Ambato (CFMA), según la clasificación del CIU es: CIU C1010.11 que considera la explotación de mataderos que realizan actividades de sacrificio, faenamiento, preparación, producción y empacado de carne fresca refrigerada o congelada en canales o piezas o porciones individuales de: bovino, porcino, ovino, caprino.

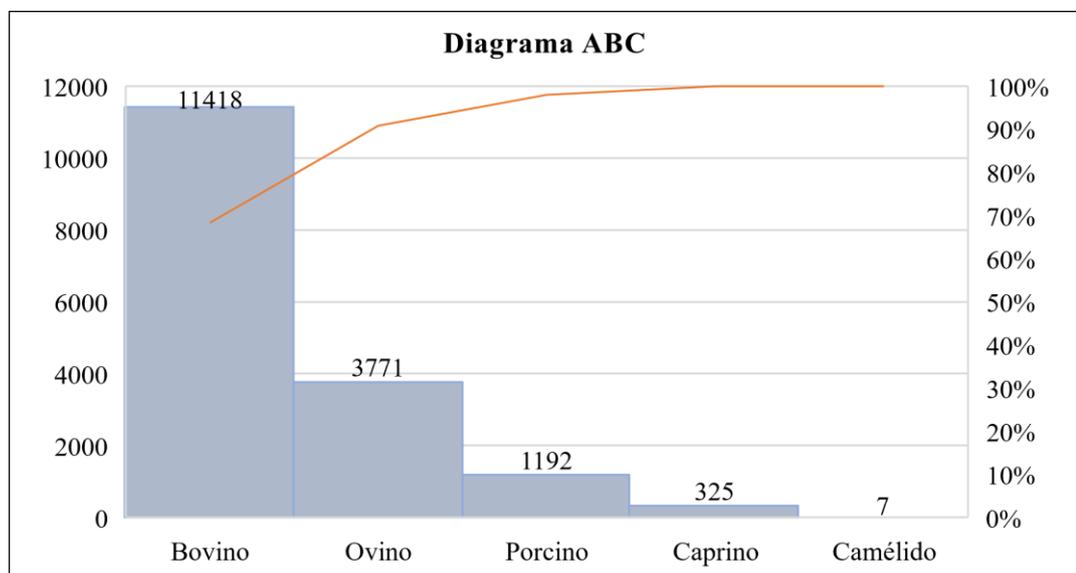
### 3.1.3 Diagrama ABC

Para realizar el diagrama ABC se ordenan los datos de mayor a menor en función a la cantidad faenada, y se calcula el porcentaje relativo y el porcentaje acumulado para categorizar en A, B y C.

**Tabla 13.** Demanda del servicio de faenado

Tipo de ganado	Cantidad faenada	% Relativo	% Acumulado	ABC
Bovino	11418	68,32%	68,32%	A
Ovino	3771	22,56%	90,88%	B
Porcino	1192	7,13%	98,01%	C
Caprino	325	1,94%	99,96%	C
Camélido	7	0,04%	100,00%	C
<b>Total</b>	<b>16713</b>			

El faenado de ganado bovinos corresponde a la categoría A, dentro de la categoría B se encuentra el faenado de ovinos y finalmente en la categoría C está el ganado de tipo porcino, caprino y camélido.



**Figura 6.** Diagrama ABC servicio faenado

### Interpretación

En la figura 6, se presenta el diagrama ABC de la planta de faenamiento del camal, compuesto por 5 tipos de ganado, donde se caracterizó según el número de unidades procesadas al año, dando como resultado que la línea de faenado de bovinos es la más significativa con una cantidad de 11418, seguido de ovinos con un valor de 3771, porcinos 1192, caprino 325 y camélido 7.

## **Análisis**

El proceso de faenamiento de bovinos representa el 80% de la producción de carne de la planta. Por tanto, es la línea de faenado que puede incidir en el mayor consumo del nivel de recursos como agua y energía, así también, es el proceso que genera índices altos de desperdicios, que pueden afectar al ambiente, motivo por el cual, el estudio se desarrolló en esta área.

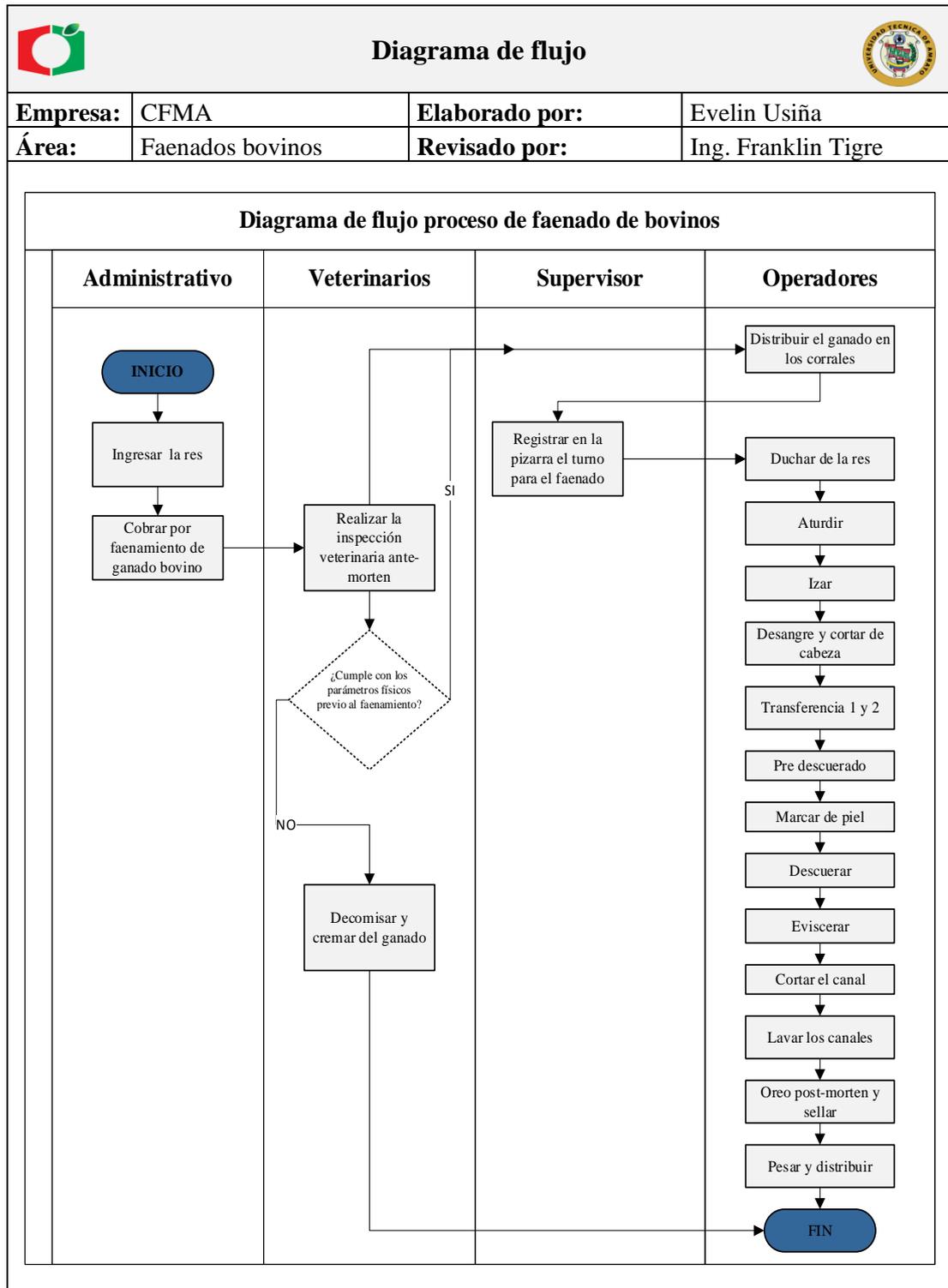
### **3.1.4 Distribución del área de faenamiento de bovinos**

La Unidad de Servicios Públicos CFMA, cuenta con una distribución de planta que permite tener un proceso continuo, iniciando con el ingreso del ganado bovino en pie a los corrales, donde permanecen en reposo y son inspeccionadas, después las reses pasan al área de duchado, para ser ingresadas a la zona de noqueo, además son elevadas al riel en el área de izado, seguidamente pasan al área de desangre, a la zona de transferencia de pata 1 y 2, luego al área de descuerado y marcado, también son trasladadas al área de eviscerado, seguidamente pasan al corte de canal, lavado del canal, almacenado (oreo post mortem) y finalmente al área de despacho de bovinos. En el Anexo 3 se puede observar la distribución del área del proceso de faenado.

### **3.1.5 Diagrama de flujo del proceso de faenado de ganado bovino**

Para una mejor comprensión del proceso de faenamiento de bovino se realiza la representación gráfica de las actividades de manera secuencial del proceso, como se presenta en la tabla 14.

Tabla 14. Diagrama de flujo del faenamiento de bovinos



En el proceso de faenamiento existen las actividades de recepción del ganado e inspección, que se realizan un día antes del faenamiento debido a que los animales deben reposar en los corrales alrededor de 4 horas que permite proporcionarles un descanso corporal y digestivo.

### 3.1.6 Descripción del proceso de faenado de ganado bovino

El proceso de faenado de ganado bovino involucra varias actividades para la obtención de carne. A continuación, se describe el proceso clasificado por áreas y actividades.

- **Recepción**

Los propietarios deben contar con la guía de movilización, una vez que se encuentra en el corral de ingreso se coloca la marca de inductor, que sirve para identificar al final del proceso faenamiento, tanto del canal (bovinos faenados), como de las vísceras, seguidamente son revisados por el veterinario. Además, se realizan exámenes ante-mortem y post-mortem (examen que permite conocer el estado de salud y características fisiológicas de los animales). Mientras los bovinos permanecen en los corrales, estas defecan y orinan que provocando un elevado contenido de compuestos nitrogenados durante la limpieza con agua de los corrales. El promedio estimado de consumo de agua para la limpieza de corrales es de 5 a 15 l/m<sup>2</sup>, valor estimado en la auditoría ambiental de cumplimiento bienal del CFMA.



**Figura 7.** Recepción

- **Duchado**

Antes del proceso de aturdimiento las reses son duchadas, con la finalidad de disminuir los niveles de estrés, que influye en la calidad de la carne, son duchados con agua fría para reducir la temperatura del animal y actúa como vasodilatador.



**Figura 8.** Duchado

- **Noqueo**

Las reses ingresan a un breter donde mediante una pistola neumática de 190 psi con émbolo penetrante accionada por el operario, las reses pierden la conciencia desplomándose al piso y se procede a trasladar al área de izado con la ayuda de una cadena y tecele eléctrico que eleva la res hasta quedar anclada al riel.



**Figura 9.** Noqueo

- **Izado**

La res es sujeta con unas cadenas y un trole de izada en una las extremidades inferiores para ser levantada y trasladada al siguiente proceso. La res es elevada para evitar contaminantes.



**Figura 10.** Izado

- **Desangre y corte de cabeza**

La res se encuentra colgada del riel, el operario con un cuchillo procede a cortar la región vascular y la sangre se derrama provocando la muerte de la res debido a la anemia aguda que se genera. En este proceso se corta el cuello para separar la cabeza del cuerpo.

- **Transferencia 1 - 2 y pre-descuerado**

En la transferencia 1 el operario, empleando una cortadora neumática, retira las extremidades inferiores de la res. En la transferencia 2 se procede a retirar los órganos reproductores de la res, con un cuchillo. Después el operador realiza un corte en la línea alba de la piel, esto facilita el descuerado.



**Figura 11.** Transferencia 1 - 2 y pre-descuerado

- **Marcado**

Con un pigmento natural, el operador marca en la piel con el código del introductor para identificar sus vísceras y el canal. Además, se lava los excesos de sangre y las reses son transportadas al área de descuerado y los bovinos pasan al siguiente proceso donde con el uso de un cuchillo realizan cortes pequeños con la identificación del código del introductor.



**Figura 12.** Marcado

- **Descuerado**

Los extremos de la piel son sujetados con cadena y el operador con ayuda de un elevador y un cuchillo empieza a despojar la piel mientras que las cadenas se encuentran accionadas para desprender la piel, y luego trasladarla al área de distribución hasta que el propietario retire.



**Figura 13.** Descuerado

- **Eviscerado**

Con una sierra eléctrica se realiza un corte en la zona del esternón y se procede a retirar las vísceras, clasificándolas en rojas (corazón, hígado, etc.) y blancas (intestinos, estómago, etc.).

Para trasladarlas al área de limpieza y lavarlas con hidróxido de calcio, las dosis empleadas no generan afecciones en la salud, el consumo de agua es abundante para retirar el químico.

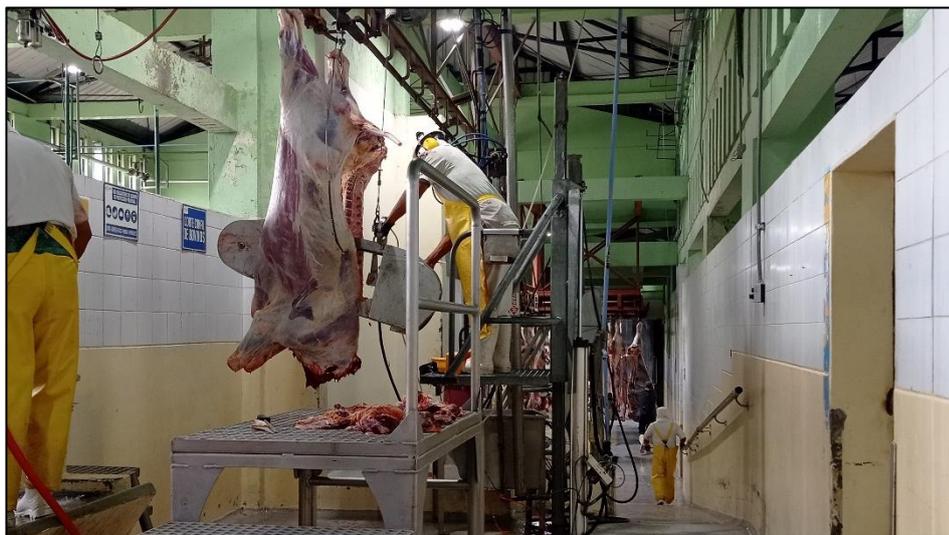
Una vez finalizado la limpieza se realiza el examen post-mortem para la entrega a los propietarios. En este proceso se obtiene contenido ruminal y residuos semilíquidos que son trasladados por tuberías. Además, el líquido biliar de la vesícula de las reses es comercializado para la elaboración de fármacos.



**Figura 14.** Eviscerado

- **Corte de la canal**

El operario divide en dos medias canales, es decir, realiza un corte por la columna para dividir en dos, esta actividad es realizada con la ayuda de una sierra eléctrica, para realizar el corte el operario se eleva usando una plataforma hidráulica.



**Figura 15.** Corte de canal

- **Lavado de canales**

El lavado de canales se ejecuta para eliminar manchas de sangre y cualquier tipo de impurezas provenientes de procesos anteriores. Se ejecuta con agua fría empleando

una manguera, una bomba de alta presión y una plataforma neumática, el lavado se realiza de arriba hacia abajo.



**Figura 16.** Lavado de canales

- **Oreo post-morten y sellado**

La carne debe reposar para evitar el crecimiento bacteriano, después se realiza el examen post-morten y sellado con colorante vegetal. El canal de la res debe pasar por rigor mortis para la maduración y alcanzar las condiciones adecuadas para el consumo.



**Figura 17.** Oreo post – morten

- **Pesado y Distribución**

Los canales son pesados y distribuidas en furgones, que cumplen con todos los parámetros adecuados para el transporte de carne, además son vehículos que cuentan con autorización por parte del Camal Municipal de Ambato.



**Figura 18.** Distribución

### **3.1.7 Recursos empleados en el proceso de faenamiento de ganado bovino**

La Unidad de Servicios Públicos (CFMA), ha realizado una gran inversión en infraestructura y maquinaria, para que el proceso de faenado sea adecuado y cumpla con la normativa, garantizando la calidad e higiene durante el procesamiento de carne.

### **3.1.8 Descripción de maquinarias y equipos**

Los equipos y máquinas empleados en el proceso de faenamiento se describen en la tabla 15.

**Tabla 15.** Descripción de máquinas y equipos

		<b>Máquinas y equipos</b> 	
<b>Empresa:</b>	CFMA	<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña
<b>Área:</b>	Faenados bovinos	<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre
Nombre	Proceso	Cantidad	Imagen
Puerta neumática y giratoria	Noqueo	1	
Grúa eléctrica modelo tambor 7 ½ hp	Izado	2	
Plataformas neumáticas	Marcado Pre-descuerado Descuerado Eviscerado	6	
Descueradora de tambor con Heavy Trolley de 7-1/2 hp	Descuerado	1	
Sierra cinta para corte de canal Kent máster 3 hp	Corte de canal	3	
Sierra partidora de esternón modelo 250	Izado	2	
Cilindro de evisceración	Eviscerado	1	
Noqueadores neumáticos hantover mod. 93000	Noqueo	2	

**Tabla 15.** Descripción de máquinas y equipos (continuación)

Nombre	Proceso	Cantidad	Imagen
Esparrancador	Eviscerado	1	
Balanza digital	Pesado	3	
Equipo de presión para lavado de canales	Lavado de canal	1	
Compresor de pistón de 5 hp para noquers	Noqueo	1	
Balanceador para sierra cinta corte canal Kent máster	Corte de canal	1	
Balanceador para noqueadores neumáticos	Noqueo	1	
Troles de desangre	Desangre	Varios	
Troles de faenamiento	Todo el proceso	Varios	
Coches para transporte de pieles y cabezas acero inoxidable 304	Desangre	5	

**Tabla 15.** Descripción de máquinas y equipos (continuación)

Nombre	Proceso	Cantidad	Imagen
Arreador eléctrico Hot – shot	Duchado	2	
Cortadora de patas de ganado bovino	Izado	1	
Rodillo de inversión de giro de desueradora mecánica de bovinos	Pre-descuerado Descuerado	1	
Estante para poleas	Oreo	3	
Plataforma multiuso 3 niveles	Pre-descuerado Marcado Descuerado Eviscerado	4	
Roldana	Todo el proceso	Varios	
Plataforma multiuso de 4 niveles con barandilla	Marcado Descuerado Eviscerado	4	

### 3.2 Proceso actual de faenamiento de bovinos

El proceso de faenamiento de bovinos requiere de recepción de ganado en pie e inspección; para la recepción no existe un horario establecido, la inspección se lleva a cabo antes que empiece el proceso de faenado, razón por la cual no se considera el intervalo de tiempo existente entre la inspección y el proceso de duchado, los procesos previos al faenamiento se describen en la tabla 16.

**Tabla 16.** Descripción de las actividades de ingreso de bovinos

<b>Ingreso de bovinos</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Recepción de bovinos</b>	Inspección 1	Revisar documentación de ingreso
	Operación 1	Estacionar el carro
	Transporte 1	Bajar los bovinos y transportar a los corrales
	Operación 2	Reposo de bovinos
<b>Inspección</b>	Inspección 2	Inspeccionar al bovino
	Operación 3	Registrar el número de bovinos a faenar

El proceso de faenamamiento tiene inicio con el duchado, seguido del aturdimiento, izado, desangre, transferencia 1, transferencia 2, pre-descuerado, marcado, descuerado, eviscerado, corte de canal y lavado de canal. Las actividades se realizan de manera secuencia sin paros, en la tabla 17 se presenta la descripción de las actividades correspondientes a cada proceso.

**Tabla 17.** Descripción de las actividades de faenado de bovinos

<b>Faenado de bovinos</b>		
<b>Proceso</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>Duchado</b>	Transporte 1	Transportar al área de duchado
	Operación 1	Duchar a la res
	Espera 1	Esperar que ingrese el ganado al better
<b>Aturdimiento</b>	Operación 2	Introducir el bovino al better
	Operación 3	Noquear al bovino
	Espera 2	Bovinos noqueados en espera en el better
	Operación 4	Abrir compuerta y esperar que se deslice el bovino
<b>Izado</b>	Operación 5	Botar agua a la res
	Operación 6	Enganchar la res al gancho de la grúa
	Operación 7	Ascender la res
	Transporte 2	Transportar la res al área de desangre
<b>Desangre</b>	Espera 3	Buscar cuchillo y afilarlo
	Operación 8	Cortar vasos sanguíneos
	Operación 9	Esperar que se desangre
	Operación 10	Cortar cabeza y patas
	Espera 4	Bovinos en espera
	Transporte 3	Transportar al área de transferencia

**Tabla 17.** Descripción de las actividades de faenado de bovinos (continuación)

<b>Faenado de bovinos</b>		
<b>Transferencia 1</b>	Espera 5	Afilar cuchillos
	Operación 11	Cortar la piel alrededor de la ingle del bovino
	Operación 12	Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pierna derecha
	Operación 13	Colocar el gancho en la pierna derecha
	Operación 14	Ascender el bovino al riel
	Operación 15	Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pata izquierda
	Transporte 4	Transportar al siguiente operario
<b>Transferencia 2</b>	Espera 6	Afilar cuchillos
	Operación 16	Cortar la piel alrededor del muslo derecho del bovino
	Operación 17	Despellejar la pierna izquierda
	Operación 18	Colocar el gancho en la pierna izquierda
	Operación 19	Ascender el bovino al riel
	Transporte 5	Transportar al siguiente operario
<b>Pre-descuerado</b>	Espera 7	Afilar cuchillos
	Operación 20	Cortar ubre o testículos
	Operación 21	Descuero de la parte superior del vientre
	Operación 22	Pintar el número de bovino en la pierna
	Transporte 6	Transportar al siguiente operario
	Espera 8	Afilar cuchillos
	Operación 23	Descuerear el inferior superior del vientre
	Operación 24	Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo
	Transporte 7	Transportar al área de marcado
<b>Marcado</b>	Espera 9	Afilar cuchillo
	Operación 25	Posicionar la res para el marcado
	Operación 26	Marcar con el cuchillo el código de introductor en el pecho de la res
	Operación 27	Descuerear la piel de cuello
	Operación 28	Descuerear la piel de patas
	Espera 10	Afilar cuchillo
	Operación 29	Cortar en el pecho
	Transporte 8	Transportar al área de descuerado

**Tabla 17.** Descripción de las actividades de faenado de bovinos (continuación)

<b>Faenado de bovinos</b>		
<b>Descuerado</b>	Espera 11	Afilar cuchillos
	Operación 30	Descuerar el rabo y parte muslo del animal
	Operación 31	Amarrar el cuero a la máquina
	Operación 32	Descuerar el bovino
	Transporte 9	Transportar al área de eviscerado
<b>Eviscerado</b>	Espera 12	Bovinos en espera para ser eviscerados
	Operación 33	Posicionar la res para el corte
	Operación 34	Cortar esternón con la máquina
	Operación 35	Cortar vientre con cuchillo
	Operación 36	Sacar las vísceras
	Transporte 10	Transportar al área de corte
<b>Corte de canal</b>	Espera 13	Esperar canal para el corte
	Operación 37	Posicionar el canal para el corte
	Operación 38	Ascender la plataforma
	Operación 39	Posicionar la cortadora
	Operación 40	Cortar en dos partes al bovino
	Transporte 11	Transportar al área de duchado
<b>Lavado del canal</b>	Espera 14	Esperar para duchar el canal
	Operación 41	Colocar correctamente el corte del bovino
	Operación 42	Lavar los cortes del bovino
	Transporte 12	Transportar al área de almacenado

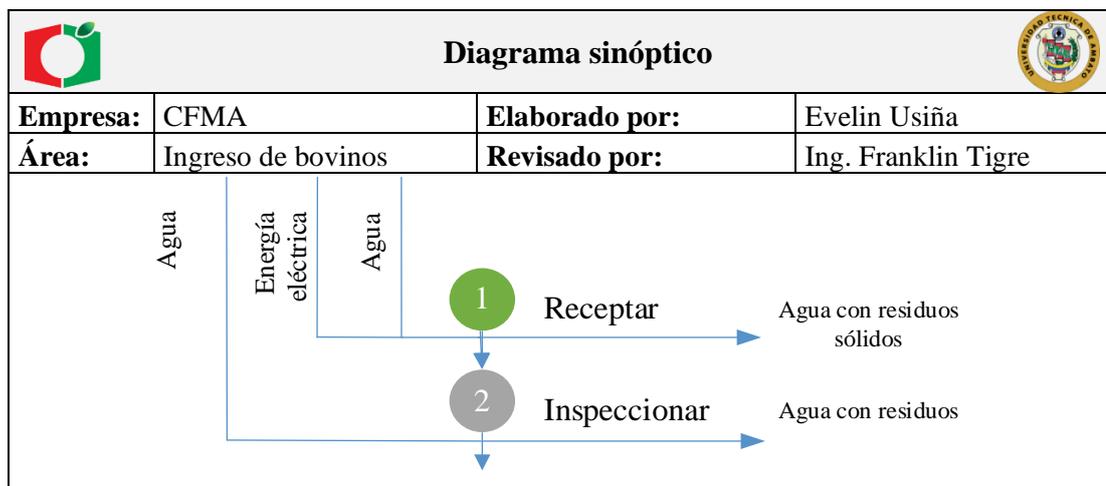
Finalmente, para la obtención de carne apta para el consumo humano se requiere del oreo, donde existe un tiempo de reposo de aproximadamente 10 minutos, para que el canal se encuentre en las condiciones óptimas para el consumo humano. Después se procede a sellar con colorante vegetal e inspeccionar para garantizar la calidad de la carne y por último los furgones ingresan al CFMA para abastecerse de los canales culminando así el procesamiento para la obtención de carne, en la tabla 18 se describen las actividades del oreo y pesado.

**Tabla 18.** Descripción de las actividades de despacho de bovinos

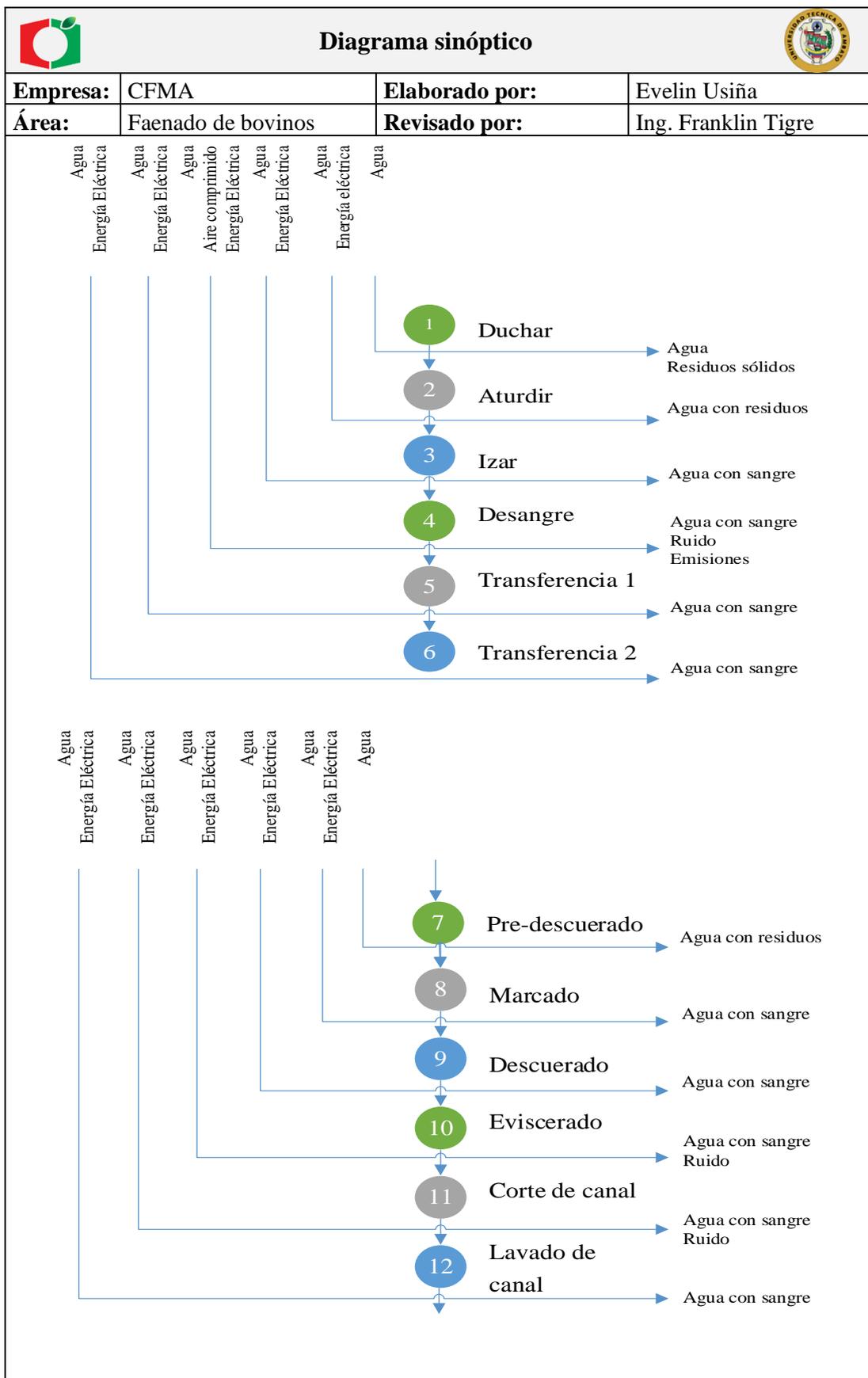
Despacho		
Proceso	Actividad	Descripción
Oreo y sellado	Operación 53	Lavar el canal
	Almacenado 1	Oreo
	Combinada 1	Sellar e inspeccionar el canal
Pesado y distribución	Transporte 14	Transportar a la balanza digital
	Operación 54	Cortar exceso de venas del canal
	Operación 55	Colocar el canal en el gancho de la balanza
	Operación 56	Anotar el peso
	Transporte 15	Transportar al furgón

### 3.2.1 Diagrama sinóptico

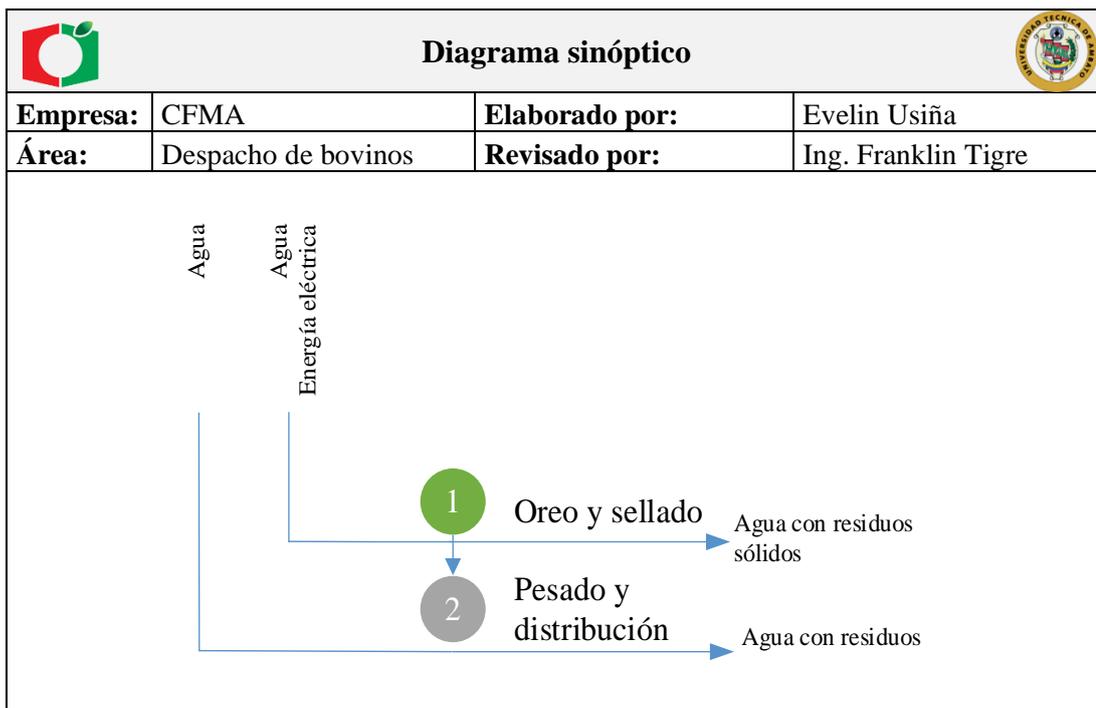
También es conocido como diagrama de operaciones de proceso, permite observar el proceso de manera secuencial, el ingreso de los materiales necesarios para el faenado de bovinos, así también como la salida de las diferentes partes del bovino en pie en procesamiento, dentro del diagrama sinóptico se consideran solo las principales actividades del proceso de faenado de bovinos, a continuación, se muestra el diagrama sinóptico de proceso:



**Figura 19.** Diagrama sinóptico del ingreso de bovinos



**Figura 20.** Diagrama sinóptico del faenado de bovinos



**Figura 21.** Diagrama sinóptico de despacho bovinos

### Análisis

Se ha realizado 3 diagramas de flujo, el primero correspondiente para el ingreso de bovinos que consiste en la recepción e inspección en estos dos procesos como entradas se tiene agua limpia y energía eléctrica, por tanto, se tiene generación de aguas residuales con presencia de heces, desechos sólidos. El segundo diagrama de flujo corresponde al proceso de faenado que consiste en 12 etapas, las entradas son agua limpia, energía eléctrica y aire comprimido, siendo el recurso agua y energía eléctrica los de mayor demanda y el uso del agua genera aguas residuales, mientras que el aire comprimido genera ruido, emisiones y finalmente el tercer diagrama corresponde al despacho de bovinos que involucra el oreo, sellado, pesado y distribución los recursos que se utilizan son agua y energía eléctrica teniendo como salidas agua residual con presencia de sólidos y partículas.

## **Discusión de resultados**

En el proceso de faenado de bovinos, los principales aspectos ambientales, según estudios realizados en el centro de faenamiento de Puyo son las descargas de aguas residuales y residuos sólidos, generados por el estiércol y el sacrificio de los animales en donde se genera gran cantidad de huesos, grasa y piel, también se considera el gasto de energía que es significativo en todo el proceso y la presencia de vectores. Por tanto, el impacto de mayor importancia identificado fue la generación de aguas residuales, asociado a las elevadas cargas orgánicas, por lo que es importante tomar medidas correctivas que en el plan de manejo ambiental que sean capaces de mitigar, prevenir y dar un seguimiento a los impactos negativos que se generan [12].

### **3.2.2 Cursograma analítico**

El cursograma analítico se realiza a fines de tener una mejor comprensión de concatenación de las actividades ejecutadas en el proceso de faenamiento, en las tablas 19,20,21 se presenta el cursograma analítico mostrando, de este modo, la trayectoria del producto e incluyendo los tiempos requeridos para cada actividad y las distancias recorridas.

El cursograma representa todas las acciones (operación, transporte, inspección, espera, operaciones combinadas y almacenaje) que tienen lugar en el proceso de faenamiento de bovinos.

Tabla 19. Cursograma analítico del ingreso para el faenamiento

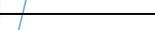
		Cursograma analítico																																																	
<b>N.º de hoja:</b> 1 de 1 <b>Empresa:</b> CFMA <b>Departamento:</b> Producción <b>Línea:</b> Faenado de Bovino <b>Método:</b> Actual <b>Área:</b> Ingreso de bovinos <b>Elaborado por:</b> Evelin Usiña <b>Revisado por:</b> Ing. Franklin Tigre <b>Fecha:</b> 18/09/2022		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Resumen</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Actividad</th> <th>Actual</th> <th>Propuesto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación</td> <td></td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Transporte</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inspección</td> <td></td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Espera</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Almacenaje</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Combinada</td> <td></td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Total:</b></td> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Distancia (m)</b></td> <td>10,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Tiempo (s)</b></td> <td>527,89</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Resumen				Actividad		Actual	Propuesto	Operación		3		Transporte		1		Inspección		2		Espera		0		Almacenaje		0		Combinada		0		<b>Total:</b>		6		<b>Distancia (m)</b>		10,6		<b>Tiempo (s)</b>		527,89	
Resumen																																																			
Actividad		Actual	Propuesto																																																
Operación		3																																																	
Transporte		1																																																	
Inspección		2																																																	
Espera		0																																																	
Almacenaje		0																																																	
Combinada		0																																																	
<b>Total:</b>		6																																																	
<b>Distancia (m)</b>		10,6																																																	
<b>Tiempo (s)</b>		527,89																																																	
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolos 	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación																																												
1	Recepción	Revisar documentación de ingreso		1		43,95	Actividad es realizada por veterinario.																																												
2		Estacionar el carro		1		54,06	Actividad es realizada por personas externas.																																												
3		Bajar los bovinos y transportar a los corrales		1	10,6	348,20	Actividad es realizada por personas externas.																																												
4		Reposo de bovinos		1		0,00	El reposo es obligatorio entre 4 a 12 horas.																																												
5	Inspección	Inspeccionar al bovino		1		57,28	La inspección es visual.																																												
6		Registrar el número de bovinos a faenar		1		24,40	Registro en pizarra el orden de faenamiento.																																												

Tabla 20. Cursograma analítico del faenamiento de bovinos

N.º de hoja: 1 de 4		Empresa: CFMA		Departamento: Producción		Línea: Faenado de Bovino		Método: Actual		Área: Faenado de bovinos		Elaborado por: Evelin Usiña		Revisado por: Ing. Franklin Tigre		Fecha: 18/09/2022		Cursograma analítico			
																		Resumen			
																		Actividad	Actual	Propuesto	
																		Operación	42		
																		Transporte	12		
																		Inspección	0		
																		Espera	14		
																		Almacenaje	0		
																		Combinada	0		
																		<b>Total:</b>	68		
																		<b>Distancia (m)</b>	25,5		
																		<b>Tiempo (s)</b>	1611,3		
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolos	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación														
1	Duchado	Transportar al área de duchado	○ → □ ▽ □	1	8	92,34															
2		Duchar a la res	● ⇨ □ ▽ □	1		25,37	2 operarios														
3		Esperar que ingrese el ganado al better	○ ⇨ □ ● ▽ □	1		37,50															
4	Aturdimiento	Introducir el bovino al better	● ⇨ □ ▽ □	1		14,51															
5		Noquear al bovino	● ⇨ □ ▽ □	1		7,49															
6		Bovinos noqueados en espera en el better	○ ⇨ □ ● ▽ □	1		64,79	El operario sujeta la cadena y el tecele.														
7		Abrir compuerta y esperar que se deslice el bovino	● ⇨ □ ▽ □	1		7,01	La res es ascendida por el tecele.														
8	Izado	Botar agua a la res	● ⇨ □ ▽ □	1		14,73	El transporte se realiza por rieles.														
9		Enganchar la res al gancho de la grúa	● ⇨ □ ▽ □	1		29,03	No hay un lugar designado para colocar los cuchillos.														
10		Ascender la res	● ⇨ □ ▽ □	1		13,97															
11		Transportar la res al área de desangre	○ → □ ▽ □	1		13,07	La espera es obligatoria para que desangre la res.														

Tabla 20. Cursograma analítico del faenamiento de bovinos (continuación)

N.º de hoja:		2 de 4	Método:	Actual	Área:	Faenado de bovinos	
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación
12	Desangre	Buscar cuchillo y afilarlo	○ → □ ▽ □	1		9,48	
13		Cortar vasos sanguíneos	● → □ ▽ □	1		8,12	
14		Esperar que se desangre	● → □ ▽ □	1		16,14	El transporte se realiza por rieles.
15		Cortar cabeza y patas	● → □ ▽ □	1		73,72	
16		Bovinos en espera	○ → □ ▽ □	1		114,26	
17		Transportar al área de transferencia	○ → □ ▽ □	3	2	6,69	
18		Trasferencia 1	Afilar cuchillos	○ → □ ▽ □	1		7,32
19	Cortar la piel alrededor de la ingle del bovino		● → □ ▽ □	1		29,39	
20	Cortar debajo de la articulación tibiotarsiana de la pierna derecha		● → □ ▽ □	1		10,90	
21	Colocar el gancho en la pierna derecha		● → □ ▽ □	1		9,83	El transporte se realiza por rieles.
22	Ascender el bovino al riel		● → □ ▽ □	1		16,13	
23	Cortar debajo de la articulación tibiotarsiana de la pata izquierda		● → □ ▽ □	1		11,65	
24	Transportar al siguiente operario		○ → □ ▽ □	1	1,50	3,64	
25	Trasferencia 2	Afilar cuchillos	○ → □ ▽ □	1		8,05	
26		Cortar la piel alrededor del muslo derecho del bovino	● → □ ▽ □	1		18,20	
27		Despellejar la pierna izquierda	● → □ ▽ □	1		35,86	El transporte se realiza por rieles.
28		Colocar el gancho en la pierna izquierda	● → □ ▽ □	1		7,97	
29		Ascender el bovino al riel	● → □ ▽ □	1		7,34	
30		Transportar al siguiente operario	○ → □ ▽ □	1	2	6,39	

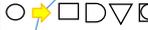
Tabla 20. Cursograma analítico del faenamiento de bovinos (continuación)

		Cursograma analítico					
N.º de hoja:		3 de 4	Método:	Actual	Área:	Faenado de bovinos	
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación
31	Pre-descuerado	Afilar cuchillos	○ ⇨ □ ▽ □	1		6,33	
32		Cortar ubre o testículos	● ⇨ □ ▽ □	1		13,89	El transporte se realiza por rieles.
33		Descuerar la parte superior del vientre	● ⇨ □ ▽ □	1		50,09	
34		Pintar el número de bovino en la pierna	● ⇨ □ ▽ □	1		12,71	
35		Transportar al siguiente operario	○ ⇨ □ ▽ □	1	1	4,19	
36		Afilar cuchillos	○ ⇨ □ ▽ □	1		6,28	El transporte se realiza por rieles.
37		Descuerar inferior superior del vientre	● ⇨ □ ▽ □	1		56,84	
38		Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	● ⇨ □ ▽ □	1		8,98	
39		Transportar al área de marcado	○ ⇨ □ ▽ □	1	1.5	6,08	
40		Marcado	Afilar cuchillo	○ ⇨ □ ▽ □	1		8,37
41	Posicionar la res para el marcado		● ⇨ □ ▽ □	1		8,15	
42	Marcar con el cuchillo el código de introductor en el pecho de la res		● ⇨ □ ▽ □	1		21,42	
43	Descuerar la piel de cuello		● ⇨ □ ▽ □	1		37,57	
44	Descuerar la piel de patas		● ⇨ □ ▽ □	1		20,10	El transporte se realiza por rieles.
45	Afilar cuchillo		○ ⇨ □ ▽ □	1		8,62	
46	Cortar en el pecho		● ⇨ □ ▽ □	1		12,38	
47	Transportar al área de descuerado		○ ⇨ □ ▽ □	1	2,00	5,04	

Tabla 20. Cursograma analítico del faenamiento de bovinos (continuación)

N.º de hoja:		4 de 4		Método:		Actual	Área:	Faenado de bovinos	
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación		
48	Descuerado	Afilar cuchillos	○ ⇨ □ ▽ □	1		8,31			
49		Descuerar del rabo y parte muslo del animal	● ⇨ □ ▽ □	1		56,71	El transporte se realiza por rieles.		
50		Amarrar el cuero a la máquina	● ⇨ □ ▽ □	1		13,12			
51		Descuerar el bovino	● ⇨ □ ▽ □	1		14,53			
52		Transportar al área de eviscerado	○ ⇨ □ ▽ □	1		8,28			
53		Eviscerado	Bovinos en espera para ser eviscerados	○ ⇨ □ ▽ □	1		61,14		
54	Posicionar la res para el corte		● ⇨ □ ▽ □	1		7,72			
55	Cortar esternón con la máquina		● ⇨ □ ▽ □	1		16,76	El transporte se realiza por rieles.		
56	Cortar vientre con cuchillo		● ⇨ □ ▽ □	1		13,23			
57	Sacar las vísceras		● ⇨ □ ▽ □	1		99,22			
58	Transportar al área de corte		○ ⇨ □ ▽ □	1	2,5	8,39			
59	Corte canal	Esperar canal para el corte	○ ⇨ □ ▽ □	1		145,72			
60		Posicionar el canal para el corte	● ⇨ □ ▽ □	1		9,19			
61		Ascender la plataforma	● ⇨ □ ▽ □	1		9,06	El transporte se realiza por rieles.		
62		Posicionar la cortadora	● ⇨ □ ▽ □	1		3,16			
63		Cortar en dos partes al bovino	● ⇨ □ ▽ □	1		14,59			
64		Transportar al área de duchado	○ ⇨ □ ▽ □	1	2,5	12,71			
65	Lavado canal	Esperar para duchar el canal	○ ⇨ □ ▽ □	1		44,52	El transporte se realiza por rieles.		
66		Colocar correctamente el corte del bovino	● ⇨ □ ▽ □	1		6,45			
67		Lavar los cortes del bovino	● ⇨ □ ▽ □	1		38,29			
68		Transportar al área de almacenado	○ ⇨ □ ▽ □	1	4	12,24			

**Tabla 21.** Cursograma analítico del despacho de canales

		<b>Cursograma analítico</b>					
<b>N.º de hoja:</b>	1 de 1	<b>Resumen</b>					
<b>Empresa:</b>	CFMA	<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>		
<b>Departamento:</b>	Producción	Operación		4			
<b>Línea:</b>	Faenado de Bovino	Transporte		2			
<b>Método:</b>	Actual	Inspección		0			
<b>Área:</b>	Despacho	Espera		0			
<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña	Almacenaje		1			
<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	Combinada		1			
<b>Fecha:</b>	18/09/2022	<b>Total:</b>		8			
				<b>Distancia (m)</b>	7		
				<b>Tiempo (s)</b>	142,18		
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolos 	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación
1	<b>Oreo y sellado</b>	Lavar el canal		1		37,41	El lavado se realiza a presión.
2		Oreo		1		0	
3		Sellar e inspeccionar el canal		1		10,89	Se emplea violeta de genciana.
4	<b>Pesado y distribución</b>	Transportar a la balanza digital		1	4	21,20	El transporte se realiza por rieles.
5		Cortar exceso de venas del canal		1		28,10	
6		Colocar el canal en el gancho de la balanza		1		10,07	
7		Anotar el peso del canal		1		13,59	
8		Transportar al furgón		1	3	20,91	

En la tabla 22, se presenta un resumen del cursograma analítico, se tiene un total de 82 actividades identificadas presentes en el flujo del proceso, así como también el tiempo total del ciclo de 26,86 minutos que se requiere para el faenamiento de bovinos.

**Tabla 22.** Resumen cursograma analítico

<b>Resumen Cursograma</b>				
<b>Actividad</b>		<b>Ingreso de bovinos</b>	<b>Faenamiento de bovinos</b>	<b>Despacho de bovinos</b>
Operación		3	42	4
Transporte		1	12	2
Inspección		2	0	0
Espera		0	14	0
Almacenaje		0	0	1
Combinada		0	0	1
<b>Total:</b>		6	68	8
<b>Distancia (m)</b>		10,6	25,5	7
<b>Tiempo (s)</b>		527,89	1611,27	142,18
<b>Tiempo (min)</b>		8,8	26,86	2,37

### 3.3 Estudio de tiempos

Es la herramienta utilizada en la medición del trabajo que permite registrar el ritmo y tiempos de trabajo de las tareas ejecutadas dentro de un proceso. En la línea de faenamiento de bovinos se realizó un estudio de tiempos con la finalidad de obtener los tiempos estándares en las áreas de ingreso, producción y despacho. El método utilizado es vuelta a cero, que consisten en tomar los tiempos de manera directa, es decir, se toma el tiempo de la tarea, una vez finalizada se registra y se vuelve a cero el reloj para registrar el tiempo de la siguiente tarea.

#### **Cálculo de número de observaciones**

Las observaciones necesarias para realizar el estudio de tiempos se determinaron según los valores establecidos en la tabla 1 de General Electric, se estableció 5 muestras preliminares de todas las actividades que se llevan a cabo en el proceso de faenamiento para la obtención de carne de res, en la tabla 23 se detallan el número de observaciones a realizar.

Tabla 23. Muestras preliminares

 <b>Número de observaciones</b> 				
<b>Empresa:</b>	CFMA	<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña	
<b>Línea:</b>	Faenados bovinos	<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	
<b>Método:</b>	Vuelta cero			
Faenado Bovinos				
N.º	Proceso	TN (s)	TN (min)	Número de observaciones
1	Recepción de bovinos	413,97	6,90	10
2	Inspección	237,63	3,96	15
3	Duchado	117,18	1,95	15
4	Aturdimiento	76,66	1,28	30
5	Izado	45,76	0,76	30
6	Desangre y corte de cabeza	211,90	3,53	15
7	Transferencia 1	139,62	2,33	15
8	Transferencia 2	74,22	1,24	30
9	Pre descuerado	147,09	2,45	15
10	Marcado	107,60	1,79	15
11	Descuerado	101,66	1,69	30
12	Evisceración	191,17	3,19	15
13	Corte de canal	193,60	3,23	15
14	Lavado del canal	93,16	1,55	30
15	Oreo y sellado	643,39	10,72	10
16	Pesado y distribución	63,64	1,06	30
<b>Total</b>		<b>2858,24</b>	<b>47,64</b>	

Una vez determinado las observaciones necesarias para el proceso de faenamamiento de bovinos se realizó el estudio de tiempos de cada una de las actividades que consistió en:

- **Cronometrar:** para el cronometraje de cada una de las actividades se usó el método vuelto a cero descrito anteriormente.
- **Valoración del ritmo de trabajo:** la tabla británica y la observación directa han permitido realizar la asignación de calificación del desempeño de los operarios que ejecutan sus actividades, se les asignó una valoración de 100%, considerándoles como trabajadores calificados, activos y capaces, después de la valoración del ritmo de trabajo se puede obtener el tiempo normal.
- **Suplementos del estudio de tiempos:** mediante lo establecido en la OIT se cuantificó las necesidades personales, fatigas, las condiciones laborales como se

detallan en el Anexo 4.

**Tiempos estándar:** mediante la ecuación 2, con los valores del tiempo normal y suplementos se calculó el tiempo estándar.

### Resumen del tiempo estándar por área

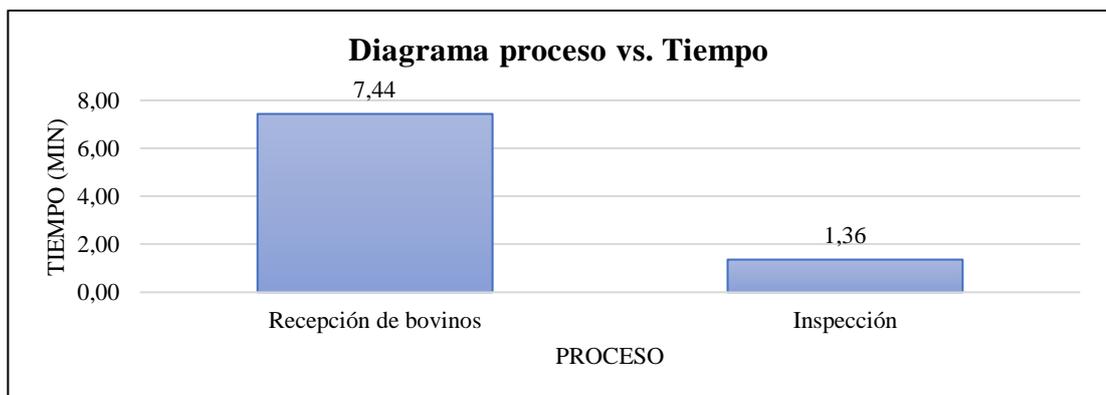
#### Ingreso de bovinos

En la tabla 24, se visualiza un resumen del tiempo estándar del área de ingreso de bovinos que involucra el proceso de recepción e inspección de bovinos.

**Tabla 24.** Resumen tiempo estándar ingreso de bovinos

		<b>Resumen tiempo estándar</b> 		
<b>Empresa:</b>	CFMA	<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña	
<b>Área:</b>	Ingreso de bovinos	<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	
<b>Método:</b>	Vuelta cero			
<b>Ingreso Bovinos</b>				
N.º	Proceso	TS(s)	TS/u	TS (min)
1	Recepción de bovinos	446,21	446,21	7,44
2	Inspección	253,51	81,68	1,36
<b>Total</b>		<b>699,72</b>	<b>527,9</b>	<b>8,80</b>

En el proceso de recepción de bovinos para el estudio de tiempos se excluyó el reposo, como se puede observar en el Anexo 5, porque los bovinos deben cumplir con un reposo obligatorio de 4 horas aproximadamente antes del faenado, según lo establecido en la FAO.



**Figura 22.** Tiempo estándar por cada proceso de ingreso bovinos

## Análisis

En la figura 22, se muestra que en el área de ingreso de ganado bovino el proceso que conlleva mayor tiempo en ejecutarse es la recepción de bovinos con un tiempo de 7,44 minutos por cada bovino y para ejecutar el proceso de inspección se requiere de 1,36 minutos por cada bovino.

## Discusión de resultados

La recepción de bovinos puede requerir mayor tiempo de ejecución debido a que antes del ingreso a las instalaciones del CFMA, se controla que los propietarios tengan la guía de movilización emitida por Agrocalidad, además los bovinos deben ser trasladados a los corrales sin maltratarlos para garantizar las buenas prácticas de faenamiento, durante su estadía los bovinos consumen agua, generan desechos sólidos y líquidos. La inspección se realiza de manera visual por un tiempo de 1,36 minutos, sin embargo, se recomienda realizar inspecciones mediante una lista de chequeo donde todos los animales sean evaluados de la misma manera para garantizar la calidad de los canales de res.

## Faenado de bovinos

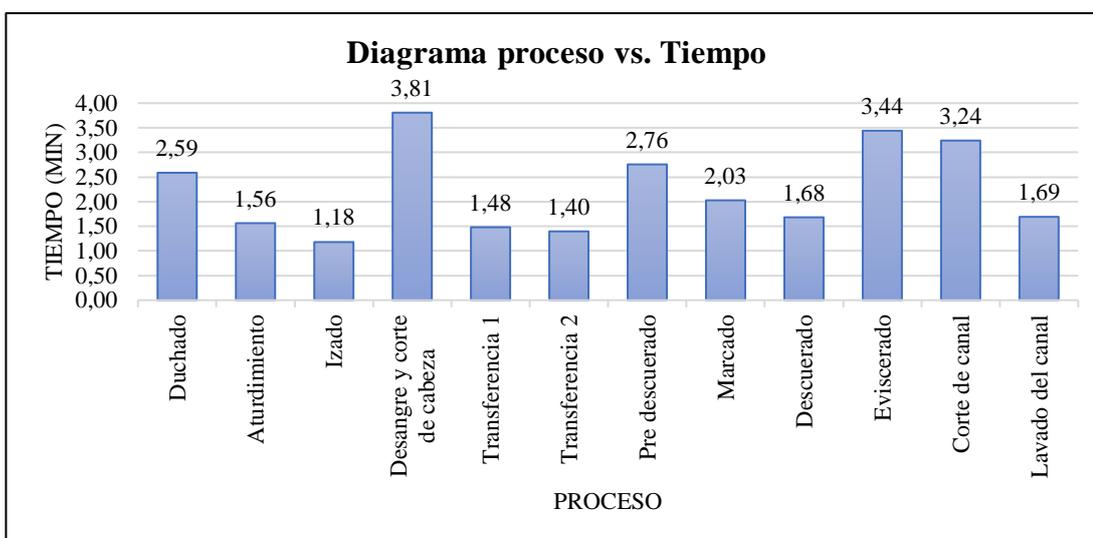
Dentro planta de faenado de bovinos se ejecutan varios procesos para los cuales se ha determinado el tiempo estándar como se detalla de manera resumida en la tabla 25.

**Tabla 25.** Resumen tiempo estándar faenado de bovinos

		<b>Resumen tiempo estándar</b>			
<b>Empresa:</b>	CFMA	<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña		
<b>Área:</b>	Faenado de bovinos	<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre		
<b>Método:</b>	Vuelta cero				
<b>Faenado Bovinos</b>					
N.º	Proceso	TS (s)	TS/u	TS (min)	
1	Duchado	155,23	155,11	2,59	
2	Aturdimiento	122,82	93,81	1,56	
3	Izado	70,79	70,79	1,18	
4	Desangre y corte de cabeza	228,42	228,42	3,81	

**Tabla 25.** Resumen tiempo estándar faenado de bovinos (continuación)

 <b>Resumen tiempo estándar</b> 				
<b>Faenado Bovinos</b>				
<b>N.º</b>	<b>Proceso</b>	<b>TS (s)</b>	<b>TS/u</b>	<b>TS (min)</b>
5	Transferencia 1	158,77	88,87	1,48
6	Transferencia 2	83,82	83,82	1,40
7	Pre-descuerado	165,40	165,40	2,76
8	Marcado	191,69	121,65	2,03
9	Descuerado	100,95	100,95	1,68
10	Eviscerado	206,46	206,46	3,44
11	Corte de canal	194,43	194,43	3,24
12	Lavado del canal	101,50	101,50	1,69
<b>Total</b>		<b>1780,28</b>	<b>1611,21</b>	<b>26,86</b>



**Figura 23.** Tiempo estándar por cada proceso de faenado de bovinos

### Análisis

En la figura 23, se muestran los procesos del área de faenado de bovinos y se observa que el proceso que conlleva mayor tiempo es el desangre y corte de cabeza con un tiempo de 3,81 minutos, seguido por el proceso de eviscerado con un tiempo de 3,44 minutos, después el corte de canal con 3,24 minutos, posteriormente el pre-descuerado con un tiempo de 2,76 y el marcado con un tiempo de 2,03 minutos; siendo estos procesos que restringe el ritmo de producción durante el faenado de bovinos. El proceso de desangre y corte de cabeza requiere de 3,81 minutos siendo el proceso que restringe el ritmo de trabajo, sin embargo, debido al tiempo que tarda el bovino en

desangrarse es variable y difícil de reducirlo, se consideró al proceso de eviscerado como el proceso cuello de botella con un tiempo de 3,44 minutos como se muestra en la figura 23.

### Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos, el proceso de eviscerado es el cuello de botella, se denomina así a aquellas actividades que disminuyen el proceso de producción, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la productividad, lo cual genera un aumento en el costo final del producto. Para evitarlo, se debe identificar cuáles son las principales causas que las generan, esto puede ser ocasionado porque en dicho proceso interviene un solo operario, por tanto, existen bovinos en espera a ser eviscerados. Entonces, el personal del proceso siguiente no puede realizar sus actividades correspondientes de manera secuencial, el proceso mejoraría con la eliminación de esperas, movimientos innecesarios que pueden llegar a incidir en el uso inadecuado de recursos como agua y energía eléctrica [40].

### Despacho de canales

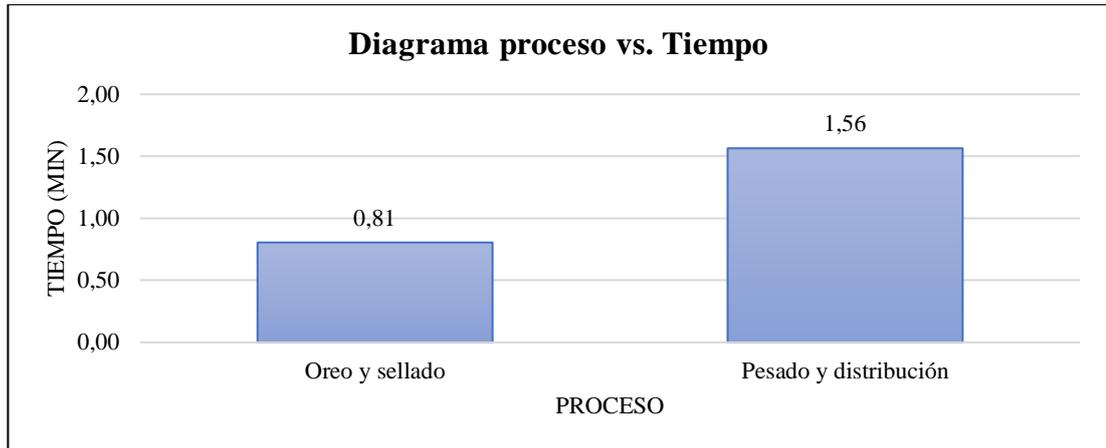
Finalmente, se presenta el resumen del tiempo estándar del área de despacho que tiene como procesos al oreo, sellado, pesado y distribución, como se muestra en la tabla 26.

**Tabla 26.** Resumen tiempo estándar despacho de canales

 <b>Resumen tiempo estándar</b> 				
<b>Empresa:</b>	CFMA	<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña	
<b>Área:</b>	Despacho de bovinos faenados	<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	
<b>Método:</b>	Vuelta cero			
<b>Despacho Bovinos</b>				
N.º	Proceso	TS (s)	TS/u	TS (min)
1	Oreo y sellado	48,63	48,63	0,81
2	Pesado y distribución	93,89	93,89	1,56
<b>Total</b>		<b>48,63</b>	<b>48,6</b>	<b>0,81</b>

En el proceso de oreo y sellado de canales (bovinos faenados) se excluyó el oreo para el estudio tiempos como se puede observar en el Anexo 19, porque los canales requieren de un tiempo estimado de 10 minutos aproximadamente para estar en las

condiciones aptas para el consumo humano.



**Figura 24.** Tiempo estándar por cada proceso de despacho de bovinos

### **Análisis**

Como se puede apreciar en la figura 24, en el despacho de canales (bovinos faenados) el proceso que lleva más tiempo en desarrollarse es el pesado y distribución con 1,56 minutos y el proceso de oreo y sellado requiere de 0,81 minutos por cada canal. El proceso de pesado y distribución es el que repercute directamente el ritmo de producción.

### **Discusión de resultados**

En un estudio de tiempos realizado en un centro de faenamiento, asevera que al igualar la carga de trabajo entre los operarios de todas las áreas y departamentos optimiza la capacidad de producción de la planta. Además, se eliminan actividades que no agregan valor que están generando falta de orden, limpieza, ocasionando tiempos muertos por búsqueda de materiales, también de un inadecuado balanceo de líneas de producción, manteniendo puestos de trabajo con tiempos improductivos, por lo tanto, se establecen mejoras como: aplicación de 5S, consiguiendo una eficiencia del 93,3% [40].

### **Cálculo del tiempo de producción**

El proceso de faenamiento tiene un tiempo disponible que se ve intervenido por paradas en el proceso como, por ejemplo: tiempo de almuerzo y mantenimiento, en la tabla 27, se detalla los cálculos del tiempo de producción (tiempo de faenamiento).

**Tabla 27.** Cálculo del tiempo disponible

<b>Cálculo del tiempo de producción</b>	
<b>Datos</b>	Tiempo disponible = 9 horas  Tiempo de almuerzo = 1 hora  Tiempo de mantenimiento programado = 4 horas
<b>Tiempo perdido</b>	Tiempo perdido( paradas) =Tiempo almuerzo + tiempo mantenimiento programado  Tiempo de paradas=5 horas
<b>Tiempo producción</b>	Tiempo producción =Tiempo disponible- Tiempo perdido  Tiempo producción = 9 horas - 5 horas  Tiempo de producción = 4 horas  Tiempo producción = 4 horas x $\frac{60 \text{ minutos}}{\text{hora}}$  Tiempo producción = 240 minutos  Tiempo producción = 14400 segundos

### **Capacidad de producción**

Una vez obtenido los tiempos estándares y el tiempo de producción para el proceso de faenamiento de bovinos, se ha calculado la capacidad de producción (Cp) considerando, las actividades que poseen menor capacidad son estimadas como cuello de botellas.

En la tabla 28, se muestra el cálculo de la capacidad de producción (Cp) para el proceso de izado de bovinos.

**Tabla 28.** Cálculo de la capacidad de producción

<b>Cálculo de la capacidad de producción del izado</b>	
<b>Tiempo estándar en minutos TS (min)</b>	1,18
<b>Capacidad de producción</b>	$Cp = \frac{1}{2,59 \frac{\text{min}}{\text{bovino}}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}$ $Cp \approx 23 \frac{\text{bovino}}{\text{hora}}$ $Cp = 23 \frac{\text{bovino}}{\text{hora}} \times 4 \frac{\text{hora}}{\text{día}}$ $Cp \approx 93 \frac{\text{bovino}}{\text{día}}$

A continuación, se presenta la tabla 29 la capacidad de producción calculada para cada proceso de faenado de bovinos.

**Tabla 29.** Cálculo de la capacidad de producción

		<b>Cálculo de la capacidad de producción</b>						
Área	N.º	Proceso	TS (s)	TS (min)	Cp/h	Tiempo Disponible (h)	Cp/d	
<b>Ingreso de bovinos</b>	1	Recepción de bovinos	446,21	7,44	8	4	32	
	2	Inspección	81,68	1,36	44	4	176	
<b>Faenado de bovinos</b>	1	Duchado	155,23	2,59	23	4	93	
	2	Aturdimiento	93,81	1,56	38	4	154	
	3	Izado	70,79	1,18	51	4	203	
	4	Desangre y corte de cabeza	228,42	3,81	16	4	63	
	5	Transferencia 1	88,87	1,48	41	4	162	
	6	Transferencia 2	83,82	1,40	43	4	172	
	7	Pre – descuerado	165,40	2,76	22	4	87	
	8	Marcado	121,65	2,03	30	4	118	
	9	Descuerado	100,95	1,68	36	4	143	
	10	Eviscerado	206,46	3,44	17	4	70	
	11	Corte de canal	194,43	3,24	19	4	74	
	12	Lavado del canal	101,50	1,69	35	4	142	
<b>Despacho canales</b>	1	Oreo y sellado	48,31	0,81	75	4	298	
	2	Pesado y distribución	93,89	1,56	38	4	153	

### **Análisis y discusión de resultados**

El proceso cuello de botella se considera a la recepción de bovinos y eviscerado, la

eliminación de los cuellos de botella permitiría mejorar la capacidad de producción del proceso de faenado de bovinos, esto se puede lograr mediante la estandarización y eliminación de movimientos innecesarios, esperas y otras actividades que no agregan valor al producto final [41].

### **3.4 Lean manufacturing**

Las organizaciones presentan inconvenientes durante la ejecución de sus procesos, por la presencia de desperdicios que generan desaprovechamiento de tiempo y recursos, en este sentido es factible analizar el proceso de faenamiento de bovinos para identificar los desperdicios. Actualmente, el proceso no cuenta con un estudio de tiempo y análisis de este mediante herramientas de Lean manufacturing, por lo tanto, hay presencia de actividades que no agregan valor en todo el proceso.

#### **Mapeo de la cadena de valor (VSM)**

Es un diagrama de mapeo de la cadena de valor, que permite representar gráficamente la situación inicial del proceso, las actividades que no agregan valor, analizar el proceso para posteriormente identificar las oportunidades de mejora. El VSM para su representación requiere de información desde el inicio del proceso hasta la entrega final al cliente.

#### **Identificación de las necesidades del cliente**

Para conocer las necesidades del cliente, se calculó el takt time, que da a conocer las frecuencias que el cliente (introducción) solicita el servicio de faenamiento. Para el cálculo del takt time se requiere conocer el tiempo de producción y la demanda.

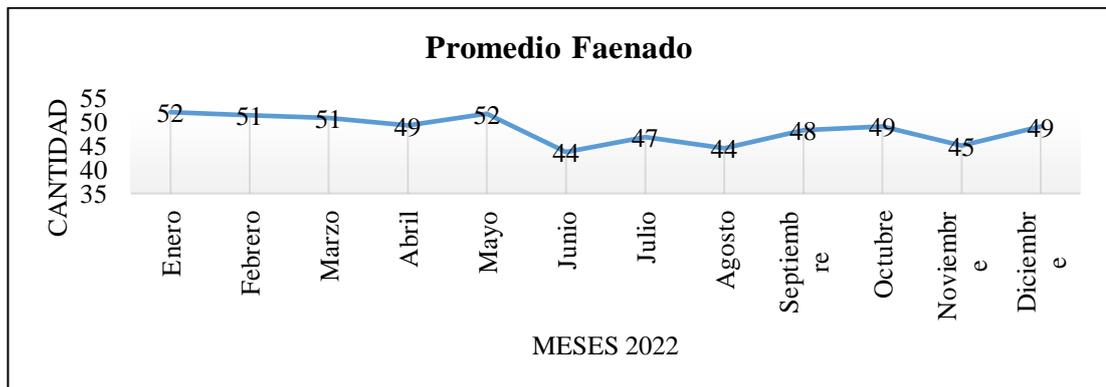
#### **Cálculo de la demanda**

Para el cálculo de la demanda se considera datos históricos proporcionados por la empresa que permiten establecer los siguientes resultados.

**Tabla 30.** Cálculo de la demanda de faenado de bovinos

Cálculo de la demanda de faenado de bovinos	
<b>Datos</b>	<p>Días laborables = 235 días</p> <p>Demanda = 11418 bovinos</p> <p>Jornada laboral = <math>22 \frac{\text{días}}{\text{mes}}</math></p>
<b>Demanda diaria</b>	<p>Demanda faenamiento diaria = <math>11418 \text{ bovinos} \div 235 \text{ días}</math></p> <p>Demanda faenamiento diaria = <math>48,60 \approx 49 \frac{\text{Bovinos}}{\text{diarios}}</math></p>
<b>Demanda mensual</b>	<p>Demanda faenamiento mensual = <math>49 \frac{\text{Bovinos}}{\text{días}} \times 22 \frac{\text{días}}{\text{mes}}</math></p> <p>Demanda faenamiento mensual = <math>1078 \frac{\text{Bovinos}}{\text{mes}}</math></p>

A continuación, en la figura 25 se presenta el gráfico promedio demanda mensual del faenado de bovinos.



**Figura 25.** Gráfica promedio de la demanda de faenado de bovinos

### Análisis y discusión de resultados

En la figura 25, se puede observar el promedio de la demanda de faenado de bovinos en los diferentes meses del año, los meses que presentaron una baja demanda corresponden a junio y agosto con un promedio de 44 bovinos, seguidamente por el mes de noviembre con un promedio de 45 bovinos, por otro lado, la demanda aumenta

en los meses de enero y mayo con un promedio de 52 bovinos diarios aproximadamente.

La demanda puede estar influenciada por diversos factores, como en el mes de junio correspondiente al año 2022 la demanda disminuyó por la paralización de las actividades producto de las movilizaciones, también en la demanda influye el precio del ganado bovino y de sus productos derivados, ha medido que estos incrementan o presentan bajas en los precios la demanda de faenado de bovinos se incrementa o disminuye.

La demanda del faenado de bovinos incrementa aproximadamente un 2,72 % cada año [46], por tanto, es importante monitorear la demanda del CFMA, debido a que si esta no incrementa puede ser porque existen otros centros de faenamiento de preferencia para el ganadero, en consecuencia, se debería analizar las ventajas y desventajas competitivas de la empresa.

### Cálculo del Takt time

El takt time permite conocer el tiempo en el que se debe faenar cada bovino para cumplir con la demanda. Obteniendo los dos datos del tiempo de producción y la demanda en un mes, se calcula el takt time, como se presenta a continuación:

**Tabla 31.** Cálculo del takt time

<b>Cálculo del takt time</b>	
<b>Datos</b>	Formula : Takt Time = $\frac{\text{Tiempo producción}}{\text{Demanda total del cliente}}$
<b>Takt time minutos</b>	$\text{Takt Time} = \frac{240 \frac{\text{minutos}}{\text{diarios}}}{49 \frac{\text{bovinos}}{\text{diarios}}}$ $\text{Takt Time} = 4,89 \approx 5 \frac{\text{minutos}}{\text{bovino}}$
<b>Takt time segundos</b>	$\text{Takt Time} = 300 \frac{\text{segundos}}{\text{bovino}}$

El takt time calculado indica que cada 300 segundos un cliente solicita el servicio de faenado de bovinos, siendo este el objetivo de producción a alcanzar.

### Cálculo del lead time

Para calcular el lead time, es necesario conocer los tiempos de VA (valor agregado) que son tiempos necesarios para la transformación del producto y tiempos NVA (no valor agregado) que corresponde a actividades improductivas, los cuales se muestran a continuación en la tabla 32.

**Tabla 32.** Tiempos de VA y NVA

 <b>Tiempos de valor añadido para el faenado de bovino</b> 				
<b>Empresa:</b>	CFMA	<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña	
<b>Área:</b>	Todas	<b>Revisado por:</b>	Ing. F. Tigre	
Faenado Bovinos				
N.º	Proceso	TC (min)	TVA (min)	TNVA (min)
1	Recepción	7,44	7,44	0,00
2	Inspección	1,36	1,36	0,00
3	Duchado	2,59	1,96	0,63
4	Aturdimiento	1,56	0,48	1,08
5	Izado	1,18	1,18	0,00
6	Desangre	3,81	1,74	2,06
7	Trasferencia 1	1,48	1,36	0,12
8	Transferencia 2	1,40	1,26	0,13
9	Pre-descuerado	2,76	2,55	0,21
10	Marcado	2,03	1,74	0,28
11	Descuerado	1,68	1,54	0,14
12	Eviscerado	3,44	2,42	1,02
13	Corte canal	3,24	0,81	2,43
14	Lavado canal	1,69	0,95	0,74
15	Oreo y sellado	0,81	0,81	0,00
16	Pesado y distribución	1,56	1,56	0,00
<b>Total (min)</b>		<b>38,02</b>	<b>29,18</b>	<b>8,68</b>

Para el cálculo de los tiempos de inventarios se dividió la cantidad de inventario para la demanda por hora como el ejemplo que se presenta en la tabla 33 que permitió obtener el tiempo de inventario entre los procesos de desangre y transferencia 1.

**Tabla 33.** Cálculo de tiempo de inventario

<b>Cálculo de tiempo de inventario</b>	
<b>Datos</b>	Tiempo de inventario = $\frac{\text{cantidad de inventario disponible}}{\text{demanda hora}}$
<b>Tiempo de inventario</b>	$\text{Tiempo de inventario} = \frac{2 \text{ bovino}}{12 \frac{\text{bovino}}{\text{hora}}}$ Tiempo de inventario = 0,17 horas

Para conocer la demanda hora se dividió la demanda diaria de 49 para el tiempo de producción 4 horas, obteniendo un valor de 12 hora.

Los datos obtenidos que son los tiempos de VA y NVA permiten obtener el lead time del proceso productivo, los cuales se suman y da como resultado el lead time, como se presenta en la tabla 34.

**Tabla 34.** Cálculo de Lead Time

<b>Cálculo de Lead Time</b>	
<b>Datos</b>	Tiempo de valor añadido = 0,638 h Tiempo de valor no añadido inventario = 1,33 h
<b>Lead Time</b>	Lead Time = Tiempo de valor añadido + Tiempo de valor no añadido  Lead Time = 0,64 horas + 1,33 horas  Lead Time = 1,98 h

## **Análisis y discusión de resultados**

El valor del lead time es de 1,98 h compuesto por los tiempos que agregan y no agregan valor desde que ingresa el bovino hasta su distribución; excluyendo los tiempos de reposo e intervalos de tiempos o pausas entre los procesos de ingreso, faenamiento y distribución.

Los tiempos que no agregan valor corresponde a las esperas en proceso, movimientos innecesarios que se realizan durante la ejecución de las actividades. Al eliminar los tiempos que no agregan valor al proceso, el tiempo del lead time se reduce, la eliminación de los TNVA se realiza mediante una propuesta de solución para las esperas, movimientos innecesarios [40].

### **Diseño del VSM actual**

Empleando simbologías establecidas en el capítulo dos y usando los datos obtenidos se realiza el diseño del VSM actual del proceso de faenamiento de ganado bovino, como se presenta en la figura 26.

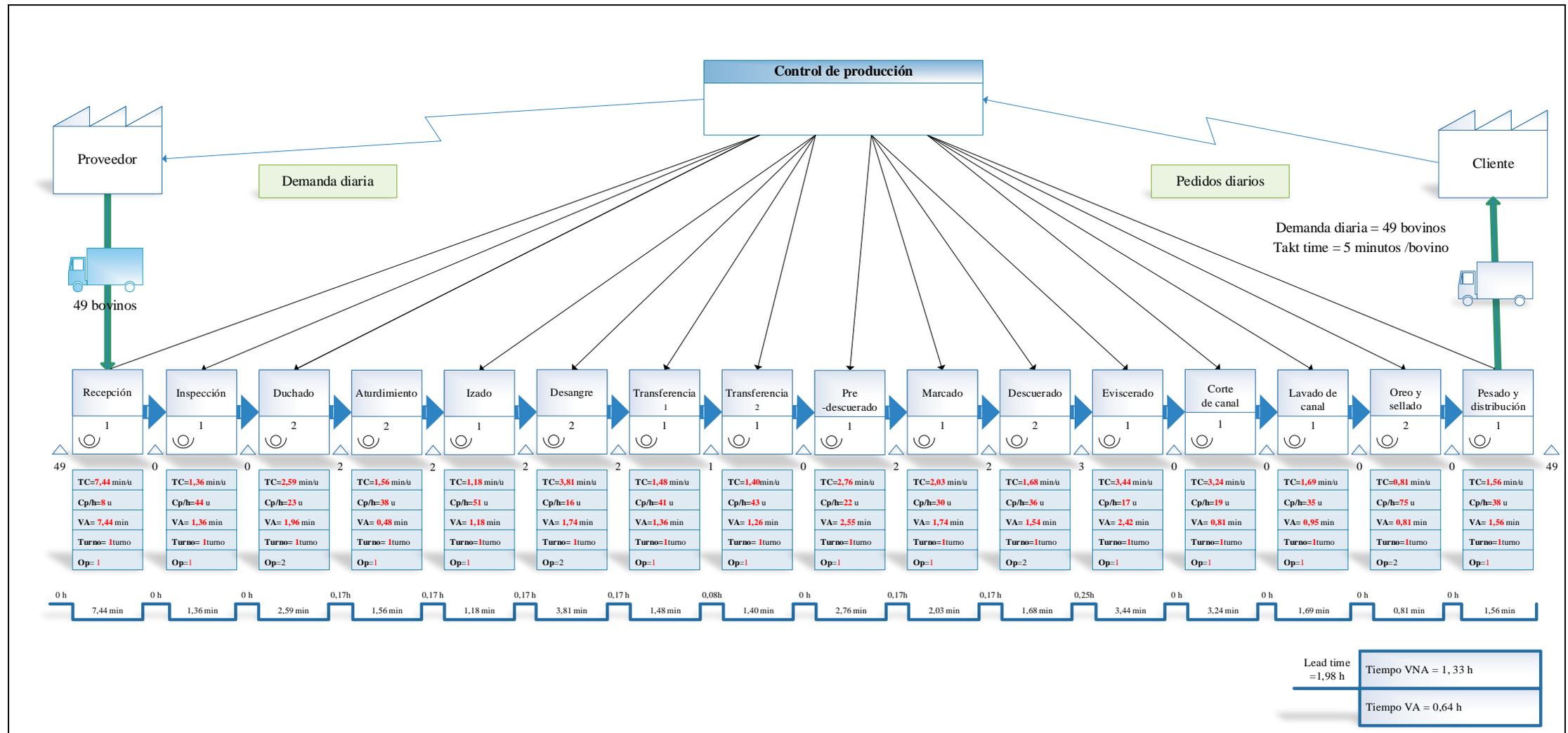


Figura 26. Mapa de flujo de valor faenado bovinos

### 3.5 Identificación de desperdicios en el proceso de faenamiento bovino.

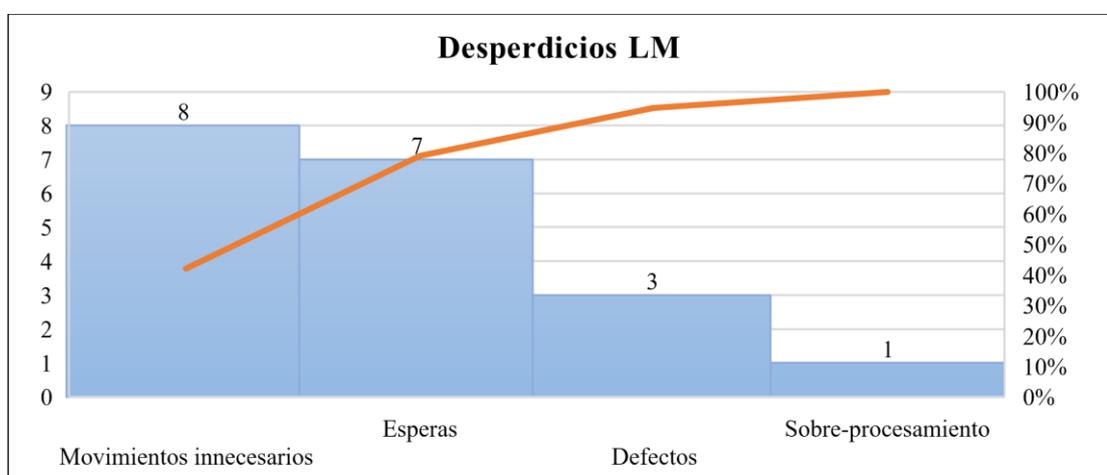
Lean Manufacturing permite identificar los desperdicios existentes en el proceso, en el Anexo 23, se muestra los desperdicios determinados desde la perspectiva de Lean por parte de la investigadora, mediante el uso de matriz se identificaron las actividades que agregan valor y no agregan valor, a partir del análisis de las esperas de los cursogramas presentados en las tablas 19,20 y 21.

A continuación, en la tabla 35 se presentan el cálculo de las frecuencias relativa y acumulada de los desperdicios de Lean Manufacturing, para determinar los desperdicios que tienen mayor significancia en el faenado de bovinos.

**Tabla 35.** Desperdicios LM

<b>Desperdicios LM</b>				
<b>Tipos de desperdicios</b>	<b>F</b>	<b>FA</b>	<b>%</b>	<b>%A</b>
Movimientos innecesarios	8	8	42,10	42,10
Esperas	7	15	36,80	78,90
Defectos	3	18	15,80	94,70
Sobre – procesamiento	1	19	5,30	100,00
<b>Total</b>	<b>19</b>		<b>100,0</b>	

Los desperdicios presentes en el proceso de faenado de bovinos son: defectos en una cantidad de 3, movimientos innecesarios 8, esperas 7 y sobre-procesamiento 1; que permitieron relacionar y determinar desperdicios considerados Green.



**Figura 27.** Desperdicios LM Pareto

## Análisis

En el proceso de faenamiento de bovinos se identificaron desperdicios correspondientes a movimientos innecesarios, esperas, defectos y sobreprocesamiento, que fueron determinados mediante la observación directa y el análisis de la situación actual. Los desperdicios movimientos innecesarios y las esperas tienen mayor significancia en el proceso.

Los movimientos innecesarios y las esperas representan el 80% de los desperdicios identificados en el proceso de faenamiento de bovinos, que al ser eliminados o mejorados el tiempo de ciclo del proceso mejorará, los defectos no presentan mayor importancia y el sobre- procesamiento representa mejor del 10% de desperdicios en la línea de faenamiento.

Los desperdicios de LM identificados en el proceso de faenamiento de bovinos son:

**Tabla 36.** Descripción de movimientos innecesarios

<b>Movimientos innecesarios</b>	
Descripción	En el proceso se realizan actividades que no agregan valor, se considera movimientos innecesarios a las actividades de afilar cuchillo que realiza el operario.

**Tabla 37.** Descripción de esperas

<b>Esperas</b>	
Descripción	Se han considerado como esperas en el proceso de faenamiento a aquellas actividades que generan retrasos, como por ejemplo en el proceso de desangre se da la espera de bovinos para ser trasladados al siguiente proceso afectando al ritmo de producción.

**Tabla 38.** Descripción de defectos

<b>Defectos</b>	
Descripción	Al ejecutarse actividades para la obtención de carne aptas para el consumo humano se han considerado como defectos a aquellas actividades que se ejecutan de manera inadecuada y al tratarse de un producto para el consumo puede llegar a representar un riesgo para la salud de los consumidores.

## Discusión de resultados

Los desperdicios identificados en el proceso de faenamiento de bovinos corresponden a movimientos innecesarios, esperas, defectos, sobre procesamiento. Identificar los desperdicios de Lean Manufacturing permite eliminar desperdicios a un bajo costo, según el estudio realizado en una empresa de cárnicos en Bogotá, se logró reducir la cantidad de unidades defectuosas a un muy bajo costo y sin necesidad de comprar maquinaria nueva, eliminar partes del proceso, o crear nuevas estaciones [47].

A continuación, la determinación de desperdicios Green se basó en revisiones bibliográficas donde se describen y consideran algunos desperdicios Green relacionados con Lean Manufacturing [1] [2] [21] [32], como se mencionan en la tabla 5. A continuación se describe los desperdicios considerados como Green, que mediante el Anexo24 son identificados en el proceso, por medio de la observación que se basó en las siguientes perspectivas:

- **Consumo de agua:** la toda la línea de faenamiento de bovinos se requiere del uso del recurso hídrico.
- **Consumo de energía eléctrica:** para el faenamiento de bovinos se requiere del uso de energía eléctrica y su consumo puede ser originado por esperas, sobre-procesamiento.
- **Consumo materiales e insumos:** el mal uso de insumos por sobre-procesamiento, malas prácticas durante la ejecución del proceso, falta de control y estandarización.
- **Basura y desechos:** todo proceso genera basura y desechos, en el proceso de faenamiento de bovinos pueden estar presentes restos de sangre, venas, piel entre otros.
- **Emisiones generadas en el aire:** sustancias gaseosas y particuladas liberadas a la atmósfera, el sobre-procesamiento por uso de equipos y máquinas.
- **Salud y seguridad:** la falta de limpieza, orden, acumulación de basura y procesos no ejecutados correctamente pueden afectar a la salud del operario.

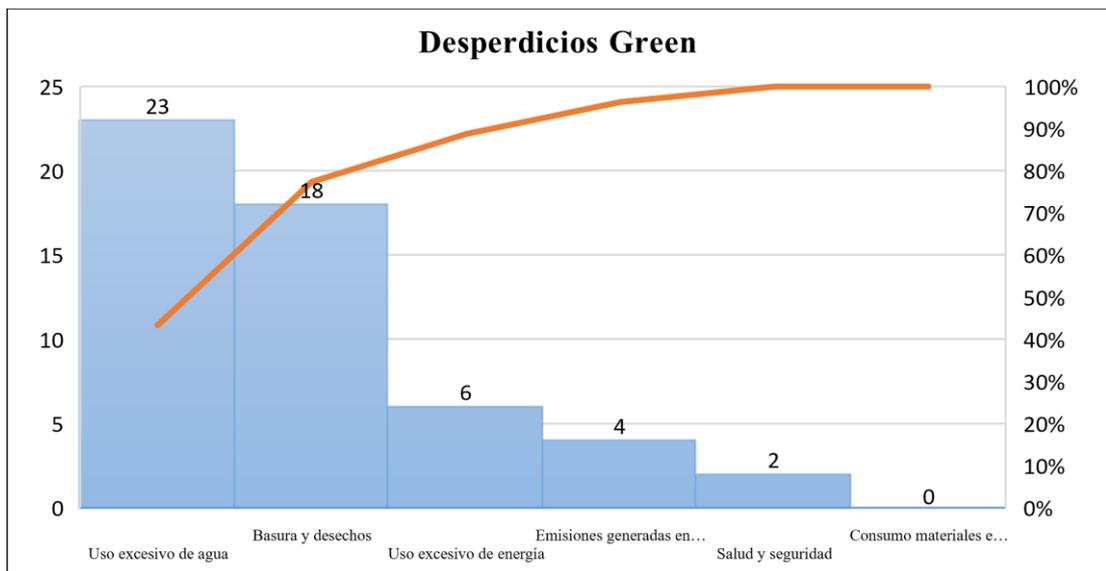
Para identificar los desperdicios considerados como Green se usó la matriz detallada en el Anexo 24, que permitió cuantificar su presencia en el proceso de faenamiento de bovinos.

A continuación, en la tabla 36 se presenta el cálculo de las frecuencias relativa y acumulada de los desperdicios de Green, para determinar los desperdicios que tienen mayor significancia en el faenado de bovinos, la identificación se realizó mediante la descripción de las actividades en cada uno de los procesos, el análisis y relación con los desperdicios Lean.

**Tabla 39.** Desperdicios Green

Desperdicios Green				
Tipos de desperdicios	F	FA	%	%A
Consumo de agua	23	23	43,4	43,4
Basura y desechos	18	41	34,0	77,4
Uso exceso de energía	6	47	11,3	88,7
Emisiones generadas en el aire	4	51	7,5	96,2
Salud y seguridad	2	53	3,8	100,0
Consumo materiales e insumos	0	53	0	100
<b>Total</b>	<b>53</b>		<b>100</b>	

Los desperdicios identificados de Green, el consumo de agua tiende a ser el más importante.



**Figura 28.** Desperdicios Green Pareto

### Análisis

Los desperdicios establecidos como Green según la figura 28, son seis de los cuales, el uso de agua es el más significativo con un valor de 23, porque se emplea agua en el proceso y limpieza de áreas, siendo este el principal recurso para la línea de

faenamiento, seguido por la basura y desechos con 18, después del consumo de energía con 6, salud y seguridad con 2 y consumo de materiales e insumo 0.

La identificación del consumo de agua se realizó por medio de la observación directa y recorrido en el área de faenamiento y se observó las tomas de agua abiertas, recipientes llenándose continuamente durante todo el proceso generando derrames de agua, de igual manera se observó desechos generados como restos de vísceras, restos de piel, sangre en el piso, para identificar el uso de la energía eléctrica se consideró las lámparas presentes, para las emisiones generadas en el aire se consideró los procesos que requieren de aire comprimido debido a que para su generación se necesita de un compresor, el mismo que puede originar emisiones a la atmósfera y finalmente para la salud y seguridad mediante la observación directa se consideró la presencia de áreas con acumulación de basura o desorden

Entonces los desperdicios que se va a considerar desde la perspectiva Green son: consumo de agua y uso de energía eléctrica.

**Tabla 40.** Descripción de consumo de agua

<b>Consumo de agua</b>	
Descripción	Todo el proceso de faenamiento demanda del consumo de agua, por tanto, se considera como desperdicio de Green, su inadecuado uso puede incidir en la generación de aguas residuales, costos económicos, afección al medio ambiente entre otros. Dado que en las visitas al CFMA se constata recipientes llenos desbordando de agua, asimismo llaves de agua abiertas con flujo de agua directo a los desagües sin utilización previo.

**Tabla 41.** Descripción de uso de energía eléctrica

<b>Uso de energía eléctrica</b>	
Descripción	La demanda del consumo de la energía es considerada como desperdicio Green debido a su generación en centrales eléctricas, al mejorar el proceso, reducir el tiempo de producción ayuda a disminuir el uso de algunos equipos, por tanto permite obtener mejoras en relación con medio ambiente y ahorro económico.

### **Discusión de resultados**

Los desperdicios más significativos en el proceso de faenamiento es el uso de agua y la de energía, en el proceso de faenamiento existe una alta basura y desechos, pero los mismos tienen un tratamiento adecuado y están bajo control, por lo tanto, se puede

considerar que los desperdicios Green más significativos en el proceso de faenamiento es del consumo de agua y de energía eléctrica [2].

### Relaciones de los desperdicios

Los desperdicios de Lean Manufacturing identificados corresponde a: movimientos innecesarios, esperas, defectos mismos que afecta el proceso de faenamiento, además pueden incidir en el consumo de agua, de energía eléctrica, por tanto, potenciar la generación de aguas residuales, incrementar el consumo de energía eléctrica, incluso afectar a largo plazo en el agotamiento de los recursos, en la figura 29 se presenta una relación de los desperdicios.

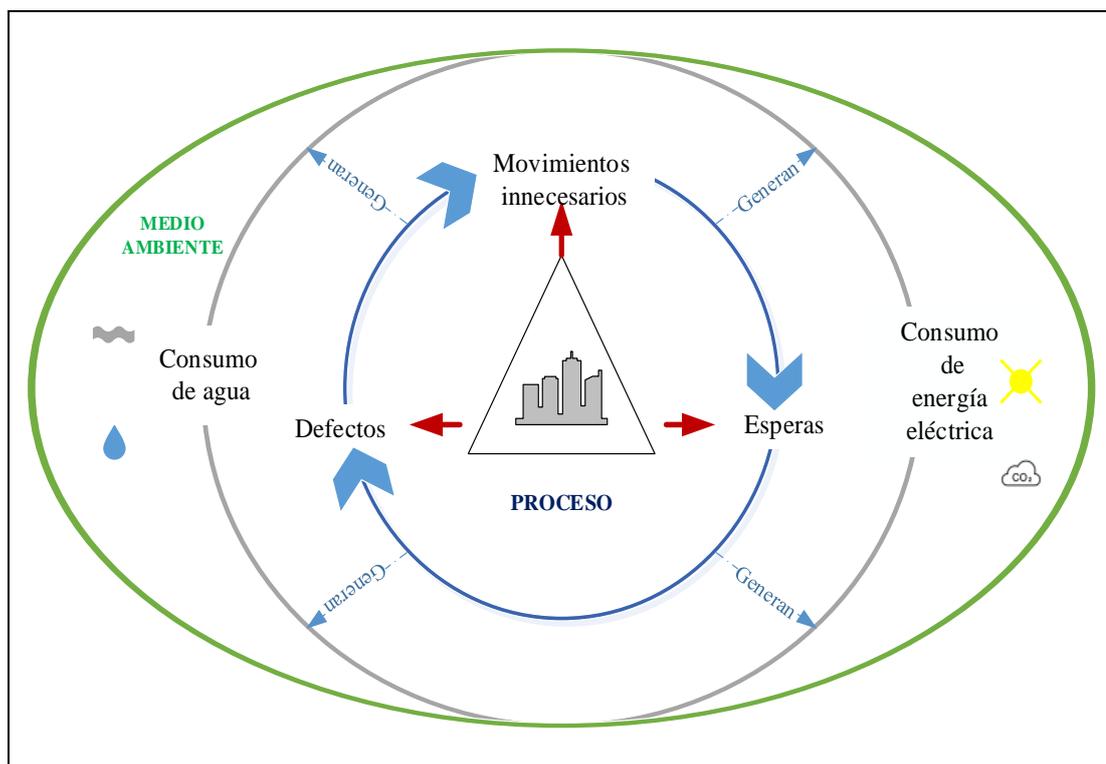


Figura 29. Relación de desperdicios

### 3.6 Lean & Green

#### Herramientas para modelo Lean & Green

Para determinar las herramientas que integran el modelo Lean & Green se aplicó el Análisis Decisión Multicriterio (AHP), que permitió y facilitó la toma de decisiones mediante el uso de variables cualitativas y cuantitativas frente a diversos criterios u objetivos. El AHP se realizó en las etapas descritas a continuación:

### Etapa inicial: Recopilación de datos

Para determinar las herramientas adecuadas para Lean & Green se obtuvo información de herramientas que presenten sinergia entre Lean Manufacturing y Green, y promueven la mejora operacional simultáneamente con la sostenibilidad; herramientas que a su vez pueden ser clasificadas en normas, indicadores entre otros, específicamente en los aspectos de Lean Manufacturing y Green. En la tabla 42, se presenta herramientas que van a ser evaluadas, las cuales han sido aplicadas en otros casos de estudios similares.

**Tabla 42.** Herramientas que presentan sinergia entre Lean Manufacturing y Green

Herramienta	Tema de estudio	Año	Descripción
<b>5S</b>	Environmental management systems for the optimization of dairy industries	2022	Esta metodología tiene conceptos de selección, orden, limpieza por medio de la disciplina y control, mediante su implementación se logra minimizar el consumo de recursos, reducir y reciclar los residuos o desechos y fomenta el orden y limpieza en las áreas de trabajo.
<b>KPI</b>	Simulation-based analysis of catalyzers and trade-offs in Lean & Green manufacturing	2019	Los KPI permiten evaluar variables operacionales y ambientales, los indicadores de rendimiento desde la perspectiva Green son: consumo de materiales, energía, agua y otros recursos. Para Lean Manufacturing evalúa las operaciones que se ejecutan en el proceso.
<b>Lean/3R</b>	Lean/Green integration focused on waste reduction techniques	2017	Es una herramienta estructurada que integra el principio de Lean Manufacturing y Green, que consiste en realizar una evaluación mediante el uso de una matriz denominada Lean/3R que combina los desperdicios de Lean Manufacturing y las 3R (reducción, reutilización y recuperación).
<b>Ciclo de vida</b>	Life cycle sustainability assessment of a novel slaughter concept	2019	La sostenibilidad puede ser evaluada a través del ciclo de vida, se aplica con el objetivo de medir la producción y su impacto en el medio ambiente.
<b>Huella de carbono</b>	Metodología y cálculo de la huella de carbono para productos agroalimentarios	2021	El cálculo de la huella de carbono permite evaluar las emisiones directas e indirectas al aire en la cadena de valor. En industrias agroalimentarias se considera el inventario de ciclo de vida como son: uso de energías, emisiones generadas al aire durante un periodo establecido.

## Árbol jerárquico para herramientas del modelo Lean & Green

Para la toma de decisiones se compararon las herramientas para el modelo Lean & Green, mediante a asignación de ponderaciones a los criterios y alternativas del método AHP. En la figura 30, se muestra la relación de las herramientas y los criterios que van a ser evaluados.

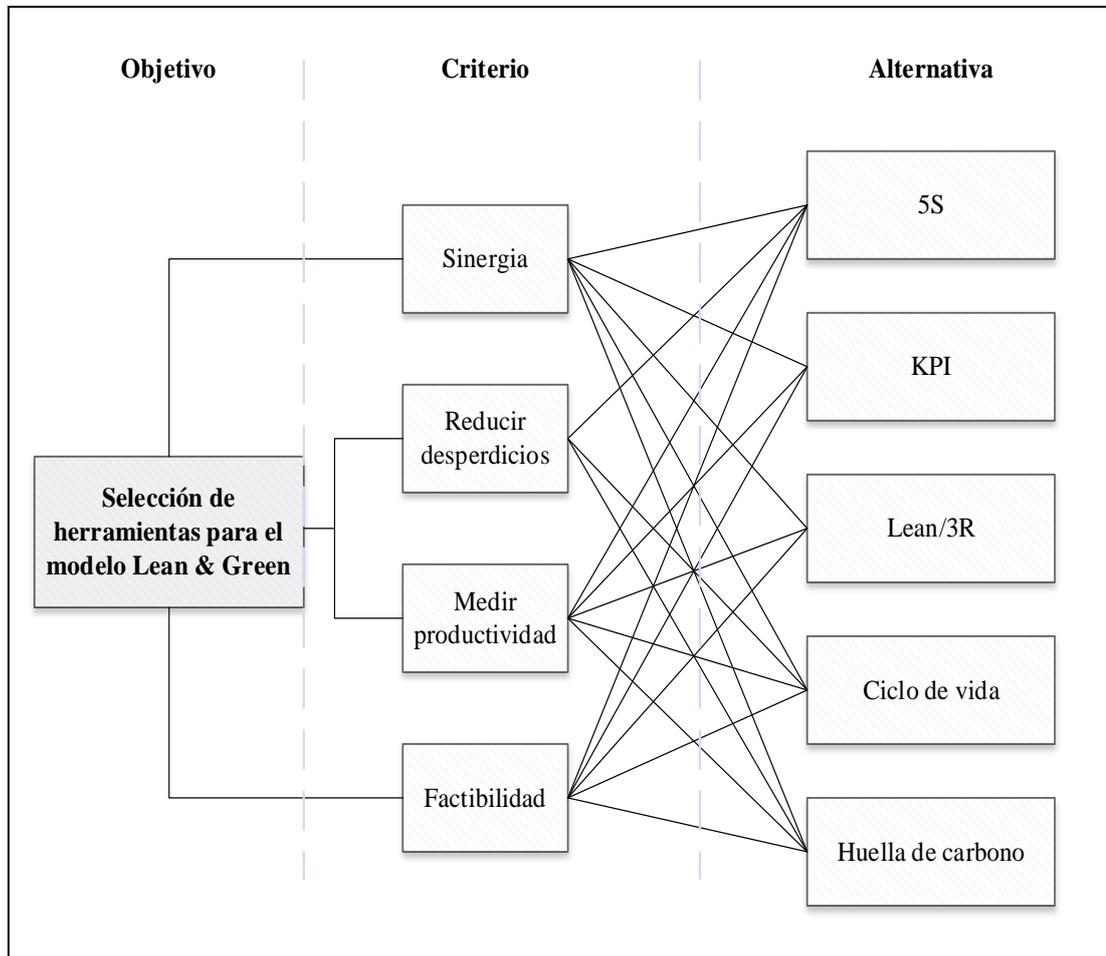


Figura 30. Árbol jerárquico AHP

Para comparar las herramientas se establecieron los siguientes criterios:

**Sinergia:** consiste en la relación que presenta la herramienta con la perspectiva de Lean Manufacturing y Green.

**Reducir desperdicios:** se analiza el nivel que permitiría minimizar los desperdicios tanto de Lean Manufacturing como de Green.

**Medir productividad:** consiste en determinar una herramienta que permita alcanzar resultados óptimos considerando el tiempo y recursos.

**Factibilidad:** es la facilidad de realizar la descripción, análisis o desarrollo de la herramienta considerando la situación actual del proceso.

**Segunda etapa:** establecer criterios y niveles de importancia.

El AHP permite tomar decisiones evitando problemas con múltiples criterios, mediante la escala de Saaty se asignaron prioridades, como se detallan en la tabla 43.

**Tabla 43.** Escala Saaty [36]

<b>Escala numérica</b>	<b>Escala Verbal</b>	<b>Descripción</b>
1	Igual	Ambos criterios tienen la misma importancia.
3	Moderada	Muy poca o débil importancia del uno sobre el otro.
5	Fuerte	Es importante el criterio sobre el otro.
7	Muy fuerte	Importancia demostrada de un criterio sobre otro.
9	Extrema	Absoluta importancia sobre el otro criterio.
2,4,6,8	Términos medios	Valores que se usan cuando se requiere de un término medio.

**Tercera etapa:** Establecer matrices

Una vez identificadas las herramientas y criterios para el modelo Lean & Green, se realizó una matriz para realizar la evaluación de cada una de las herramientas de acuerdo con los cuatro criterios establecidos, como se presenta en la tabla 44.

**Tabla 44.** Matriz de criterios y herramientas

	<b>Sinergia</b>	<b>Reducir desperdicios</b>	<b>Productividad</b>	<b>Factibilidad</b>
<b>5S</b>				
<b>KPI</b>				
<b>Lean/3R</b>				
<b>Ciclo de vida</b>				
<b>Huella de Carbono</b>				

Las ponderaciones para las alternativas y para los criterios se asignaron en base a la escala de Saaty, esta comparación se realiza empleando el software Total Decision en su versión educativa, en la figura 31 se presenta el ingreso de datos del software.

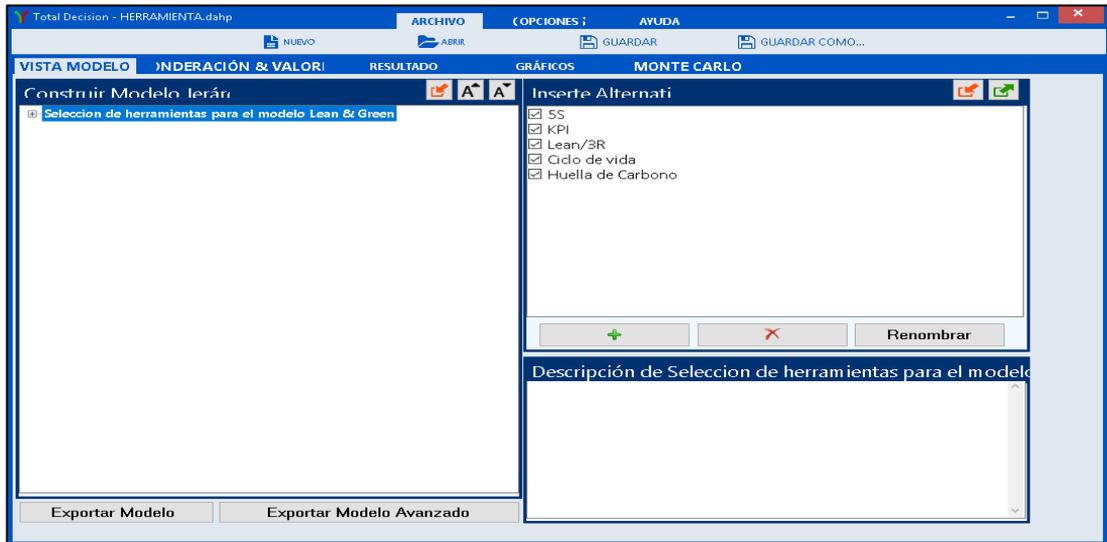


Figura 31. Ingreso de datos en el programa Total Decision

### Ponderaciones para criterios

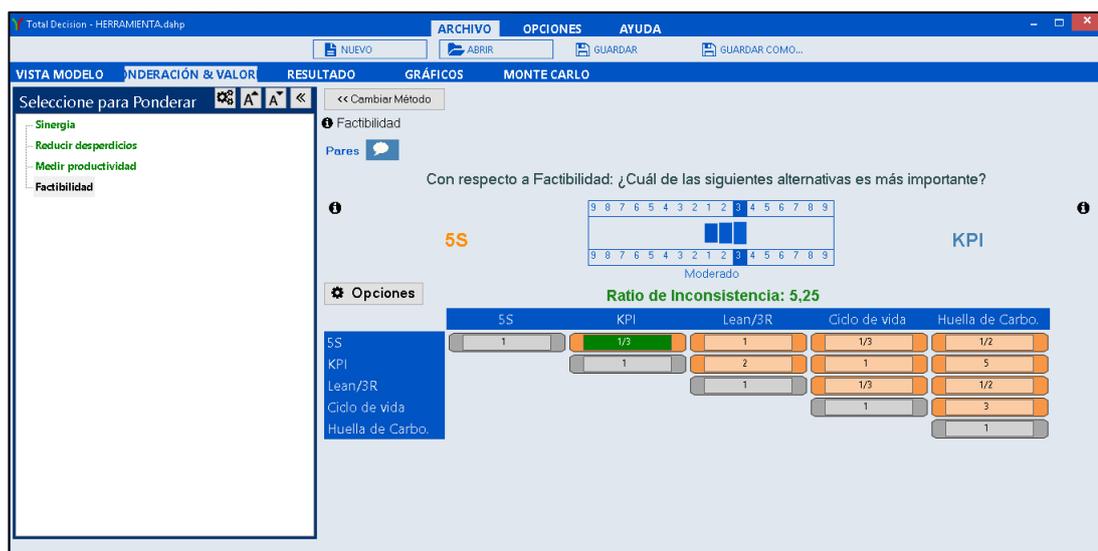
Se realizó la respectiva asignación de valores en función a la escala de Saaty mediante el software Total Decision, como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45. Asignación de ponderaciones para los criterios establecidos

	Sinergia	Reducir desperdicios	Medir productividad	Factibilidad
Sinergia	1	1	1	0,33
Reducir desperdicios		1	1	0,50
Medir productividad			1	0,50
Factibilidad				1

### Ponderaciones para alternativas

Total Decision permite considerar las mejores alternativas, según las ponderaciones de la escala de Saaty, en la figura 32 se muestra la asignación de valores.



**Figura 32.** Asignación de valores

A continuación, se presentan los valores asignados para cada una de las alternativas previamente establecidas.

### Ponderaciones para Sinergia

La asignación de valores se realizó en función a la escala de Saaty, como se muestra en la tabla 46.

**Tabla 46.** Asignación de ponderaciones para la alternativa sinergia

	<b>5S</b>	<b>KPI</b>	<b>Lean/3R</b>	<b>Ciclo de vida</b>	<b>Huella de Carbono</b>
<b>5S</b>	1	0,5	1	0,5	2
<b>KPI</b>		1	2	3	2
<b>Lean/3R</b>			1	0,5	3
<b>Ciclo de vida</b>				1	1
<b>Huella de Carbono</b>					1

### Ponderaciones para Reducir desperdicios

Se realizó la respectiva asignación de valores en función a la escala de Saaty de manera manual en el software Total Decision, como se muestra en la tabla 47.

**Tabla 47.** Asignación de ponderaciones para la alternativa reducir desperdicios

	<b>5S</b>	<b>KPI</b>	<b>Lean/3R</b>	<b>Ciclo de vida</b>	<b>Huella de Carbono</b>
<b>5S</b>	1	7	3	5	2
<b>KPI</b>		1	2	5	1
<b>Lean/3R</b>			1	3	0,33
<b>Ciclo de vida</b>				1	0,33
<b>Huella de Carbono</b>					1

### Ponderaciones para Mejorar la productividad

Se realizó la respectiva asignación de valores para considerar los criterios y alternativas más importantes respecto a mejorar la productividad, en función a la escala de Saaty en el software Total Decision, como se muestra en la tabla 48.

**Tabla 48.** Asignación de ponderaciones para la alternativa mejorar la productividad

	5S	KPI	Lean/3R	Ciclo de vida	Huella de Carbono
5S	1	3	3	2	2
KPI		1	2	2	4
Lean/3R			1	0,5	1
Ciclo de vida				1	3
Huella de Carbono					1

### Ponderaciones para Factibilidad

La factibilidad fue evaluada en función a la escala de Saaty, considerando qué herramienta tiene más importancia, la ponderación se realizó de manera manual en el software Total Decision, como se muestra en la tabla 49.

**Tabla 49.** Asignación de ponderaciones para la alternativa factibilidad

	5S	KPI	Lean/3R	Ciclo de vida	Huella de Carbono
5S	1	0,33	1	0,33	0,5
KPI		1	2	1	5
Lean/3R			1	0,33	0,5
Ciclo de vida				1	3
Huella de Carbono					1

Una vez realizada la asignación de las ponderaciones usando el software Total Decision, se evaluó las alternativas de herramientas en función a los criterios establecidos, obteniendo resultados como se presentan en la tabla 50.

**Tabla 50.** Ponderaciones de criterios y alternativas

	Objetivo: Selección de herramienta para el modelo Lean & Green	Sinergia	Reducir desperdicios	Medir productividad	Factibilidad
5S	0,59	0,46	1	1	0,28
KPI	0,81	1	0,36	0,68	1
Lean/3R	0,32	0,50	0,23	0,29	0,30
ACV	0,64	0,56	0,11	0,52	0,97
Huella de Carbono	0,36	0,32	0,46	0,25	0,38

#### Cuarta etapa: Análisis de los criterios

Los resultados presentados anteriormente indican que las mejores alternativas son: KPI, Ciclo de vida, 5S; en la tabla 51 se presenta las alternativas jerarquizadas.

**Tabla 51.** Comparación entre las herramientas para el modelo Lean & Green

Alternativa	Objetivo	%	Representación gráfica
KPI	0,81	81,46	
Ciclo de vida	0,64	64,88	
5S	0,59	59,52	
Huella de Carbono	0,36	36,62	
Lean/3R	0,32	32,65	

#### Análisis y discusión de resultados

En la tabla 51, de la matriz comparativa el valor más elevado será la opción que elijamos. Por lo tanto, las herramientas mejor puntuadas son KPIs con un objetivo de 0,81%, el segundo el Ciclo de vida con un valor de 0,64% y finalmente 5S con una prioridad de 59,52%.

Por lo tanto, las herramientas más apropiadas que van a integrar el modelo Lean & Green son: KPI, 5S y ciclo de vida, se consideran las tres porque cumplen con los criterios establecidos y son las óptimas para alcanzar los objetivos planteados.

#### Definir KPIs

Los KPI para Lean Manufacturing son: el ratio de operaciones, ratio de valor agregado mientras, para los KPI Green se definen indicadores que permiten analizar el proceso desde los paradigmas de Green como es el consumo de energía y agua.

Los KPI se pueden definir a partir de los resultados obtenidos en el análisis del proceso de faenado de bovinos. El consumo de energía se deriva de la cantidad de energía consumida por la máquina multiplicada por el tiempo de proceso de la máquina en funcionamiento. Además, el consumo de agua se calcula a partir del flujo de agua empleado, en el proceso de faenado de bovinos, se emplean una cierta cantidad de agua y que se desecha al final porque está contaminada con residuos.

**Tabla 52.** Definición de indicadores

Tema	Subtema	Indicador	Unidad
Agua	Cantidad	Consumo de agua	m3
Energía	Uso	Consumo de energía	kW total
Valor añadido	Tiempo	Tiempo de valor agregado	%
Operaciones	Actividades	Número de actividades	%

Un indicador es una medida específica de cierto elemento para demostrar su rendimiento a través del reconocimiento y valoración de información relevante.

**Tabla 53.** Definición de formulas

Tema	Formula
Agua	$\text{Agua (m3)} = \frac{\text{Flujo de agua en el proceso en el tiempo t}}{\text{Número total de bovinos faenados en el tiempo t}}$
Energía	$\text{Consumo de energía eléctrica (Wh)} = \text{watts consumidos por equipo} \times \text{tiempo del proceso}$
Ratio	$\text{Ratio valor añadido} = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Lead time total}} \times 100$
Ratio	$\text{Ratio de operaciones} = \frac{\text{Número de operaciones}}{\text{Número de actividades}} \times 100$

**Tabla 54.** Asignación de metas para los indicadores

Tema	Objetivo
Agua	El consumo de agua durante el proceso de faenado debe ser aproximadamente 1700 litros por cada bovino faenado, según lo establecido por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
Energía	El objetivo es reducir el consumo de energía aproximadamente entre 1- 5%.
Ratio de operaciones	El objetivo es que los valores obtenidos deben ser iguales o mayor a 1.
Ratio de valor añadido	El objetivo es que los valores obtenidos deben ser iguales o mayor a 1.

### 3.7 Modelo Lean & Green

La propuesta consiste en un modelo llamado “Lean & Green” que está enfocado en minimizar desperdicios generados en el proceso de faenamiento de ganado bovino para mejorar el desempeño operacional y la sostenibilidad mediante herramientas de Lean Manufacturing y Green. El modelo presenta la integración de las perspectivas de LM y Green, ambos modelos tienen una relación sinérgica y similitud de filosofías. A continuación, se presenta el modelo, con el objetivo de promover mejoras en los procesos con una perspectiva “la manufactura esbelta produce resultados verdes”.

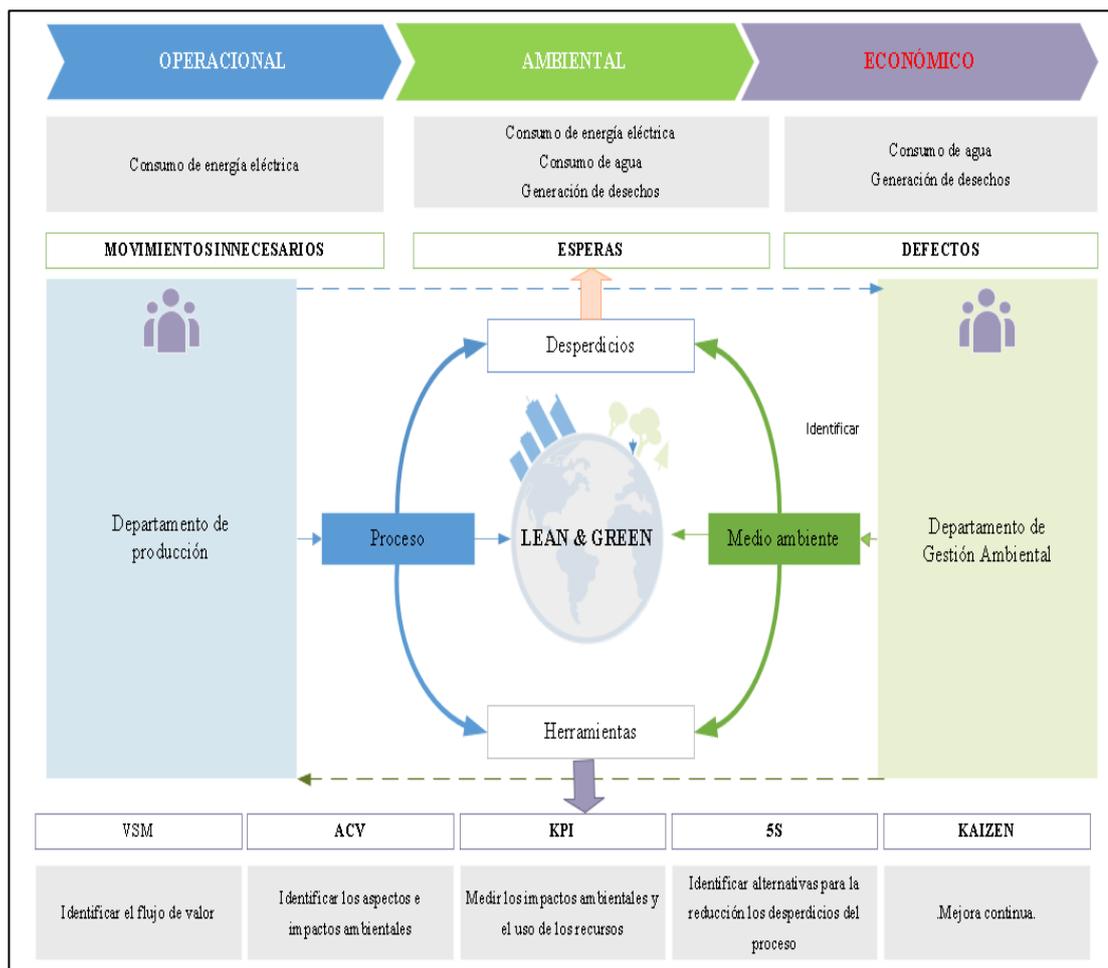


Figura 33. Modelo Lean & Green propuesto

Las dimensiones del modelo Lean & Green presentado son:

**Operacional:** su enfoque es mejorar el proceso de faenamiento de bovinos mediante la disminución de los desperdicios de Lean Manufacturing generados en el proceso.

**Ambiental:** está enfocada en reducir el consumo de los recursos como el agua y energía eléctrica.

**Económico:** se enfoca en la rentabilidad financiera a través de la reducción de los costos operativos generados por altos índices de consumo de recursos.

El modelo tiene los siguientes componentes:

### **Responsables**

El modelo Lean & Green considera los responsables para implementar y verificar el cumplimiento de resultados al departamento de producción y departamento de gestión ambiental; el flujo de información entre los dos departamentos debe ser horizontal y realizar un constante monitoreo de las actividades desarrolladas en el proceso de faenado de bovinos.

### **Desperdicios**

Para determinar los desperdicios presentes en el proceso se desarrolló la metodología de LM presentada anteriormente, y una vez identificados se relacionaron con los desperdicios de Green; los desperdicios a considerar se presentan a continuación.

**Tabla 55.** Desperdicios identificados para el modelo

<b>LM</b>	<b>GREEN</b>
Movimientos innecesarios	Consumo de energía eléctrica Consumo de agua
Esperas	Consumo de energía eléctrica Consumo de agua
Defectos	Consumo de agua

### **Herramientas**

El modelo Lean & Green consideró las herramientas que presentaron mayor objetivo según lo desperdicios identificados, los criterios y las metas a alcanzar, en la tabla 56 se presenta la herramienta y su finalidad.

**Tabla 56.** Herramientas propuestas para el modelo Lean & Green

<b>Herramienta</b>	<b>Finalidad</b>
VSM	Identificar el flujo de valor.
ACV	Identificar los aspectos e impactos ambientales.
KPI	Medir el proceso y el uso de los recursos.
5S	Identificar alternativas para la reducción del impacto ambiental y reducir los desperdicios generados en el proceso para mejorar la productividad dentro del flujo de valor.
KAIZEN	Mejora continua.

### **Validación del modelo**

En esta sección se presenta los resultados obtenidos al analizar el proceso de faenamiento de bovino mediante el modelo Lean & Green, para validar el modelo se realizó la comparación de los resultados obtenidos durante la situación inicial del proceso de faenamiento de bovinos con la situación después de simular el proceso aplicando las herramientas de Lean & Green.

#### **3.7.1 Estado actual del VSM**

En la figura 34, se presenta el VSM con los desperdicios identificados en toda la línea de faenamiento desde el ingreso del ganado en pie hasta la distribución de los canales.

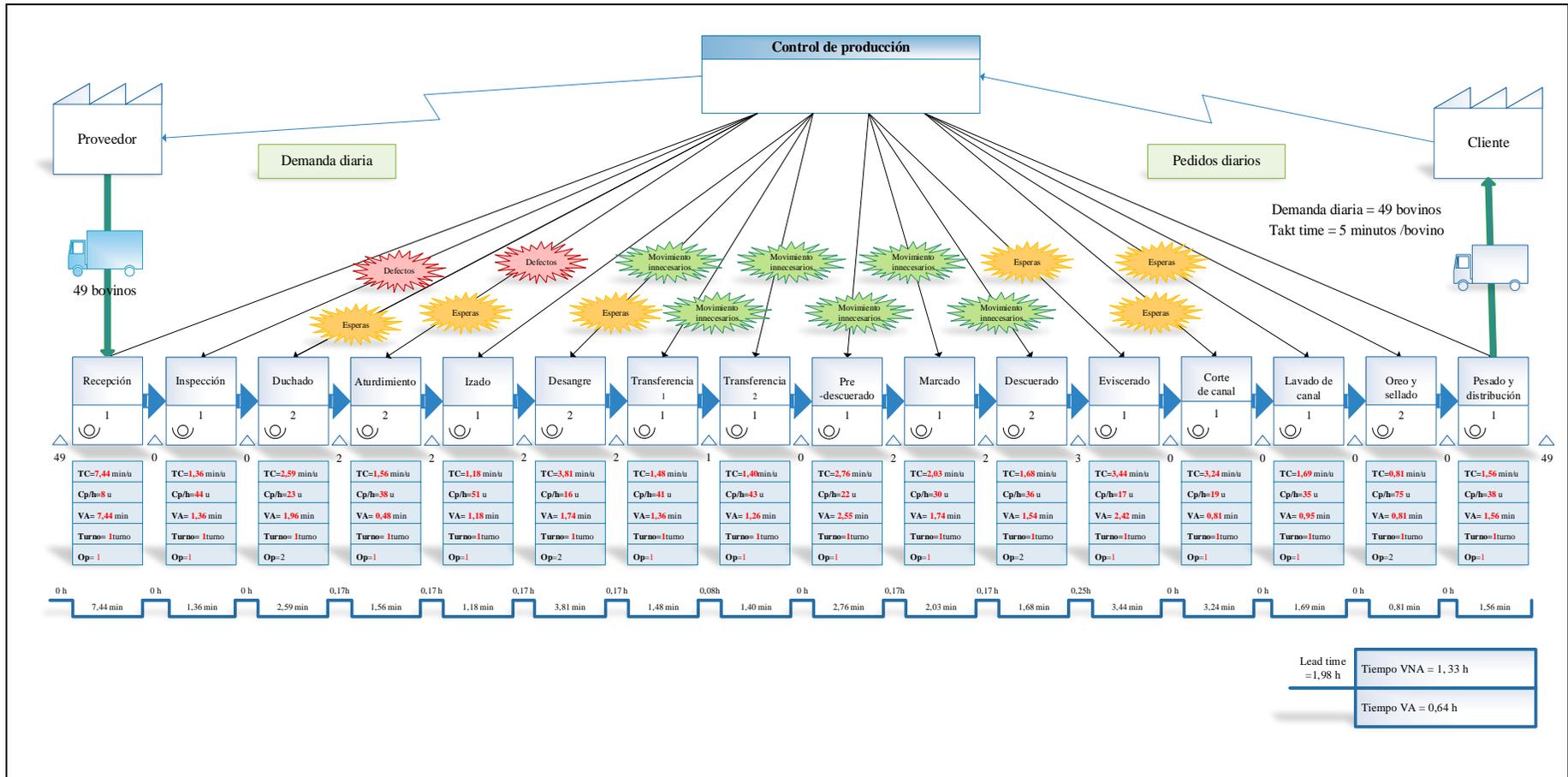


Figura 34. VSM de identificación de desperdicios

### **3.7.2 Análisis de ciclo de vida del proceso de faenado para la obtención de carne**

#### **Introducción**

El ACV (Análisis de Ciclo de vida) o LCA, (Life Cycle Analysis), es una herramienta ambiental reconocida por la ISO 14040 e ISO 14044, que permite identificar y evaluar los aspectos ambientales, así también como los impactos generados durante la elaboración o procesamiento de un producto. El ACV analiza aspectos ambientales como el uso de los recursos, generación de emisiones desde su materia prima hasta su disposición final, considerando todas las fases intermedias necesarias para la obtención del producto. Permitiendo identificar alternativas de mejoras del desempeño ambiental en las diferentes etapas del ciclo de vida del producto, además ayuda a tomar decisiones y establecer indicadores para evaluar el desempeño ambiental, así como también, es una herramienta estratégica para la organización, porque permite renovar y mejorar las estrategias de marketing enfocada en el desempeño ambiental. El ACV se desarrolló en 4 fases, según lo establecido en la ISO 14040.

#### **Definición de objetivos y alcance**

**Objetivo:** Analizar el ciclo de vida del proceso de faenamiento de bovinos para identificar los posibles impactos o aspectos ambientales.

**Alcance:** “De la puerta a la puerta”, solo se incluirán procesos que se realizan dentro de la planta de faenamiento, etapa realizada para la obtención de carne de res con la finalidad de determinar los impactos ambientales.

#### **Función de sistema**

El proceso de faenamiento de bovinos es para la obtención de carne de res apta para el consumo humano, para su posterior comercialización dentro y fuera de la provincia de Tungurahua.

#### **Sistema caso de estudio**

El estudio es el proceso de faenamiento de bovinos en el CFMA, donde diariamente se faenan 49 bovinos para la obtención de carne datos.

## Unidad

La unidad función para la investigación es el peso de los canales, el peso seleccionado es el peso promedio de dos canales que es aproximadamente 299,5 kg.

## Límites del sistema

El ACV es “puerta a puerta”, como se mencionó anteriormente, por tanto, los límites para el sistema del caso de estudio se han considerado las entradas del ganado bovino en pie, los recursos esenciales como agua y energía eléctrica, empleados para la planta de faenamiento. También se ha considerados los desechos generados del proceso y las emisiones al aire, dentro de los límites del sistema se han excluido el proceso de crianza y la transportación de bovinos, además los equipos, infraestructura y materiales para mantenimiento se excluyen del sistema, debido a que los bienes, y productos básicos no generan impactos significativos, como se muestra en la figura 35.

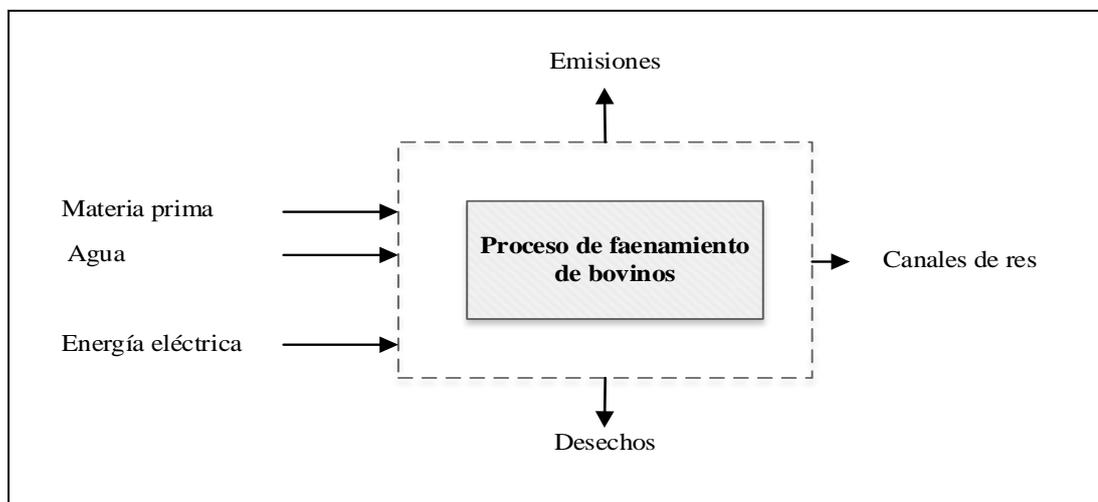


Figura 35. Diagrama límites del sistema

## Inventario de ciclo de vida

El inventario de ciclo de vida muestra los datos correspondientes a las entradas y salidas del proceso de faenado de bovinos. Los datos utilizados en el ACV corresponden a datos proporcionados por el Camal Municipal de Ambato para cuantificar las entradas y salidas durante el proceso de faenamiento de bovinos, y los datos con los que no se disponían fueron obtenidos mediante la búsqueda bibliográfica de fuentes confiables empleados en estudios similares a este caso de estudio.

## Entrada

La tabla 57, muestra el número de sacrificios mensuales y el inventario del consumo de agua y energía eléctrica durante el periodo de estudio y el consumo de estos insumos en relación con la unidad funcional.

**Tabla 57.** Entradas del proceso de faenado de bovinos

Entradas	Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Ganado bovino para faenamiento</b>	El ganado bovino es transportado hasta el CFMA, es la materia para la obtención de carne apta para el consumo humano.	<b>910</b>	<b>kg</b>
<b>Consumo de Agua</b>	<p>En el Camal Municipal se consume 187,18 m<sup>3</sup> diario y 4117,96 m<sup>3</sup> mensual de agua potable. Del volumen diario de agua consumida (187,18 m<sup>3</sup>); 160,18m<sup>3</sup> son utilizados directamente en el proceso de faenamiento y 60 m<sup>3</sup> en actividades auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 160,18m<sup>3</sup> corresponde a 160180 litros diarios del proceso de faenamiento.</li> </ul> <p>Entonces la cantidad de agua consumida en el proceso de faenamiento de bovinos corresponde a 112126 litros diarios, debido a que el proceso de faenado de bovinos es el más significativo representando un 70% de la demanda total. Por tanto, la cantidad aproximada de agua consumida por cada res faenada es 2212 litros aproximadamente.</p> <p>La FAO proporciona datos del consumo de agua durante el faenamiento de bovinos, donde se estipula que el consumo es de 1700 litros por cada res faenada para llevar el proceso de obtención de carne.</p>	2212,30	kg
<b>Energía eléctrica</b>	El valor de consumo de energía eléctrica se obtuvo a partir de información proporcionada por el CFMA.	1138,13	kWh

## Salidas

Las salidas identificadas en el proceso de faenamiento de bovinos son emisiones al aire como: metano, óxido nitroso y amoníaco (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub>), emisiones al agua y residuos generados como agua residual, estiércol.

## Emisiones del aire

El CFMA posee dos fuentes fijas que son utilizadas en la planta de faenamiento, dichas fuentes generan emisiones como gases, provocadas por la caldera y el biodigestor, en la tabla 58 y 59 se presenta las emisiones según los datos proporcionados por la empresa.

**Tabla 58.** Valores de emisiones de aire fuente fija caldero

Fuente fija	O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	T fuente	MP (mg/Nm <sup>3</sup> )	S <sub>02</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
Chimenea caldero	1,98	14,13	279,0	26,8	248,0	159,0	93,0

Donde mg/Nm<sup>3</sup> significa masa de gas por unidades de desechos generados, MP partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, NO<sub>x</sub> óxidos de nitrógeno y dióxido de sulfuro, y CO monóxido de carbono.

**Tabla 59.** Valores de emisiones de aire fuente fija quemador digestores

Fuente fija	O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %	T °C fuente	MP (mg/Nm <sup>3</sup> )	S <sub>02</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
Quemador de digestores	18,79	1,51	175,0	43,7	586,0	85,0	246,0

## Emisiones al agua

El CFMA cuenta con cisterna de abastecimiento, que suministra agua para el proceso de faenado de ganado mayor (bovinos) y menor (ovinos, porcinos, caprinos), además se utiliza en las calderas y en áreas administrativas. Para el proceso de faenado de bovinos se emplea 2288,29 litros por cada bovino faenado.

Las aguas residuales pasan a través de sistemas de rejillas, para la retención de sólidos,

incorporándose al alcantarillado y como vertimiento final al río. DQO es la demanda química de oxígeno en el agua, en la tabla 60 se observa los valores de emisiones.

**Tabla 60.** Valores de emisiones del agua

Sólidos Totales mg/l	DQO	DBO5	Grasa y aceites mg/l	Nitrógeno mg/l	Fósforo total mg/l
1274	1398	575	4.1	154.76	2.66

### Residuos orgánicos

En el proceso de faenamiento de ganado bovino, se generan desechos sólidos especiales de tipo ruminal, estiércol y vísceras. La generación aproximada de este tipo de desechos se describe a continuación en la tabla 61.

**Tabla 61.** Desechos del proceso de faenamiento

<b>Desechos del proceso de faenamiento</b>					
<b>Estiércol (Producción /m3)</b>					
Generador de desechos	Volumen (m) unitario	Diario	Semanal	Mensual	
Bovino	0,01	1,5	7,5	33	
<b>Total</b>	0,01	1,5	7,5	33	
<b>Ruminal (Producción /libras)</b>					
Generador de desechos	Peso (libras) unitario	Diario	Semanal	Mensual	
Bovino	60	9000	45000	198000	
<b>Total</b>	60	9000	45000	198000	
<b>Vísceras (Producción /libras)</b>					
Tipo de desechos	Peso (libras) unitario	Diario	Semanal	Mensual	
Hígado	12	216	1080	4752	
Pulmones	8	104	520	2288	
Otros (corazones, ubre, riñones, tripas, etc.)	3	15	75	330	
<b>Total</b>	23	335	1675	7370	

Los desechos sólidos son recogidos por el servicio de recolección municipal de Ambato, realizado por la Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos Ambato –EPM GIDSA.

La evaluación se emplea el software SimaPro, que permite cuantificar los impactos generados durante el proceso de faenamiento de bovinos en el CFMA.

A partir de los datos del inventario correspondientes a las entradas y salidas del proceso, se realizó la evaluación del ACV. El estudio consideró las siguientes categorías de impactos:

- Demanda de energía
- Uso de agua

## Paquete informático y base de datos

### SimaPro

Es un software que permite elaborar análisis completos del ciclo de vida de un producto o servicio, además es una herramienta que ha sido desarrollada por Green Delta que ayuda a realizar cálculos de forma rápida obteniendo resultados con una alta gama de datos que tiene disponible.

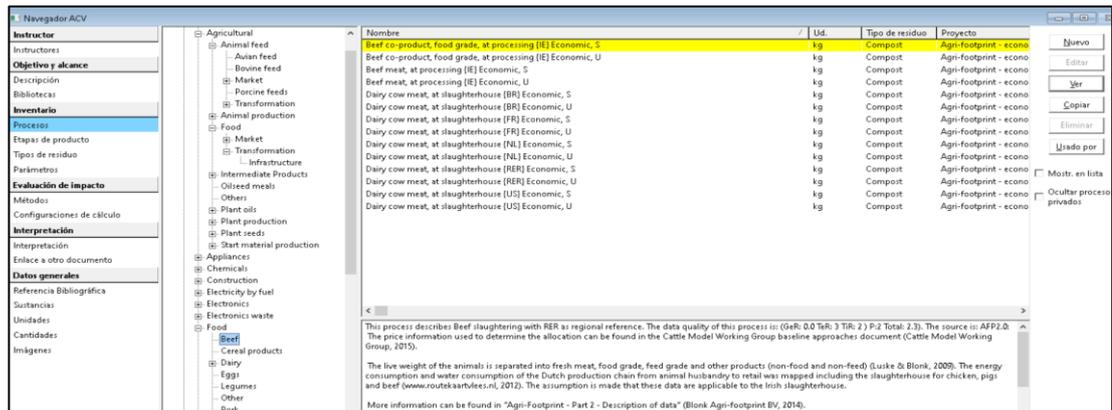


Figura 36. Selección de librería en SimaPro

## Evaluación de impacto de ciclo de vida

La evaluación de impacto se realizó con el software SimaPro 9, utilizando el método ReCiPe 2016, está demostrada su fiabilidad en varios estudios de ACV como el realizado en el centro de faenamiento Chichi Padrón [48]. Además, el diagrama de flujo de la tabla 14, la cual fue elaborada de acuerdo con los datos disponibles del centro de faenamiento, se detalla los inventarios de entradas y salidas, para

posteriormente ser introducidos en el programa SimaPro para realizar la evaluación del proceso.

La evaluación se realizó a través del método Mindponit, que se basa en la norma “ISO:14040 de Gestión Ambiental. Evaluación del ciclo de vida”, apartado 5.4 Evaluación del impacto del ciclo de vida, establece una relación de entradas y salidas en el inventario con los posibles impactos sobre el medio ambiente, la salud humana y los recursos, con el objetivo de clasificar, caracterizar y valorar la importancia de los impactos potenciales que generan, además permite determinar la aportación del impacto al subsistema según la categoría seleccionada, con respecto al 100% del impacto de la categoría, en la figura 37.

General		Caracterización		Normalización			
Categoría de impacto	Ud.	Compartimento	Subcompartim	Sustancia	Número CAS	Factor	Ud.
Global warming	kg CO2 eq	Aire		(E)-1-Chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-ene	102667-65-0	0,25	kg CO2 eq / kg
Stratospheric ozone deplet	kg CFC11 eq	Aire		(E)-1,2,3,3,3-Pentafluoroprop-1-ene	005595-10-8	0,0132	kg CO2 eq / kg
Ionizing radiation	kBq Co-60 eq	Aire		(Perfluorobutyl)ethylene	019430-93-4	0,0228	kg CO2 eq / kg
Ozone formation, Human	kg NOx eq	Aire		(Perfluorocetyl)ethylene	021652-58-4	0,0155	kg CO2 eq / kg
Fine particulate matter form	kg PM2.5 eq	Aire		(Perfluorohexyl)ethylene	025291-17-2	0,018	kg CO2 eq / kg
Ozone formation, Terrestrial	kg NOx eq	Aire		(Z)-1,1,1,4,4,4-Hexafluorobut-2-ene	000692-49-9	0,281	kg CO2 eq / kg
Terrestrial acidification	kg SO2 eq	Aire		(Z)-1,2,3,3,3-Pentafluoroprop-1-ene	005528-43-8	0,0391	kg CO2 eq / kg
Freshwater eutrophication	kg P eq	Aire		(Z)-1,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-ene	029118-25-0	0,0476	kg CO2 eq / kg
Marine eutrophication	kg N eq	Aire		1-Propanol, 3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, HFE-7100	014117-17-0	78,4	kg CO2 eq / kg
Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DCB	Aire		1-Propanol, i-3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, i-HFE-7100		68,1	kg CO2 eq / kg
Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DCB	Aire		1-Undecanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,10,10,11,11,11-nonadecafluoro-	087017-97-8	0,0314	kg CO2 eq / kg
Marine ecotoxicity	kg 1,4-DCB	Aire		1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	002010-66-1	30,5	kg CO2 eq / kg
Human carcinogenic toxic	kg 1,4-DCB	Aire		1,2,2-Trichloro-1,1-difluoroethane	000254-21-2	9,91	kg CO2 eq / kg
Human non-carcinogenic	kg 1,4-DCB	Aire		2,3,3,3-Tetrafluoropropane	000754-12-1	0,0588	kg CO2 eq / kg
Land use	m2a crop eq	Aire		Acetate, 1,1-difluoroethyl 2,2,2-trifluoro-		5,16	kg CO2 eq / kg
Mineral resource scarcity	kg Cu eq	Aire		Acetate, 2,2,2-trifluoroethyl 2,2,2-trifluoro-	000407-38-5	1,14	kg CO2 eq / kg
Fossil resource scarcity	kg oil eq	Aire		Acetate, difluoroethyl 2,2,2-trifluoro-	002014-86-4	4,53	kg CO2 eq / kg
Water consumption	m3	Aire		Acetate, methyl 2,2-difluoro-	000433-53-4	0,547	kg CO2 eq / kg
		Aire		Acetate, methyl 2,2,2-trifluoro-	000431-47-0	8,76	kg CO2 eq / kg
		Aire		Acetate, perfluorobutyl-	209597-28-4	0,277	kg CO2 eq / kg
		Aire		Acetate, perfluoroethyl-	343269-97-6	0,345	kg CO2 eq / kg
		Aire		Acetate, perfluoropropyl-		0,29	kg CO2 eq / kg
		Aire		Acetate, trifluoromethyl-	074123-20-9	0,347	kg CO2 eq / kg
		Aire		Butane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4-nonadecafluoro-, HFC-329p	00375-17-7	407	kg CO2 eq / kg
		Aire		Butane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-365mfc	000406-58-6	135	kg CO2 eq / kg
		Aire		Butane, perfluoro-	000255-25-9	1,384	kg CO2 eq / kg
		Aire		Butane, perfluorociclo-, PFC-918	000115-25-3	1,384	kg CO2 eq / kg
		Aire		Butanol, 2,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-	000375-01-9	5,66	kg CO2 eq / kg

Figura 37. Selección del método de evaluación ReCiPe 2016 Midpoint

El método ReCiPe 2016 permitió evaluar parámetros desde las perspectivas Endpoint que está clasificada en tres categorías: afección a la salud humana, ecosistemas, disponibilidad de los recursos, en la figura 38 se muestra los parámetros que pueden ser evaluados.

Ver método 'ReCiPe 2016 Endpoint (E) V1.07'

General		Caracterización		Evaluación del daño		Normalización y Ponderación	
Categoría de impacto	Ud.	Compartimento	Subcompartime	Sustancia	Número CAS	Factor	Ud.
Global warming, Human health	DALY	Aire		(E)-1-Chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-ene	102687-65-0	3,13E-6	DALY / kg
Global warming, Terrestrial ecosystems	species.yr	Aire		(E)-1,2,3,3,3-Pentafluoroprop-1-ene	005595-10-8	1,65E-7	DALY / kg
Global warming, Freshwater ecosystems	species.yr	Aire		(Perfluorobutyl)ethylene	019430-93-4	2,85E-7	DALY / kg
Stratospheric ozone depletion	DALY	Aire		(Perfluorocetyl)ethylene	021652-58-4	1,94E-7	DALY / kg
Ionizing radiation	DALY	Aire		(Perfluorohexyl)ethylene	025291-17-2	2,26E-7	DALY / kg
Ozone formation, Human health	DALY	Aire		(Z)-1,1,1,4,4,4-Hexafluorobut-2-ene	000692-49-9	3,51E-6	DALY / kg
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	species.yr	Aire		(Z)-1,2,3,3,3-Pentafluoroprop-1-ene	005528-43-8	4,88E-7	DALY / kg
Fine particulate matter formation	DALY	Aire		(Z)-1,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-ene	029118-25-0	5,95E-7	DALY / kg
Terrestrial acidification	species.yr	Aire		1-Propanol, 3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, HFE-7100	014117-17-0	0,00088	DALY / kg
Freshwater eutrophication	species.yr	Aire		1-Propanol, i-3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, i-HFE-7100		0,000851	DALY / kg
Marine eutrophication	species.yr	Aire		1-Propanol, n-3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, n-HFE-7100		0,00102	DALY / kg
Terrestrial ecotoxicity	species.yr	Aire		1-Undecanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,8,8,9,9,10,10,11,11,11-nonadecafluoro-	087017-97-8	3,92E-7	DALY / kg
Freshwater ecotoxicity	species.yr	Aire		1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	000920-66-1	0,000381	DALY / kg
Marine ecotoxicity	species.yr	Aire		1,2,2-Trichloro-1,1-difluoroethane	000354-21-2	0,000124	DALY / kg
Human carcinogenic toxic	DALY	Aire		2,3,3,3-Tetrafluoropropene	000754-12-1	7,35E-7	DALY / kg
Human non-carcinogenic	DALY	Aire		Acetate, 1,1-difluoroethyl 2,2,2-trifluoro-		6,46E-5	DALY / kg
Land use	species.yr	Aire		Acetate, 2,2,2-trifluoroethyl 2,2,2-trifluoro-	000407-38-5	1,43E-5	DALY / kg
Mineral resource scarcity	USD2013	Aire		Acetate, difluoromethyl 2,2,2-trifluoro-	002024-86-4	5,66E-5	DALY / kg
Fossil resource scarcity	USD2013	Aire		Acetate, methyl 2,2-difluoro-	000433-53-4	6,84E-6	DALY / kg
Water consumption, Human health	DALY	Aire		Acetate, methyl 2,2,2-trifluoro-	000431-47-0	0,000109	DALY / kg
Water consumption, Terrestrial ecosystems	species.yr	Aire		Acetate, perfluorobutyl-	209597-28-4	3,47E-6	DALY / kg
Water consumption, Aquatic ecosystems	species.yr	Aire		Acetate, perfluoroethyl-	343269-97-6	4,31E-6	DALY / kg
		Aire		Acetate, perfluoropropyl-		3,63E-6	DALY / kg
		Aire		Acetate, trifluoromethyl-	074123-20-9	4,33E-6	DALY / kg
		Aire		Butane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4-nonafluoro-, HFC-329p	00375-17-7	0,00509	DALY / kg
		Aire		Butane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-365mfc	000406-58-6	0,00168	DALY / kg
		Aire		Butane, perfluoro-	000355-25-9	0,163	DALY / kg
		Aire		Butane, perfluorocyclo-, PFC-318	000115-25-3	0,174	DALY / kg
		Aire		Butanol, 2,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-	000375-01-9	7,07E-5	DALY / kg

Figura 38. Selección del método de evaluación ReCiPe 2016 End point

## Resultados de la evaluación

En las figuras 39 y 40, se presentan los resultados obtenidos del ACV, que permitirán determinar el nivel de significancia en el proceso de faenamiento de bovinos. En la tabla 62, se detalla las categorías de impacto que el programa evalúa, los datos ingresados corresponden a información proporcionada por la empresa y los datos faltantes han sido seleccionados de la librería de SimaPro.

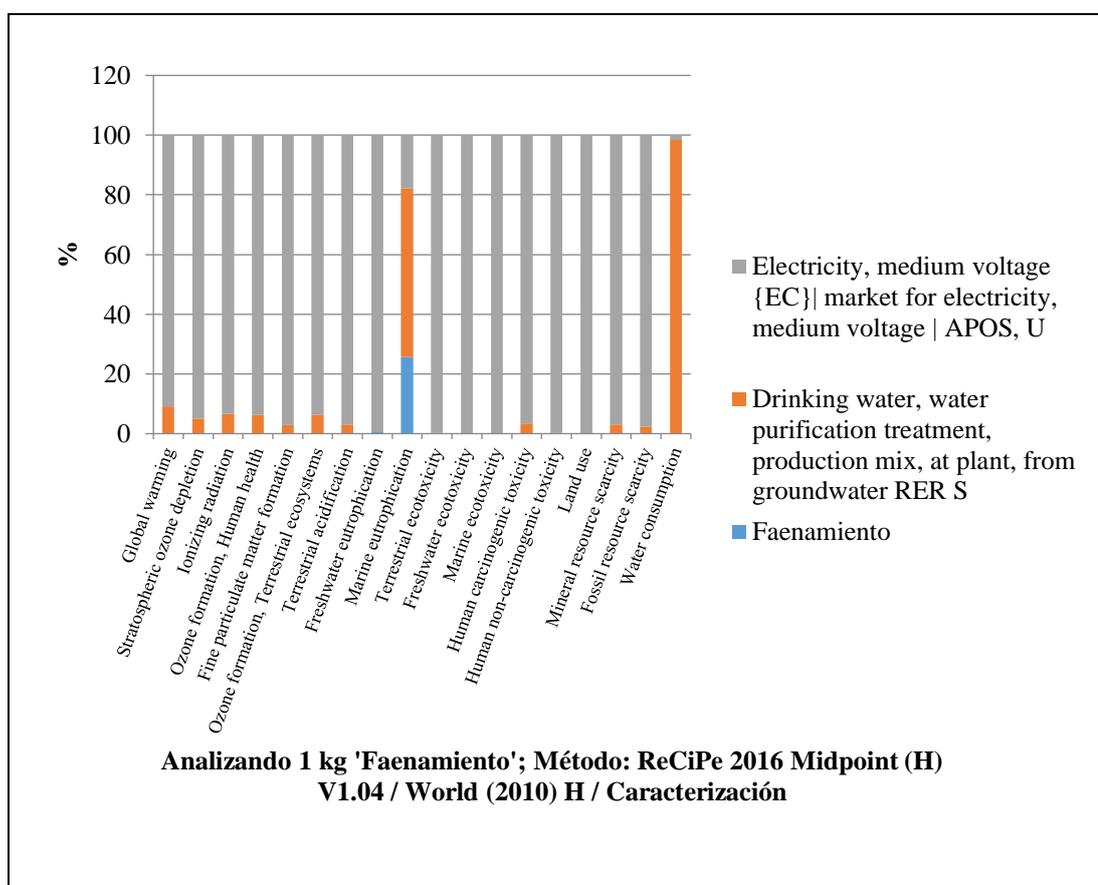
Tabla 62. Descripción de evaluación de impacto

Categorías de impacto	Descripción
Global warming	Representa la emisión al aire, analizando parámetros como dióxido de carbono en: fósil, al suelo, a la biomasa y el correcto modelado en ecoinvent.
Stratospheric ozone depletion	Analiza el potencial de agotamiento del ozono provocado por la emisión de gases.
Ionizing radiation	Caracteriza la radiación ionizante, dando a conocer el nivel de exposición a la población mundial.
Ozone formation, Human health	Define la tasa de admisión de ozono, por acción del NOX, que afecta la salud humana.
Fine particulate matter formation	Define la admisión de PM2.5, el cual corresponde a partículas químicas orgánicas.
Ozone formation, Terrestrial ecosystems	Define la tasa de admisión de ozono, por acción del NOX, que afecta al ecosistema.
Terrestrial acidification	Indica la acidificación terrestre, por acción de las emisiones de SO2.
Freshwater eutrophication	Indica la eutrofización de agua dulce por emisión de fosforo.
Marine eutrophication	Indica la eutrofización marina por emisión de nitrógeno.
Terrestrial ecotoxicity	Da a conocer el impacto de sustancias toxicas a la tierra.
Freshwater ecotoxicity	Da a conocer el impacto de sustancias toxicas al agua dulce.
Marine ecotoxicity	Da a conocer el impacto de sustancias toxicas a ecosistemas marinos.

**Tabla 62.** Descripción de evaluación de impacto (continuación)

Categorías de impacto	Descripción
Human carcinogenic toxicity	Categoriza la toxicidad carcinogénica de la población.
Human non-carcinogenic toxicity	Categoriza la toxicidad no carcinogénica de la población.
Land use	Cantidad de tierra ocupada o modificada.
Mineral resource scarcity	Indica la escasez de minerales, además caracteriza el excedente de cobre.
Fossil resource scarcity	Caracteriza la escasez de recurso fósil, basado en el mayor nivel calorífico (unidad kg/aceites).
Water consumption	Indica la cantidad de agua utilizada para el proceso en metros cúbicos.

### Gráfica obtenida mediante la evaluación Midpoint



**Figura 39.** Evaluación Midpoint

### Interpretación

La gestión del camal de acuerdo con la metodología de ReCiPe 2016 Midpoint presentó los siguientes resultados: se tuvo mayor impacto ambiental algunas

categorías, debido al consumo eléctrico de la planta procesadora, a excepción de la categoría eutrofización marina donde el parámetro de agua consumible tuvo mayor impacto seguido del faenamiento y consumo eléctrico. Esto se puede explicar por la cantidad representativa de 2213 litros empleados, de igual manera, el volumen de aguas residuales generadas y depositados en cuerpos de agua. Finalmente, la categoría de consumo de agua evaluada se evidencia de una manera dominante el uso de este recurso.

### Gráfica obtenida mediante la evaluación Endpoint

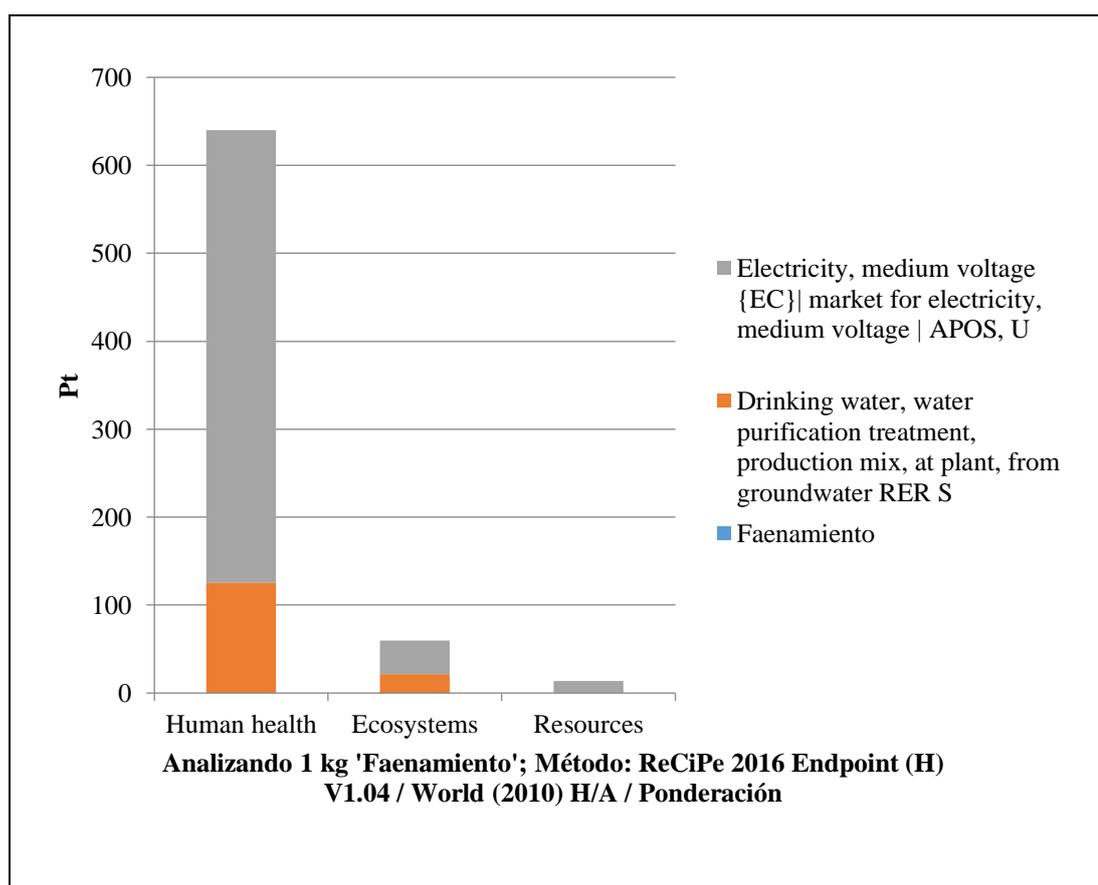


Figura 40. Evaluación Endpoint

### Interpretación

Respecto a la metodología ReCiPe 2016 Endpoint, se evidenció los siguientes puntos: para el faenamiento de 910 kg de ganado bovino, la categoría que presentó fue la salud humana, seguido de ecosistemas y el uso de recursos naturales. Se evidencia en estos tres parámetros que el consumo eléctrico es el responsable de la mayor cantidad de

cargas ambientales.

Para futuras investigaciones, se sugiere considerar factores sociales y económicos. Del mismo modo, se deberían buscar alternativas de reducción de consumo eléctrico, no solo para reducir el impacto ambiental, sino con el objetivo de disminuir el pago la planilla eléctrica, pudiendo emplearse a temporizadores, sistemas de refrigeración más eficientes y entre otros.

Una vez realizado el ACV se determinó que el consumo de los recursos agua y energía eléctrica son significativos, motivo por el cual se realizó el análisis de estos.

### **3.7.3 KPIs actual**

Los KPIs que van a ser analizados son ratios de operación y valor añadido actual, consumo de agua y energía, como se detallan a continuación.

#### **Ratio de operaciones actual**

Para calcular el ratio de operación, se usó los resultados del cursograma analítico actual y la ecuación (8), dividiendo el número de operaciones, para el número de actividades que está compuesto por: operaciones, inspecciones, esperas y transportes, como se presenta a continuación:

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\# \text{ de operaciones}}{\# \text{ de actividades}}$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{49}{82} \quad (8)$$

$$\text{Ratio de operación} = 59,75\%$$

#### **Análisis y discusión de resultados**

El ratio de operación actual es 59,75%, esto implica que el 40,25% de las actividades se gasta insumos y recursos sin agregar valor al faenado de bovinos, por lo que es importante identificar los tiempos improductivos y eliminarlos.

El ratio de operaciones da como resultado 59,75%, que representa la transformación

directa de la materia prima, esto debido a que en el cursograma analítico se identifican esperas en el proceso, considerados como tiempos improductivos gastando recursos como: horas-hombre, instalaciones de trabajo e insumos, por lo que es primordial la eliminación de las actividades innecesarias por parte de la gerencia [49].

La productividad de la empresa dependerá del porcentaje de actividades que transforman al producto y por el cual el cliente estaría dispuesto a pagar, por lo tanto, se requiere que los procesos estén libres de tiempos que no agregan valor en lo más posible, en la empresa “Pura Pechuga” para eliminar actividades improductivas recomienda el uso de herramientas de Lean Manufacturing, para mejorar la parte operacional de la planta de producción [40].

### **Ratio de valor añadido actual**

Para determinar el ratio de valor añadido, se usó la ecuación (9), dividiendo el tiempo de valor añadido para el lead time especificados en el VSM actual del proceso de faenado de bovinos.

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Lead time total}} \times 100$$
$$\text{Ratio de operación} = \frac{0,64 \text{ h}}{1,98 \text{ h}} \times 100 \quad (9)$$
$$\text{Ratio de operación} = 32,32\%$$

### **Análisis y discusión de resultados**

El ratio de valor añadido actual da 32,32%, porcentaje que representa el tiempo que verdaderamente está brindando valor al producto, debido a que se observa bovinos en espera a ser procesados, provocando tiempos de inventario en proceso, por ende tiempos de no valor agregado.

El ratio de valor añadido (RVA) nos dice el porcentaje que le aportamos valor a dicho

producto, sobre el tiempo que una pieza está en la fábrica sin que nadie aporte valor al producto (almacenada, transportando, inspección) y el tiempo valor añadido, es decir, el tiempo en que se hace una operación que el cliente si valora [49].

#### **3.7.4 Consumo de agua**

Para el análisis del agua, se tomó en cuenta los procesos de faenamiento de bovino, que requiere del uso de este recurso para ejecutarse, incluyendo el pre – lavado y lavado de vísceras, así como también el proceso de limpieza de áreas y herramientas.

##### **Análisis cuantitativo del recurso agua**

El CFMA, actualmente faena alrededor de 49 bovinos diarios, para el análisis cuantitativo del agua, se calculó el caudal, considerando las áreas, actividades que consumen agua, forma de control de las tomas de agua, el volumen y el tiempo de procesamiento, con la finalidad de calcular el volumen en litros por res, en el Anexo 26 se observa las muestras para estimar el consumo del agua y el cálculo del consumo se puede observar en el Anexo 27.

A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo que se aplicó para determinar el consumo de agua:

**Proceso:** Desangrado.

**Actividad:** Llenar recipiente para limpieza de áreas y trajes.

**Forma de uso de agua:** Manguera de agua sin control de toma de agua.

**Demanda diaria:** 49 bovinos.

**Tiempo de procesamiento:** Dependerá del tiempo de uso del recurso para el faenado y el control de las aperturas de las tomas de agua.

**Método volumétrico según la FAO:** Para el cálculo del caudal se consideró las especificaciones de la FAO para caudales pequeños, donde se usó un recipiente de 1 galón de capacidad y un cronómetro, midiendo el tiempo de demora en el llenado del recipiente.

**Tabla 63.** Cálculo del caudal del proceso de desangrado.

<b>Cálculo del caudal del proceso de desangrado</b>	
<b>Volumen del recipiente</b>	3,78 litros (recipiente de 1 galón)
<b>Tiempo de llenado:</b>	9,45 segundos
<b>Tiempo de procesamiento:</b>	2,10 horas

El tiempo de procesamiento corresponde al tiempo que permanece abierta la manguera durante el proceso de desangre de 49 bovinos, para llenar un tanque metálico usado para la limpieza de áreas y trajes EPP.

Para el cálculo del caudal, se relacionó el volumen del recipiente y el tiempo de llenado medido por el cronómetro.

$$\text{Caudal} = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$\text{Caudal} = \frac{3,78 \text{ litros}}{9,45 \text{ s}}$$

$$\text{Caudal} = 0,40 \frac{\text{litros}}{\text{segundo}}$$

$$\text{Caudal} = 1440,00 \frac{\text{litros}}{\text{hora}}$$

Posteriormente, se multiplicó por el tiempo de uso del agua en cada proceso, con el uso de las muestras tomadas que se indican en el Anexo 26, cabe recalcar que en las tomas que no existen un control de cierre y apertura del caudal permanecen abiertas, por lo que se tomó el tiempo en que se demoran en faenar 49 bovinos que corresponde a 2,1 horas. Para calcular el número de litros que se utiliza por cada unidad, se divide para la demanda de 49 bovinos, con excepción de la limpieza, debido a que sin importar el número de bovinos faenados se realiza en el mismo tiempo.

$$\text{Caudal} = 1440,00 \frac{\text{litros}}{\text{hora}} \times 2,1 \text{ hora}$$

$$\text{Caudal} = 3024,00 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

$$\text{Caudal} = \frac{3024,00 \text{ litros/día}}{49 \text{ bovinos}}$$

$$\text{Caudal} = 61,71 \frac{\text{litros}}{\text{bovino}}$$

Una vez realizado los cálculos por cada proceso en la tabla 64, se puede observar un resumen de los litros utilizados en un bovino y por proceso, dando como resultado que por cada bovino se utiliza 2213,24 litros de agua.

**Tabla 64.** Consumo de agua por bovino y por día

Proceso	Litros/bovino	Litros/día
Duchado	12,83	628,52
Izado	60,24	2952,00
Desangrado	61,71	3024,00
Transferencia pata 1	0,89	43,59
Transferencia pata 2	1,64	80,47
Marcado	1,44	70,71
Descuerado	1,62	79,49
Lavar corte de canal	61,71	3024,00
Eviscerado	676,35	18770,66
Oreo	61,71	3024,00
Lavado de vísceras	373,33	18293,33
Limpieza de áreas	899,14	899,14
<b>Total</b>	<b>2212,30</b>	<b>50889,91</b>

### Simulación en FlexSim

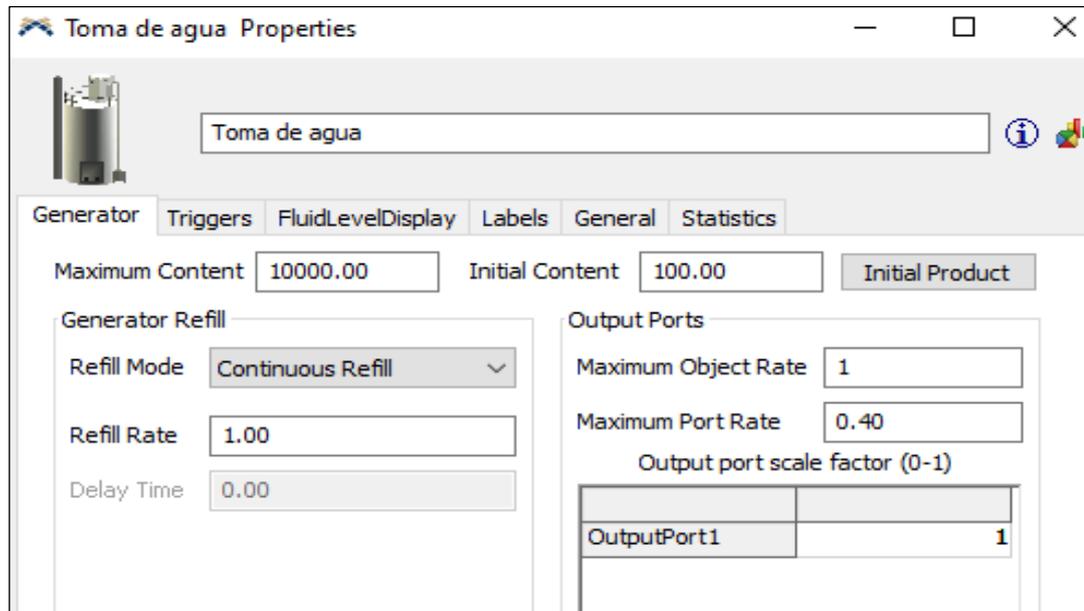
Para modelar la simulación se exportó el layout de AutoCAD, que se presenta en el Anexo 3 al programa FlexSim, con la finalidad de crear un ambiente visual parecido a la realidad.

### Configuración de los elementos

#### FluidGenerator

Para la generación de agua, se usó un FluidGenerator, donde se modificó el contenido máximo del elemento a un valor que sobrepase el consumo de agua a simular, además se ingresa la tasa máxima de puerto salida o caudal de 0,40 litros/segundos calculados

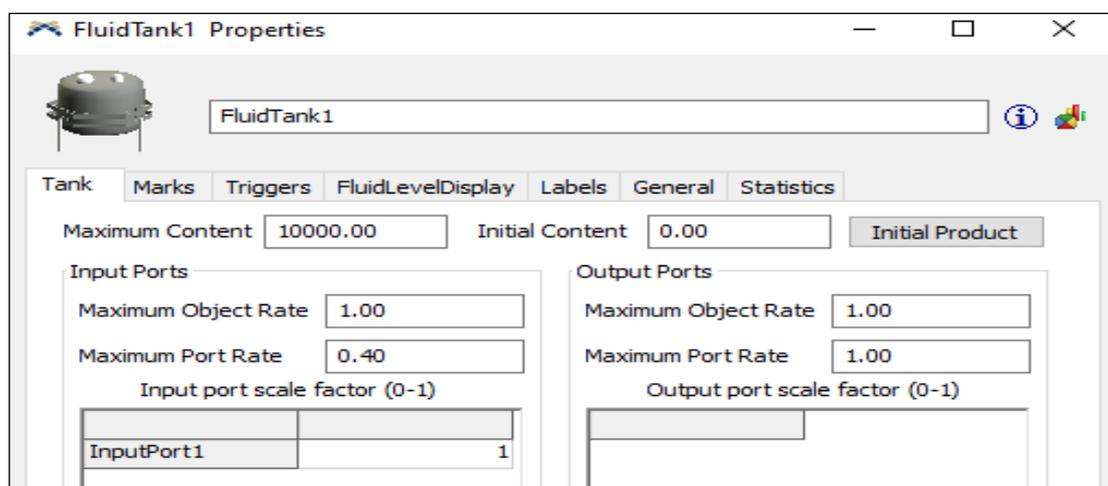
en el Anexo 27, a continuación, se muestra en la figura 41 la configuración de la toma de agua del llenado de tanque en el área de desangre.



**Figura 41.** Configuración del FluidGenerator

### FluidTank

Para simular el tanque de llenado de agua se utilizó un FluidTank, configurando la tasa máxima del puerto de entrada a 0,40 litros/segundos y la cantidad máxima de contenido como se muestra en la figura 42.



**Figura 42.** Configuración el FluidTank1

Para comprobar el cálculo de los datos, se simuló en el software FlexSim, ingresando

los datos del caudal medidos a un generador de agua, además se introduce el tiempo de consumo de agua, como se puede observar en la figura 43.

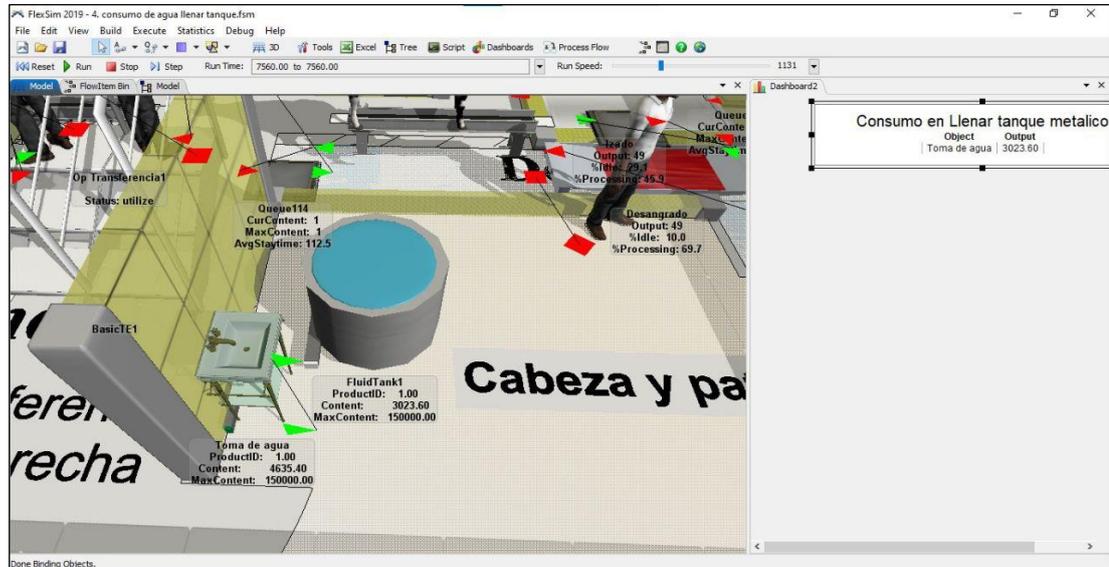


Figura 43. Simulación del consumo de agua en FlexSim

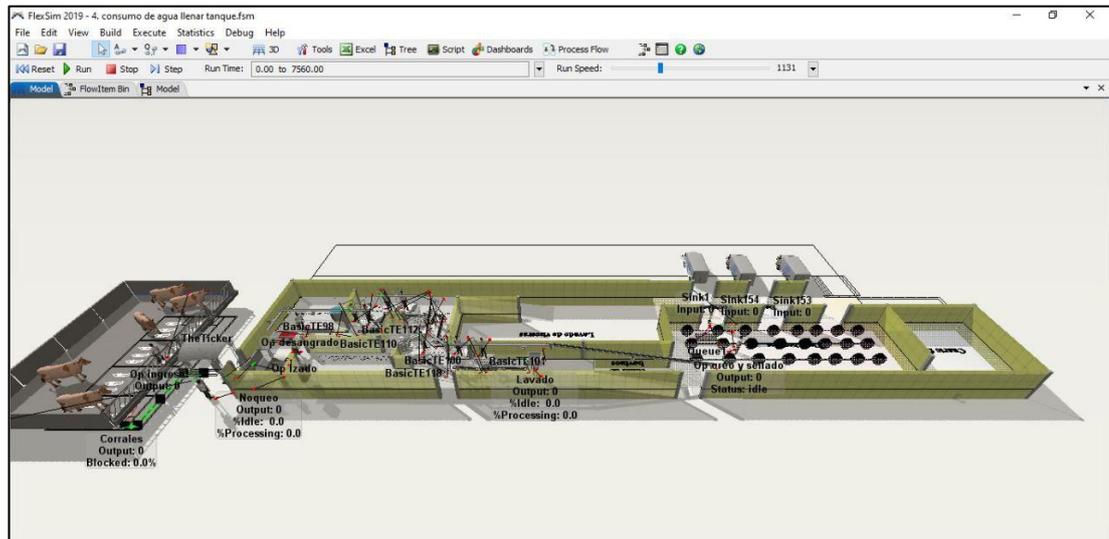


Figura 44. Simulación del consumo de agua en FlexSim

En la figura 45, se puede observar el número de litros simulados que se consume al día, donde difiere en 14,72 litros/día a los datos medidos del proceso real, entre los valores de la simulación y los resultados de las mediciones recopiladas, da un error porcentual de 0,034%, por lo tanto, el cálculo de los caudales es confiable.

Consumo de Duchar a la res Object Output   Toma de agua   627.67	Consumo en Lavar panza 1 Object Output   Toma de agua   2848.00
Consumo en botar agua en izado Object Output   Toma de agua   2951.46	Consumo en Lavar panza 2 Object Output   Toma de agua   2804.00
Consumo en Llenar tanque metalico Object Output   Toma de agua   3023.60	Consumo en Lavar panza 3 Object Output   Toma de agua   2798.80
Consumo en Tranferencia pata 1 Object Output   Toma de agua   43.51	Consumo en Lavar panza 4 Object Output   Toma de agua   2813.20
Consumo en Tranferencia pata 2 Object Output   Toma de agua   80.33	Consumo en Lavar librilla Object Output   Toma de agua   200.02
Consumo en Marcado Object Output   Toma de agua   70.64	Consumo en Lavar cabezas y patas Object Output   Toma de agua   3592.21
Consumo en Descuerado Object Output   Toma de agua   79.45	Consumo en Oreo Object Output   Toma de agua   3023.60
Consumo en Lavar carte de canal Object Output   Toma de agua   3023.60	Consumo en Lavado de áreas de faenado Object Output   Toma de agua   474.81
Consumo en Llenar contenedor de 100 litros Object Output   Toma de agua   100.00	Consumo en Lavado de áreas de faenado Object Output   Toma de agua   413.61

**Figura 45.** Comparación de consumo de agua en FlexSim

### Identificación de desperdicios de agua

En el proceso se identificó malas prácticas en el manejo del agua, debido a que no en todas las tomas de agua están instaladas pistolas dosificadoras, además la falta de un sistema de control de cierre y apertura de las mangueras de agua, las cuales permanecen abiertas todo el proceso de faenamiento, como se puede apreciar a continuación en la tabla 65.

**Tabla 65.** Matriz de identificación de desperdicios de agua

N.º	Proceso	Actividad	Forma de uso de agua	Volumen total (litros/res)	Volumen total (litros/día)	Oportunidad de mejora
1	Duchado	Duchar a la res	Tubo perforado	11,89	582,60	
2	Izado	Botar agua a la res	Manguera sin control de toma de agua	60,24	2952,00	X

**Tabla 65.** Matriz de identificación de desperdicios de agua (continuación)

N.º	Proceso	Actividad	Forma de uso de agua	Volumen total (litros/res) s	Volumen total (litros/día)	Oportunidad de mejora
3	Desangre	Llenar tanque metálico para limpieza de trajes	Manguera sin control de toma de agua	61,71	3024,00	X
4	Transferencia pata 1	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	0,89	43,58	
5	Transferencia pata 2	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	1,64	80,47	X
6	Marcado	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	1,44	70,71	
7	Descuerado	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	1,62	79,49	
8	Lavar corte de canal	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	61,71	3024,00	X
9	Eviscerado	Llenar contenedor de esterilización	Contenedor de 100 litros	100,00	100,00	
10		Lavar panza 1	Manguera sin control de toma de agua	58,13	2848,27	X
11		Lavar panza 2	Manguera sin control de toma de agua	57,23	2804,37	X
12		Lavar panza 3	Manguera sin control de toma de agua	57,12	2799,08	X
13		Lavar panza 4	Manguera sin control de toma de agua	57,42	2813,38	X
14		Lavar librillo	Contenedor de 200 litros	200,00	200,00	
15		Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	73,53	3602,78	X
16		Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	73,53	3602,78	X

**Tabla 65.** Matriz de identificación de desperdicios de agua (continuación)

N.º	Proceso	Actividad	Forma de uso de agua	Volumen total (litros/res) s	Volumen total (litros/día)	Oportunidad de mejora
17	Oreo	Lavar canal	Manguera sin control de toma de agua	61,71	3024,00	X
18	Lavado de vísceras	Lavar vísceras rojas y blancas	Medidor de agua	373,33	18293,33	
19	Limpieza de áreas	Limpieza áreas de faenado	Manguera con control de toma de agua	480,52	480,52	
20		Limpieza herramientas y equipos	Manguera con control de toma de agua	418,62	418,62	
<b>Total</b>				<b>2213,24</b>	<b>50889,91</b>	

### 3.7.5 Consumo de energía eléctrica

Para calcular los consumos de la energía eléctrica del área de faenado de bovinos, se detalló los equipos que consumen energía, la cantidad, los watts que consumen, el tiempo que son utilizadas según la demanda, datos proporcionados por el departamento de mantenimiento del Camal, como se observa en la tabla 66.

**Tabla 66.** Consumo de equipos por kWh.

Proceso	Equipo	Cantidad	Consumo kWh mes
Noqueo	Compresor de pistón de 5 HP para noquers.	2	38,00
Izado	Grúa eléctrica tipo tambor 7 1/2 HP.	1	1,31
Descuerado	Desueradora de tambor con heavy trolley de 7-1/2 HP.	1	1,45
Eviscerado	Sierra partidora de esternón modelo 250 (dos)	1	3,34
Corte canal	Sierra cinta corte de canal kentmaster 3 HP	1	8,21
Todas las áreas	Lámpara fluorescente con reflector de aluminio 150 W	15	346,50

### **3.8 Propuesta de mejora**

Mediante las herramientas VSM, ACV, KPIs se determinaron las condiciones del proceso de faenamiento de bovinos. A continuación, se presentan las mejoras obtenidas con las alternativas planteadas anteriormente.

Se presenta la metodología 5S, manual de limpieza que permitiría eliminar los movimientos innecesarios y esperas. También en el Anexo 25 se detalla las hojas de procedimiento que ayudaría a mejorar la inspección, de esta manera mejorar o reducir los defectos.

El cursograma analítico mejorado se realizó considerando los tiempos propuestos al reducir, eliminando los desperdicios identificados como esperas y movimientos innecesarios mediante 5S, y posteriormente se realizó el VSM propuesto; de esta manera se obtienen los KPIs mejorados, también mediante la metodología 5S y el manual de limpieza se detalla cómo se podría mejorar el consumo del agua y al disminuir el tiempo de ciclo existe una oportunidad de ahorro de energía eléctrica.

#### **3.8.1 Metodología 5S**

Para analizar al proceso, con la metodología 5S, es importante conocer la situación inicial del proceso, para lo cual se evalúa el proceso de faenado de bovinos, con la formulación de preguntas basándose en las 5 etapas de la metodología, además se califica cada pregunta con criterios de puntuación de 0 a 3, para conocer la situación en cada S, como se muestra a continuación en la tabla 67:

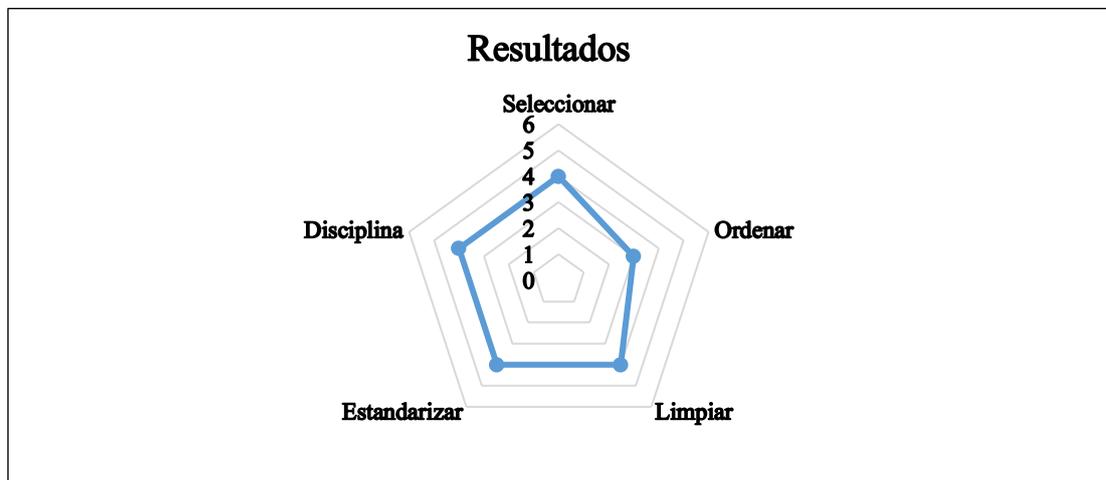
**Tabla 67.** Evaluación 5S.

 <b>Evaluación 5S</b> <b>Camal Frigorífico Municipal de Ambato</b> 					
<b>Datos</b>		<b>Sistema de puntuación</b>			
Evaluador: Evelin Usiña		Inexistente – No existe la implementación			0
Fecha: 12/12/2022		Insuficiente – Cumple con menos del 40%			1
Área: Faenado de bovinos		Bien – Cumple con más del 40%			2
Empresa: CFMA		Excelente – Cumple con más del 90 %			3
S	Elemento	0	1	2	3
Seleccionar	Se diferencia los elementos necesarios e incensarios	X			
	Se han eliminado los elementos incensarios del proceso			X	
	Existe algún método para identificar los elementos incensarios	X			
	Las áreas se encuentran libres para la circulación del personal			X	
Calificación		4/12			
Ordenar	Los elementos necesarios si encuentran al alcance de los trabajadores		X		
	Se identifica el lugar de las herramientas de trabajo	X			
	Se coloca los elementos en un lugar específico		X		
	Existe señalización de los lugares para las herramientas		X		
Calificación		3/12			
Limpiar	Se usan los insumos adecuados para la limpieza y desinfección		X		
	Existe materiales necesarios para la limpieza y desinfección		X		
	Existen un manual de limpieza y desinfección para los operarios	X			
	Los materiales se encuentran en buenas condiciones			X	
Calificación		4/12			
Estandarizar	Se respeta las reglas de orden y limpieza		X		
	Existe información para los operarios visible		X		
	Existen roles para el control de orden y limpieza			X	
	Existe control en el consumo de agua	X			
Calificación		4/12			
Disciplina	Se controla el orden y limpieza en el trabajo		X		
	Existe motivación para el personal de orden y limpieza		X		
	Existe acciones de mejora para el consumo de agua en el proceso		X		
	Se desarrolla acciones de capacitación a los trabajadores		X		
Calificación		4/12			

En la tabla 68, se observa el resumen de la puntuación de la evaluación de las 5S, teniendo como menor puntaje la S de ordenar y las S de seleccionar, limpiar, estandarizar y disciplina con una puntuación de 4.

**Tabla 68.** Resultados de la evaluación

S	Resultados
Seleccionar	4
Ordenar	3
Limpiar	4
Estandarizar	4
Disciplina	4



5S

### **Análisis**

La etapa de seleccionar tiene una calificación de 4, por lo que en las áreas de trabajo no se logra identificar los elementos incensarios de los necesarios, la segunda etapa ordenar da como resultado la menor puntuación, esto debido a que las herramientas de trabajo no se encuentran al alcance de los operarios y provoca la búsqueda de las herramientas, para la etapa de limpiar con calificación de 4, se identificó problemas en la carencia de un manual de limpieza, además no se cuenta con los insumos necesarios y no se controla el consumo de agua al abrir las tomas de agua sin control, para las etapas de estandarización se obtiene una puntuación de 4, por el motivo de que no existe control adecuado de orden y limpieza de las instalaciones y el registro de las mismas, por último la disciplina con un valor de 4, debido a que no existe motivación para los trabajadores e iniciativas de capacitaciones, seguimiento de orden y limpieza de las áreas.

### **Propuesta de implementación**

La metodología 5S, ayuda a la reducción de actividades innecesarias, en la búsqueda de herramientas de trabajo que no se encuentran cercanas a los operarios, ocasionando

movimientos incensarios, para la eliminación de tareas se basó en las 5 etapas que son: selección, orden, limpieza, estandarización y disciplina.

 <b>Metodología 5S</b> <b>Camal Frigorífico Municipal de Ambato</b> 	
<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña
<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre
Selecccionar	
Descripción	Propuesta
<p>Para la selección de las herramientas necesarias para el proceso, se planteó el uso de las tarjetas rojas, identificando los elementos teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se identifica el tipo de elemento con la frecuencia en la que es usado.</li> <li>2. La razón de la herramienta, determinando si está dañado, obsoleto o es incensario para el proceso.</li> <li>3. La acción por tomar: separar, eliminar, reparar o reposicionar las herramientas.</li> </ol>	
Ordenar	
<p>Para la organización de las herramientas necesarias, se toma en cuenta tres factores, seguridad calidad y eficiencia, como se detalla a continuación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Seguridad:</b> Se centra en el posicionamiento de los elementos previniendo caídas, que no se conviertan en un obstáculo para el operario y que no se muevan.</li> <li>• <b>Calidad:</b> Evitando el deterioro de las herramientas, por golpes y oxido.</li> <li>• <b>Eficiencia:</b> Eliminando el tiempo que se toma en localizar las herramientas.</li> </ul> <p>Como se puede apreciar de la derecha, el operario debe buscar el cuchillo para el corte de patas del bovino, provocando una actividad que no genera valor, por otra parte, se propone porta cuchillos para eliminar la búsqueda de cuchillo, adecuando inmediatamente la herramienta.</p>	 

Además, se plantea el uso de un cuchillo de filete inalámbrico de iones de litio con mango antideslizante para evitar afilar cuchillos. El equipo se encuentra disponible en el mercado libre o tiendas online, por un costo de \$ 120, para disminuir las actividades de afilar cuchillo.



**Limpiar**

En esta etapa se busca desempeñar la limpieza de las áreas de trabajo, manteniendo el orden de las herramientas y cuidando el consumo de agua, debido a que no existe un control para abrir y cerrar las tomas de agua, además la limpieza de los trajes de trabajo se realiza con un recipiente metálico y permanece la toma de agua abierta por todo el proceso, para lo cual se propone:

- Instalar pistolas de agua en las mangueras, para abrir y cerrar el paso de agua, ayudando tanto en la limpieza de las áreas al finalizar el trabajo, como en actividades que se requiera agua por ejemplo en el proceso de izado y lavado de canal.
- Fomentar hábitos de limpieza de las herramientas y áreas de trabajo, teniendo en cuenta el cuidado del agua.
- Surgir el manual de procedimientos de limpieza y desinfección.



**Estandarizar**

Para mantener las 3S explicadas anteriormente es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Establecer reglas para mantener el orden y limpieza en las áreas de trabajo.
- Designar los roles de los encargados de controlar las 3S, analizadas anteriormente.
- Evaluar las acciones tomadas con el uso de hojas de control.

Evaluación de Canal Propuesta Municipal de Ambato		Sistema de planeación			
Ítem:		Criterios de planeación			
Evaluación		Indicadores			
Ítem:		Criterios de planeación			
Ítem:		Indicadores			
Organización	Se identifican los elementos necesarios e innecesarios	X	X		
	Se han eliminado los elementos innecesarios del proceso	X	X		
	Se han establecido los elementos necesarios para el proceso	X	X		
Orden	Los elementos necesarios se encuentran al alcance de los trabajadores	X	X		
	Se identifica el lugar de las herramientas de trabajo	X	X		
	Se realiza un inventario de los elementos necesarios	X	X		
Limpieza	Se usan los recursos adecuados para la limpieza y desinfección	X	X		
	Se cuenta con un manual de limpieza y desinfección para los operarios	X	X		
	El uso de materiales se encuentra en buenas condiciones	X	X		
Estandarización	Se cumplen las reglas de orden y limpieza	X	X		
	Se cuenta con un manual de procedimientos para las operaciones viables	X	X		
	Se cuenta con un control de consumo de agua y electricidad	X	X		
Disciplina	Se cumplen las reglas de orden y limpieza en el trabajo	X	X		
	Se cuenta con un control de consumo de agua y electricidad	X	X		
	Se cuenta con un control de consumo de agua en el proceso	X	X		

**Disciplina**

Se convierte las actividades de las 5S en hábitos, para ello se recomienda:

- Capacitar a los involucrados sobre las acciones que se deben seguir para mantener la metodología 5S.
- Establecer inspecciones las áreas de trabajado, para controlar las reglas.
- Promocionar los resultados de la implementación de las 5S.



**Manual de procedimientos para la  
limpieza y desinfección de las áreas  
de faenamiento de bovinos del  
Camal Municipal de Ambato**

	<b>Camal Frigorífico Municipal de Ambato</b>	Fecha: 12/12/2022
		N ° de páginas: 1 de 4
	Procedimiento de limpieza y desinfección para las áreas de faenamiento de bovinos	Versión: 001
		Código: ML01

## 1. Objetivo

Desarrollar un documento del procedimiento de limpieza de las áreas y herramientas de faenamiento del Camal Municipal de Ambato, para la garantizar la higiene y cuidado del agua.

## 2. Alcance

La definición del presente procedimiento es válido en las instalaciones de faenado de bovinos del Camal Municipal de Ambato.

## 3. Definiciones

**Limpieza:** Es la eliminación de la suciedad, desechos y de cualquier agente extraño que contamine.

**Desinfección:** Es la reducción de microorganismo o agentes que pueden afectar la calidad del alimento y pueden estar presentes en el área de trabajo, con el uso de químicos que no contaminen la carne.

## 4. Referencias legales y documentos

- Ley orgánica de Sanidad Agropecuaria. Registro Oficial Suplemento 27.
- Resolución DAJ-20134B4-0201.0247, Agrocalidad.
- Decreto ejecutivo 3253.
- Ley de mataderos N.º 502 – C.
- Higiene, descuerado y manejo de la canal, Fao.
- Bienestar animal faenamiento de animales de producción.

## 5. Materiales e insumos

- Mangueras de agua
- Pistolas de agua
- Escobas
- EPPS (cosco, guantes, traje de trabajo)
- Desengrasante y desinfectante para manejo de alimentos

	<b>Camal Frigorífico Municipal de Ambato</b>	Fecha: 12/12/2022
		N ° de páginas:2 de 4
	Procedimiento de limpieza y desinfección para las áreas de faenamiento de bovinos	Versión:001
		Código:ML01

## 6. Descripción del procedimiento

<b>Limpieza y desinfección de las áreas de trabajo</b>			
<b>N °</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable de la actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Utilizar EPPS para la limpieza y desinfección.	Trabajadores del área de faenado.	Antes de realizar la limpieza y desinfección se debe usar casco, guantes, mascarillas, traje de trabajo.
<b>2</b>	Despejar los residuos y desechos de las áreas de trabajo.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe colocar los desechos en recipientes destinados para su manejo.
<b>3</b>	Abrir la toma de agua para mojar las superficies.	Trabajadores del área de faenado.	Usar las mangueras con las pistolas de agua, para cuidar el desperdicio de agua.
<b>4</b>	Colocar desengrasante en las áreas de trabajo.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe colocar la cantidad de desengrasante especificado por los proveedores.
<b>5</b>	Estregar con escobas las superficies.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe enfocar en las áreas que producen más desechos, como desangre, izado, eviscerado.
<b>6</b>	Limpiar con agua las áreas aplicadas el desengrasante.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe enjuagar las áreas de trabajo, para remover el desengrasante, además se debe usar las pistolas de agua en las mangueras.
<b>7</b>	Aplicar el desinfectante a las áreas de trabajo.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe aplicar el desinfectante en cantidades estipuladas en la hoja técnica.
<b>8</b>	Mantener el orden de las herramientas de limpieza y de trabajo.	Trabajadores del área de faenado.	En el proceso de limpieza es primordial, no desorganizar las herramientas de trabajo y mantener en orden.
<b>9</b>	Inspeccionar que la limpieza y desinfección se realice correctamente.	Veterinario del camal.	Registrar la condición de la limpieza y desinfección, con la hoja de control presentada en Anexos.

	<b>Camal Frigorífico Municipal de Ambato</b>	Fecha: 12/12/2022
		N ° de páginas:3 de 4
	Procedimiento de limpieza y desinfección para las áreas de faenamiento de bovinos	Versión:001
		Código:ML01

Limpieza y desinfección de las herramientas y equipos			
N °	Actividad	Responsable de la actividad	Descripción
1	Llevar a los lavabos los utensilios de trabajo.	Trabajadores del área de faenado.	Los utensilios de trabajo de deben lavar en lavabos que contenga agua caliente.
2	Colocar detergente en las áreas de trabajo.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe colocar la cantidad de detergente especificado por los proveedores.
3	Estregar los utensilios como cuchillos y limas.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe estregar los utensilios con un cepillo.
4	Enjuagar las herramientas con agua.	Trabajadores del área de faenado.	Se debe enjuagar con agua caliente las herramientas de trabajo.
5	Mantener el orden de las herramientas de limpieza y de trabajo	Trabajadores del área de faenado.	Se debe colocar las herramientas en lugares designados.
6	Inspeccionar que la limpieza y desinfección de las herramientas.	Veterinario del camal.	Registrar la condición de la limpieza y desinfección de las herramientas, con la hoja de control presentada en Anexos.

## 7. Revisión y aprobación

Acciones	Nombre	Cargo	Firma
Elaborado por:	Evelin Usiña	Investigadora	
Revisado por:	Ing. Franklin Tigre	Tutor	
Validado por:	Ing. Sonnia	Jefe CMFA	

	<b>Camal Frigorífico Municipal de Ambato</b>	Fecha: 12/12/2022
	Procedimiento de limpieza y desinfección para las áreas de faenamiento de bovinos	N ° de páginas:4 de 4
		Versión:001
		Código:ML01

## 8. Anexos

	<b>Camal Frigorífico Municipal de Ambato</b>	
<b>Hojas de control de limpieza y desinfección</b>		
<b>Responsable</b>		<b>Área</b>
<b>Fecha</b>	<b>Observación</b>	

### 3.8.2 Cursograma mejorado

Una vez planteadas las propuestas de mejoras, se presenta el cursograma analítico donde se puede evidenciar que las esperas disminuyeron de 15 a 4 esperas, permitiendo mejorar los tiempos del proceso por la eliminación de búsqueda y preparación herramientas.

**Tabla 69.** Cursograma analítico del faenamiento de bovinos propuesto

 <b>Cursograma analítico mejorado</b> 							
<b>N.º de hoja:</b> 1 de 4 <b>Empresa:</b> CFMA <b>Departamento:</b> Producción <b>Línea:</b> Faenado de Bovino <b>Método:</b> Mejorado <b>Área:</b> Faenado de bovinos <b>Elaborado por:</b> Evelin Usiña <b>Revisado por:</b> Ing. Franklin Tigre <b>Fecha:</b> 18/09/2022				<b>Resumen</b>			
				<b>Actividad</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
				Operación	●	42	42
				Transporte	➔	12	12
				Inspección	■	0	0
				Espera	●	15	4
				Almacenaje	▼	0	0
				Combinada	■	0	0
				<b>Total:</b>		68	58
				<b>Distancia (m)</b>		25,5	25,5
<b>Tiempo (s)</b>		<b>1611,3</b>	<b>1375,25</b>				
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolos ● ➔ ■ ▼ □	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación
1	Duchado	Transportar al área de duchado	○ ➔ □ ▽ □	1	8	92,34	
2		Duchar a la res	● ⇄ □ ▽ □	1		25,37	2 operarios
3	Aturdimiento	Introducir el bovino al better	● ⇄ □ ▽ □	1		14,51	
4		Noquear al bovino	● ⇄ □ ▽ □	1		7,49	
5		Bovinos noqueados en espera en el better	○ ⇄ □ ● ▽ □	1		29,09	El operario sujeta la cadena y el teclé
6		Abrir compuerta y esperar que se deslice el bovino	● ⇄ □ ▽ □	1		7,01	La res es ascendida por el teclé
7	Izado	Botar agua a la res	● ⇄ □ ▽ □	1		14,73	El transporte se realiza por rieles
8		Enganchar la res al gancho de la grúa	● ⇄ □ ▽ □	1		29,03	
9		Ascender la res	● ⇄ □ ▽ □	1		13,97	
10		Transportar la res al área de desangre	○ ➔ □ ▽ □	1		13,07	La espera es obligatoria para que desangre la res

Tabla 69. Cursograma analítico del faenamiento de bovinos propuesto(continuación)

N.º de hoja:		2 de 4		Método:	Mejorado	Área:	Faenado de bovinos	
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolo	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación	
11	Desangre	Cortar vasos sanguíneos	● ⇨ □ ▽ ▢	1		8,12		
12		Esperar que se desangre	● ⇨ □ ▽ ▢	1		16,14	El transporte se realiza por rieles	
13		Cortar cabeza y patas	● ⇨ □ ▽ ▢	1		73,72		
14		Bovinos en espera	○ ⇨ □ ▽ ▢	1		84,44		
15		Transportar al área de transferencia	○ ⇨ □ ▽ ▢	3	2	6,69		
16	Transferencia 1	Cortar la piel alrededor de la ingle del bovino	● ⇨ □ ▽ ▢	1		29,39		
17		Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pierna derecha	● ⇨ □ ▽ ▢	1		10,90		
18		Colocar el gancho en la pierna derecha	● ⇨ □ ▽ ▢	1		9,83	El transporte se realiza por rieles	
19		Ascender el bovino al riel	● ⇨ □ ▽ ▢	1		16,13		
20		Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pata izquierda	● ⇨ □ ▽ ▢	1		11,65		
21		Transportar al siguiente operario	○ ⇨ □ ▽ ▢	1	1,50	3,64		
22	Transferencia 2	Cortar la piel alrededor del muslo derecho del bovino	● ⇨ □ ▽ ▢	1		18,20		
23		Despellejar la pierna izquierda	● ⇨ □ ▽ ▢	1		35,86	El transporte se realiza por rieles	
24		Colocar el gancho en la pierna izquierda	● ⇨ □ ▽ ▢	1		7,97		
25		Ascender el bovino al riel	● ⇨ □ ▽ ▢	1		7,34		
26		Transportar al siguiente operario	○ ⇨ □ ▽ ▢	1	2	6,39		

Tabla 69. Cursograma analítico del faenamiento de bovinos propuesto(continuación)

N.º de hoja:		3 de 4		Método:	Mejorado	Área:	Faenado de bovinos	
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolo ● → □ ▽ ▢	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación	
27	Pre - descuerado	Cortar ubre o testículos	● → □ ▽ ▢	1		13,89	El transporte se realiza por rieles	
28		Descuerar la parte superior del vientre	● → □ ▽ ▢	1		50,09		
29		Pintar el número de bovino en la pierna	● → □ ▽ ▢	1		12,71		
30		Transportar al siguiente operario	○ → □ ▽ ▢	1	1	4,19		
31		Descuerar la inferior superior del vientre	● → □ ▽ ▢	1		56,84		
32		Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	● → □ ▽ ▢	1		8,98		
33		Transportar al área de marcado	○ → □ ▽ ▢	1	1.5	6,08		
34		Marcado	Posicionar la res para el marcado	● → □ ▽ ▢	1		8,15	
35	Marcar con el cuchillo el código de introductor en el pecho de la res		● → □ ▽ ▢	1		21,42		
36	Descuerar la piel de cuello		● → □ ▽ ▢	1		37,57		
37	Descuerar la piel de patas		● → □ ▽ ▢	1		20,10	El transporte se realiza por rieles	
38	Corte en el pecho		● → □ ▽ ▢	1		12,38		
39	Transportar al área de descuerado		○ → □ ▽ ▢	1	2,00	5,04		

Tabla 69. Cursograma analítico del faenamiento de bovinos propuesto(continuación)

N.º de hoja:		4 de 4		Método:	Mejorado	Área:	Faenado de bovinos	
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Símbolo ● → □ ▽ ⊠	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (s)	Observación	
40	Descuerado	Descuerdo del rabo y parte muslo del animal	● → □ ▽ ⊠	1		56,71	El transporte se realiza por rieles	
41		Amarrar el cuero a la máquina	● → □ ▽ ⊠	1		13,12		
42		Descuerdo del bovino	● → □ ▽ ⊠	1		14,53		
43		Transportar al área de eviscerado	○ → □ ▽ ⊠	1		8,28		
44	Eviscerado	Posicionar la res para el corte	● → □ ▽ ⊠	1		7,72		
45		Cortar esternón con la máquina	● → □ ▽ ⊠	1		16,76	El transporte se realiza por rieles	
46		Cortar vientre con cuchillo	● → □ ▽ ⊠	1		13,23		
47		Sacar las vísceras	● → □ ▽ ⊠	1		99,22		
48		Trasportar al área de corte	○ → □ ▽ ⊠	1	2,5	8,39		
49	Corte canal	Esperar canal para el corte	○ → □ ▽ ⊠	1		141,53		
50		Posicionar el canal para el corte	● → □ ▽ ⊠	1		9,19		
51		Ascender la plataforma	● → □ ▽ ⊠	1		9,06	El transporte se realiza por rieles	
52		Posicionar la cortadora	● → □ ▽ ⊠	1		3,16		
53		Cortar en dos partes al bovino	● → □ ▽ ⊠	1		14,59		
54		Transportar al área de duchado	○ → □ ▽ ⊠	1	2,5	12,71		
55	Lavado canal	Esperar para duchar el canal	○ → □ ▽ ⊠	1		39,61	El transporte se realiza por rieles	
56		Colocar correctamente el corte del bovino	● → □ ▽ ⊠	1		6,45		
57		Lavar los cortes del bovino	● → □ ▽ ⊠	1		38,29		
58		Transportar al área almacenado	○ → □ ▽ ⊠	1	4	12,24		

**Tabla 70.** Resumen cursograma analítico propuesto

Resumen Cursograma					
Actividad		Ingreso de bovinos	Faenamiento de bovinos	Despacho de bovinos	
Operación		3	42	4	
Transporte		1	12	2	
Inspección		2	0	0	
Espera		0	4	0	
Almacenaje		0	0	1	
Combinada		0	0	1	
<b>Total:</b>		6	58	8	
<b>Distancia (m)</b>		10,6	25,5	7	
<b>Tiempo (s)</b>		527,89	1375,25	142,18	
<b>Tiempo (min)</b>		8,8	22,92	2,37	

Mediante la propuesta se logra reducir el número de esperas identificadas en el proceso de faenamiento de bovinos, actualmente las esperas identificadas en el proceso son de 14, con la propuesta se reducirían a 4 esperas en el proceso, además el tiempo de ciclo disminuye actualmente el proceso de faenamiento requiere de 26,86 minutos y este tiempo reduciría a 22,92 minutos. El cálculo del Lead time propuesto se presenta en la tabla 71, y el VSM propuesto en la figura 46.

**Tabla 71.** Cálculo de Lead Time propuesto

Cálculo de Lead Time	
<b>Datos</b>	Tiempo de valor añadido = 0,92 h Tiempo de valor no añadido inventario = 0,57 h
<b>Lead Time</b>	Lead Time = Tiempo de valor añadido + Tiempo de valor no añadido Lead Time = 1,48 h

### 3.8.3 VSM propuesto

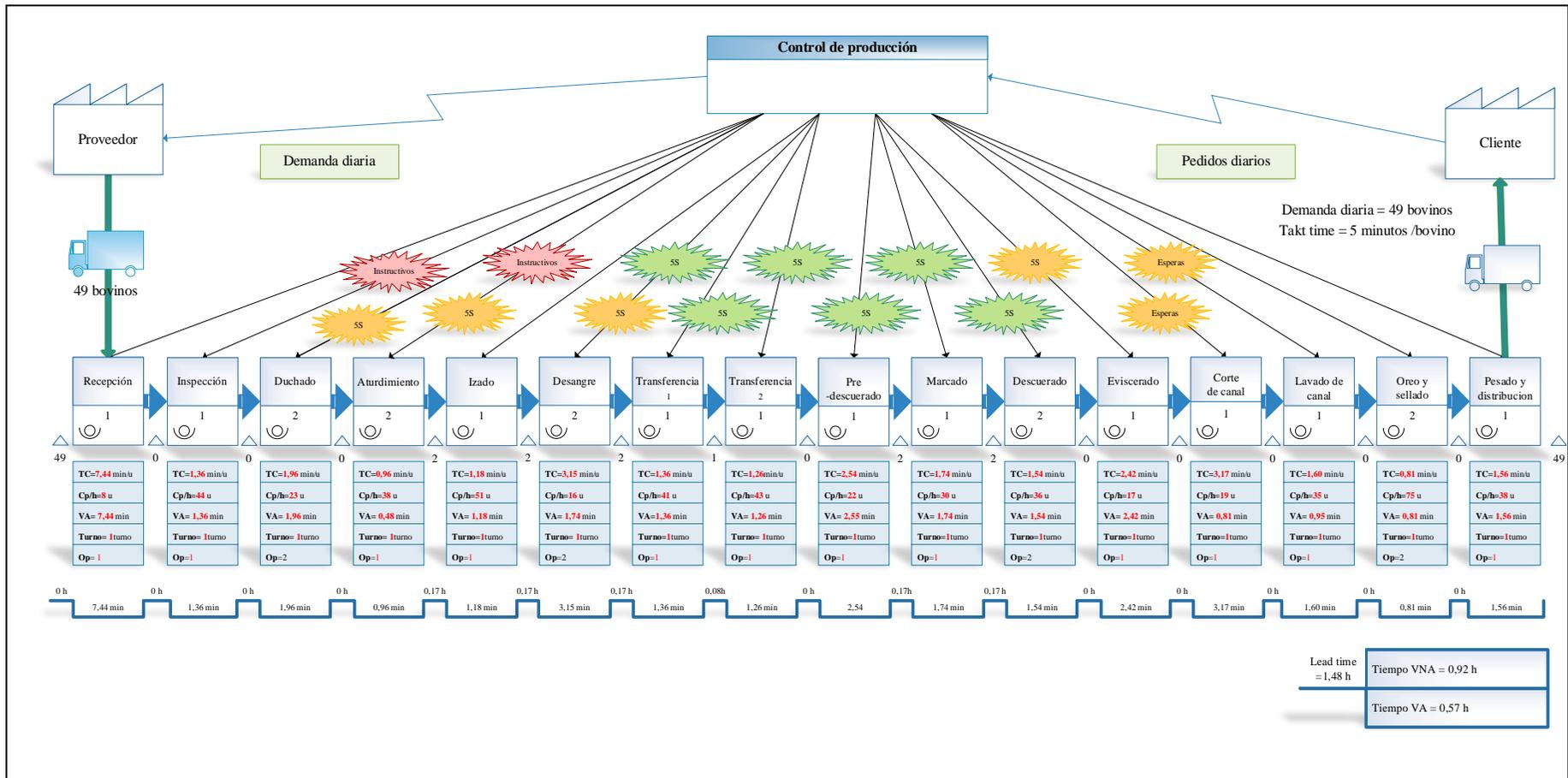


Figura 46. VSM propuesto del proceso

### 3.8.4 KPIs mejorado

A continuación, se presentan cálculos de ratios de operación y de valor añadido mejorado, así también como los consumos de agua y energía eléctrica.

#### Ratio de operaciones propuesto

Para calcular el ratio de operación propuesto, mediante la propuesta de mejora, se utilizó los datos del cursograma analítico propuesto, donde se elimina o disminuyen actividades que no agregan valor al proceso productivo, con un total de actividades propuestas de 72, mientras que las operaciones se mantienen, como se puede observar a continuación:

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\# \text{ de operaciones}}{\# \text{ de actividades}}$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{49}{72}$$

$$\text{Ratio de operación} = 68,05\%$$

#### Análisis y discusión de resultados

Al eliminar actividades en búsqueda de herramientas y afilamiento de cuchillos, se puede observar que el ratio actual mejora de 59,75% a 68,05%, debido a que se consume menos recursos al eliminar actividades que no agregan valor.

#### Ratio de valor añadido mejorado

Para determinar el ratio de valor añadido, se usó la ecuación (9), dividiendo el tiempo de valor añadido para el lead time especificados en el VSM actual del proceso de faenado de bovinos.

$$\text{Ratio de operación} = \frac{\text{Tiempo de valor añadido}}{\text{Lead time total}} \times 100$$

$$\text{Ratio de operación} = \frac{0,57 \text{ h}}{1,48 \text{ h}} \times 100$$

$$\text{Ratio de operación} = 38,51\%$$

#### Análisis y discusión de resultados

El ratio de valor añadido anteriormente es de 33,32% al eliminar actividades y mejorar

tiempos durante el proceso de faenamiento de bovinos, el ratios actual es de 38,51% representando un incremento de 5,19 %, es decir que con las medidas propuestas se puede incrementar en 5% el tiempo de valor agregado.

### 3.8.5 Oportunidad de ahorro de consumo de agua

Actualmente, existen tomas de agua, donde no existe control de caudal, para lo cual se puede implementar pistolas dosificadoras, para controlar la apertura y cierre de las mangueras, así como también ayudan a regular el caudal, por lo tanto, se propone la instalación de las pistolas en los procesos donde no exista control en las tomas de agua, reduciendo el volumen, como se muestra en la tabla 72.

**Tabla 72.** Consumo de agua

Consumo de agua					
N.º	Proceso	Actividad	Forma de uso de agua	Volumen total Actual (litros/bovino) s	Volumen total Mejorado (litros/bovino) s
1	Duchado	Duchar a la res		11,89	11,89
2	Izado	Botar agua a la res	Manguera sin control de toma de agua	60,24	6,10
3	Desangrado	Llenar tanque metálico para limpieza de trajes	Manguera sin control de toma de agua	61,71	0,40
4	Transferencia pata 1	Limpiar sangre de la res		0,89	0,89
5	Transferencia pata 2	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	1,64	0,89
6	Marcado	Limpiar sangre de la res		1,44	1,44
7	Descuerado	Limpiar sangre de la res		1,62	1,62
8	Lavar corte de canal	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	61,71	15,32
9	Eviscerado	Llenar contenedor de esterilización		100,00	100,00
10		Lavar panza 1	Manguera sin control de toma de agua	58,13	20,01
11		Lavar panza 2	Manguera sin control de toma de agua	57,23	20,01
12		Lavar panza 3	Manguera sin control de toma de agua	57,12	20,01
13		Lavar panza 4	Manguera sin control de toma de agua	57,42	20,01
14		Lavar librillo		200,00	200,00
15		Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	73,53	21,48
16		Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	73,53	21,48

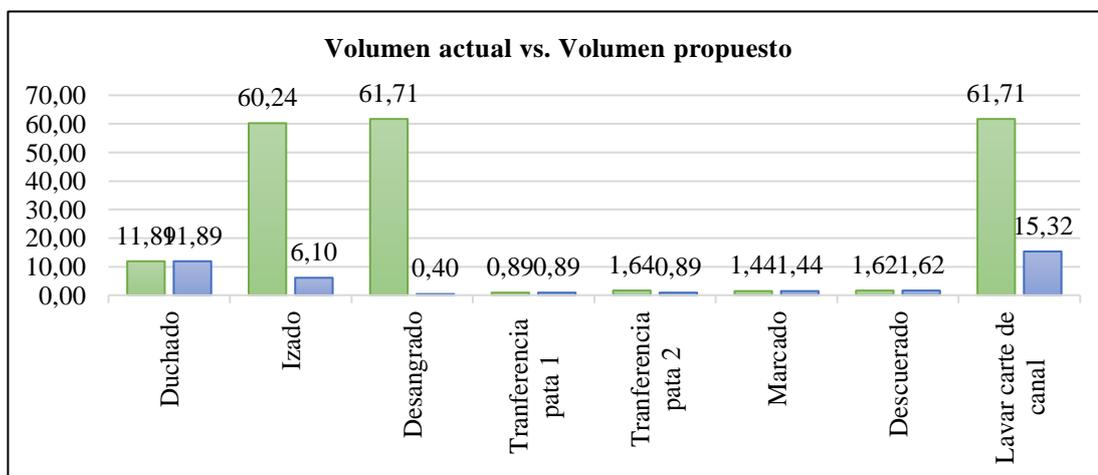
**Tabla 72.** Consumo de agua (continuación)

Consumo de agua					
N.º	Proceso	Actividad	Forma de uso de agua	Volumen total (litros/bovinos)	Volumen total (litros/bovinos)
15	Oreo	Lavar canal	Manguera sin control de toma de agua	61,71	15,32
16	Lavado de vísceras	Lavar vísceras rojas y blancas		373,33	373,33
17	Limpieza de áreas	Limpieza de áreas de faenado		480,52	480,52
18		Limpieza de herramientas y equipos		418,62	418,62
<b>Total</b>				<b>2212,30</b>	<b>1749,36</b>

**Análisis**

Según la FAO, se deben emplear aproximadamente 1700 para el faenado de bovinos. Actualmente, según los cálculos estimados, se consume 2212,30 litros/bovino, excediendo 512,30 litros/bovino, con la propuesta de mejora el consumo se aproximaría a 1749,36 litros/bovino, reduciendo a 512,05 litros/res de exceso de agua en el faenado de un bovino.

Las barras de color verde representan el consumo actual, mientras que las barras azules indican el consumo propuesto.



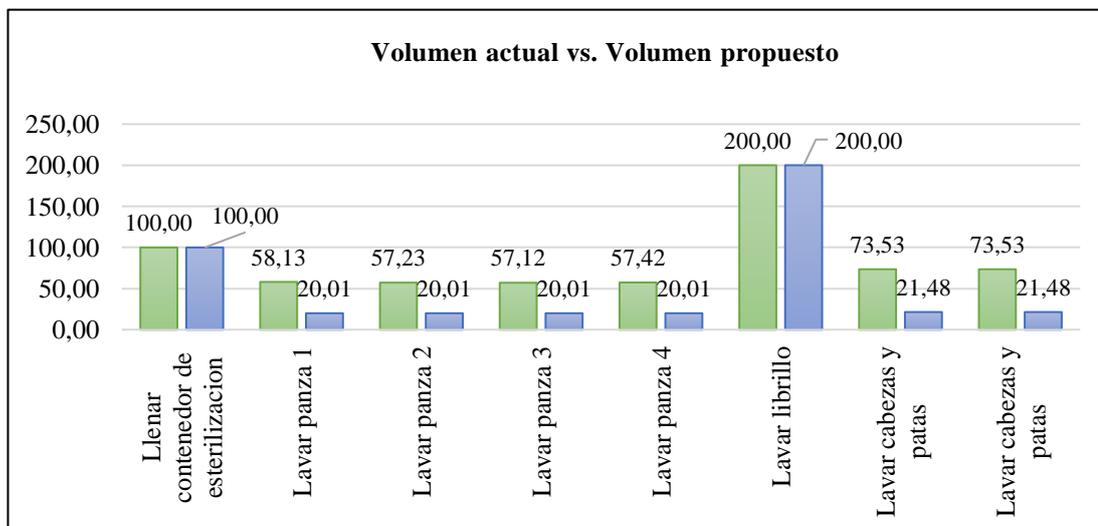
**Figura 47.** Consumo de agua por bovino actual y propuesto

## Análisis

En la figura 47, se grafican los consumos de agua por bovino en el proceso de duchado, izado, desangre, transferencia 1, transferencia 2, marcado, descuerado y lavar los cortes de canal.

Por lo tanto, durante el proceso de faenamiento desde el duchado hasta el lavado de canales el consumo actual es de 201,16 litros, con las medidas planteadas se reduciría a 38,55 litros, el consumo de agua en esos procesos de faenamiento es bastante.

Las barras de color verde representan el consumo actual, mientras que las barras azules indican el consumo propuesto.



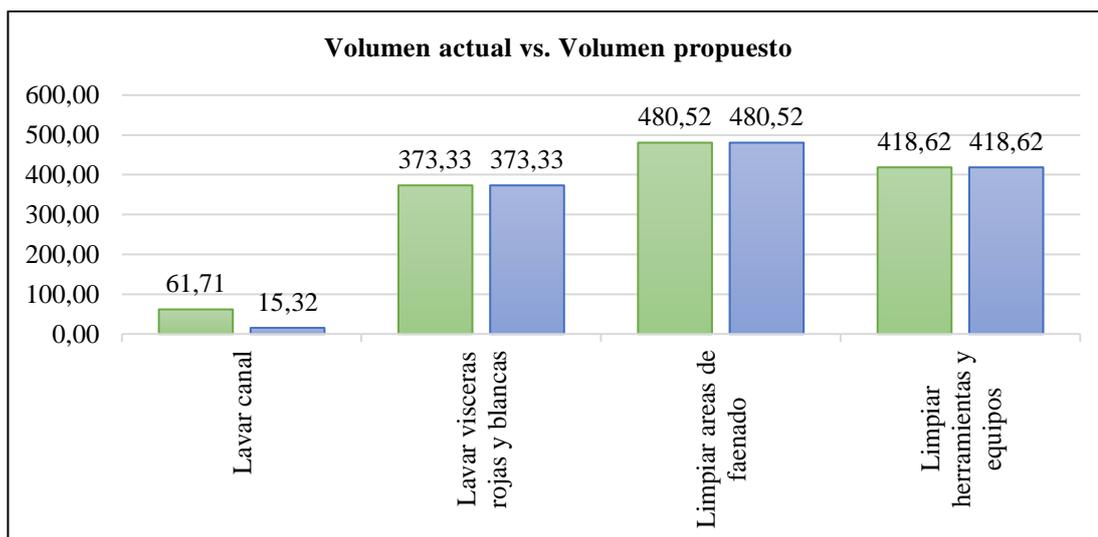
**Figura 48.** Consumo de agua por bovino actual y propuesto en eviscerado

## Interpretación

En la figura 48, se presenta el consumo de agua en el proceso de lavado de eviscerado, la mayor demanda del consumo de agua es en el lavado de librillo.

En el proceso de eviscerado actualmente se consumió 676,95 litros por cada bovino, con la propuesta de mejora el consumo sería de 423,01 litros, teniendo un ahorro de 253,94 litros por cada bovino.

Las barras de color verde representan el consumo actual, mientras que las barras azules indican el consumo propuesto.



**Figura 49.** Consumo de agua por bovino actual y propuesto en lavado de canales y limpieza de áreas

### Análisis

En la figura 49, se presenta el consumo de agua al lavar las canales que están en el oreo, el consumo de agua empleado para lavar vísceras, consumo para limpiar las áreas de faenado y el consumo durante la limpieza de herramientas y equipos. La oportunidad de ahorro de agua es el lavado de canales que se realiza en el oreo y sellado, actualmente se consume 61,71 litros y mediante la propuesta de mejora consumiría 15,32 litros, obteniendo un ahorro de 46,39 litros por bovino.

### Análisis del costo de consumo de agua

En la tabla 73, se puede observar los datos de los consumos de agua de los meses de febrero a noviembre del año 2022, proporcionados por el departamento administrativo del camal, donde el costo por metro cúbico consumido es de 0,08 dólares.

**Tabla 73.** Costos y consumos de agua

Mes	Costo de la planta (\$)	Consumo de agua (m3)
Febrero	1295,35	16191,88
Marzo	3052,52	38156,50
Abril	1946,47	24330,88
Mayo	3275,63	40945,38
Junio	3429,9	42873,75
Agosto	2865,6	35820,00

**Tabla 73.** Costos y consumos de agua (continuación)

Mes	Costo de la planta (\$)	Consumo de agua (m3)
Septiembre	3249,51	40618,88
Octubre	3691,78	46147,25
Noviembre	3100,11	38751,38

### Costo actual

Para obtener el costo del consumo de agua en el área estudiada, se multiplicó los 2212,30 litros que se necesita para faenar un bovino por la demanda diaria de 49, obteniendo un valor de 108402 litros al día, para obtener el resultado en metros cúbicos se dividió para 1000, dando como resultado que se necesita 108,4 metros cúbicos para faenar un bovino, este valor se multiplicó por el costo por metro cúbico de 0,08 USD, obteniendo un costo de 8,68 USD/día, también se calculó el costo al mes multiplicando por los 22 días y para el consumo al año se multiplica el consumo al mes por 12 meses del año, obteniendo los valores de la tabla 74.

**Tabla 74.** Cálculo del costo actual

Parámetro	Consumo de agua en m3	Costo
Día	108,45	8,68
Mes	2385,87	190,87
Año	28630,44	2290,43

### Costo propuesto

Con el uso de la tabla 75, donde se propone acciones de mejora para el control de caudal, se estableció el costo propuesto para la reducción del consumo

**Tabla 75.** Cálculo del costo propuesto

Parámetro	Consumo de agua en m3	Costo
Día	85,80	6,86 \$
Mes	1887,63	151,01 \$
Año	18876,30	1510,10 \$

### Análisis

Actualmente se consume 2385,87 m3 al mes, pagando 190,87 US\$ aproximadamente al mes, mientras que con la propuesta de mejora se reduciría a \$ 151,01 mensuales,

ahorrando \$ 39,86 al mes.

### Discusión del ahorro del agua

La evaluación del volumen de agua necesaria para convertir a un animal en carne es de una cifra de 1700 litros de agua por res procesada, al identificar la falta de control en todas las tomas de agua, se plantea reducir la tasa de flujo con pistolas dosificadoras, reduciendo el consumo de agua de 2212,30 a 1749,36 litros/bovino, disminuyendo 23,14% el consumo de agua, lo que representa una disminución en el gasto de 20,83% al mes.

### 3.8.6 Oportunidad de ahorro de consumo de energía eléctrica

Se identificó que los equipos se encuentran en buen estado, debido a que el camal cuenta con departamento de mantenimiento, que se encarga del mantenimiento diario y trimestral de la maquinaria, por tanto, la oportunidad de mejora es reducir el tiempo de encendido de las lámparas.

En la tabla 76, se detallan el cálculo de los costos USD/kW, para obtener los valores se divide el consumo mensual de energía eléctrica kW para el valor pagado en el mes, obteniendo un valor promedio de costo de 0,11 USD/kW.

**Tabla 76.** Cálculo del consumo de energía eléctrica

Mes	Consumo mensual de energía eléctrica kW	Valor pagado mes	Costo USD/kW
Noviembre	1682,89	13860	0,12
Diciembre	3343,88	32340	0,10
Enero	3898,5	39480	0,10
Febrero	3275,26	31500	0,10
Marzo	3726,67	37380	0,10
Abril	2903,44	27720	0,10
Mayo	2335,48	20580	0,11
Junio	1406,09	10080	0,14
Agosto	1660,42	13440	0,12
Septiembre	2551,17	23100	0,11
<b>Promedio</b>	<b>2678,38</b>	<b>24948</b>	<b>0,11</b>

Para el cálculo del tiempo que permanecen encendidas las luces se considera un tiempo de ciclo previamente establecido de 26,86 minutos por bovino durante el proceso de faenado, tiempo estimado que las lámparas permanecen encendidas.

$$\text{Tiempo (h)} = 26,86 \text{ minutos}$$

$$\text{Tiempo (h)} = 26,86 \text{ minutos} \times 60 \frac{\text{hora}}{\text{minutos}}$$

$$\text{Tiempo (h)} = 0,45 \text{ h}$$

$$\text{Consumo} = 1,01 \text{ h} \times 49 \text{ bovinos} \times 22 \text{ dias laborables al mes}$$

$$\text{Consumo} = 1085,82 \text{ kWh mes}$$

Para el cálculo del costo de energía en el mes se realiza lo siguiente:

$$\text{Costo} = 1085,82 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ UDS}$$

Obteniendo el costo de 116,57 UDS al mes.

**Tabla 77.** Cálculo del costo de consumo actual

Proceso	Equipo	Cantidad	Watt	Watts totales	Tiempo (h)	Consumo kWh día	Consumo kWh mes	Costo USD/mes
Totas las áreas	Lámpara fluorescente con reflector de aluminio	15	150	2250	0,45	1,01	1085,82	116,57

Con las mejoras planteadas el tiempo de ciclo actual es 22,92 minutos por bovino en el proceso de faenado, con tiempo de ciclo propuesto el periodo de encendido de las lámparas reduciría de acuerdo con los tiempos calculados. En el Anexo 29 se presenta el consumo total de energía eléctrica.

**Tabla 78.** Cálculo del costo de consumo propuesto

Proceso	Equipo	Cantidad	Watt	Watts totales	Tiempo (h)	Consumo kWh día	Consumo kWh mes	Costo USD/mes
Totas las áreas	Lámpara fluorescente con reflector de aluminio	15	150	2250	0,38	0,85	926,54	99,47

En el Anexo 29, 30 se detallan los cálculos del consumo kWh actual y propuesto, una vez calculado los kWh y los costos que implican el consumo de energía eléctrica en el proceso de faenado de bovinos, se presenta la tabla 79 a continuación.

**Tabla 79.** Comparación del antes y del después

	<b>Mejora</b>	
Actual	1338,13 kWh mes	\$ 122,19
Propuesto	978,86 kWh mes	\$ 105,09

Actualmente, el proceso de faenamiento de bovinos implica un costo de \$ 122,19 por cada bovino en un tiempo de 26,86 minutos, y con las medidas propuestas el costo reduce a \$ 105,09 en un tiempo de 22,92 minutos.

### **Discusión del ahorro de energía eléctrica**

Para el ahorro energético se identificó aspectos a mejorar, debido a que la empresa cuenta con un departamento de mantenimiento de maquinaria, los equipos se mantiene en óptimas condiciones, por otro lado, al analizar la metodología 5S se puede reducir el tiempo de ciclo eliminando las actividades que no agregan valor al proceso, mejorando el rendimiento de la planta de faenamiento de bovinos de la empresa , al disminuir un 14,66% el tiempo del proceso, por lo consiguiente el consumo de energía en iluminación baja a 159,28 kWh al mes, lo que representa una disminución en el gasto de 13,99% o 17,10 US\$ al mes.

## CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- En el proceso de faenamiento de bovinos los desperdicios identificados de Lean Manufacturing corresponden a: tiempos de esperas, movimientos innecesarios y defectos, por otro lado, los desperdicios de Green identificados son: uso de agua, y energía eléctrica; reducir o mitigar los desperdicios de LM permitirían minimizar el consumo de recursos como agua y energía que generan impactos en el medio ambiente.
- Mediante el estudio de tiempos, se calculó las capacidades productivas de las etapas del faenado, donde se determinó que el proceso de desangre y eviscerado es el cuello de botella, además se estableció la demanda diaria de 48,60 bovinos con un takt time de 4,90 minutos por bovino dado que la jornada de trabajo es de 4 horas diarias.
- Además, con el cálculo el Lead time con los tiempos que agregan valor correspondiente a 0,64 horas y los tiempos que no agregan de inventario de 1,33 horas obteniendo un tiempo de ciclo de 1,98 horas desde el ingreso al área de faenado hasta la distribución al furgón para obtener el primer canal (bovino faenado), el proceso que restringe el ritmo de producción es el eviscerado.
- La selección de herramientas se realizó mediante el uso de Total Decision, que evaluó las mejores alternativas, según los criterios establecidos como: sinergia, factibilidad, reducir desperdicios, obteniendo como resultado que las herramientas más óptimas a incluir en el modelo Lean & Green son: son KPI con un objetivo de 0,81%, el segundo el Ciclo de vida con un valor de 0,64% y finalmente 5S con una prioridad de 59,52%, que permite la mejora del proceso e indicadores para representar, analizar los procesos y recursos que forman parte del faenamiento de bovinos.
- El ACV facilitó el análisis del ciclo de vida del proceso, dando como resultado que

el consumo de los recursos como: agua y energía eléctrica son primordiales en el proceso, además el uso inadecuado de los mismos se origina por malas prácticas en el proceso y falta de control en las tomas de aguas respecto al uso del recurso hídrico.

- La metodología 5S ayudó a reducir los desperdicios de esperas y movimientos innecesarios, para disminuir el tiempo de faenamiento en un 14,66%, mejorando el periodo de duración del proceso productivo de 26,86 minutos a 22,92 minutos, al eliminar actividades en preparación y búsqueda de herramientas de trabajo.
- El diseño de un modelo conceptual que busca integrar las prácticas de LM con Green, mediante la simulación de datos de las propuestas de mejora en el proceso, redujeron el consumo de agua en un 13,99 % y de igual manera el consumo de energía eléctrica disminuiría en un 20,94 %, valores que indican que al mejorar el proceso operacional se puede mejorar el uso de los recursos esto llega a ser una ventaja competitiva para la empresa; sin embargo, para la implantación del modelo se requiere que un proceso estandarizado y evaluaciones de auditoría energética por cada línea de faenado.

## 4.2 Recomendaciones

- Ejecutar estudios en empresas de procesamiento de carne, los centros de faenamiento que proporcionan de productos para el sector alimenticio carecen de estudios relacionados con temas de Lean Manufacturing, así también como temas de Gestión Ambiental, estandarizar procesos de faenamiento generará ventajas positivas sobre el medio ambiente, además contribuye al beneficio económico de la organización.
- Realizar estudios más profundos de la correlación de Lean Manufacturing y Green, debido a que este estudio se centra en un camal donde se realiza el procesamiento de carne en la línea de faenamiento de bovinos, por tanto, la información proporcionada en este documento necesita ser complementada para que sea más aplicable y eficiente el modelo.
- En estudios realizados de Lean Manufacturing involucrar temas ambientales que ayudaría a mejorar y cambiar la visión de la empresa u organizaciones, actualmente varias empresas están enfocadas en mejorar su productividad y relación con el medio ambiente simultáneamente, por tanto, se sugiere analizar aspectos ambientales en estudios de Lean Manufacturing.
- Es importante concientizar al equipo de trabajo sobre temas de Lean Manufacturing y medio ambiente, porque ejecutar correctamente la actividad disminuye desperdicios durante la producción, en consecuencia, disminuye la generación de impactos al medio ambiente.
- Realizar un estudio ACV más amplio que involucre la crianza, transporte, producción y distribución, que permitirá efectuar un análisis más amplio del comportamiento del sistema para la obtención de carne, conocer los impactos y aspectos que genera durante su ciclo de vida.
- Llevar monitoreos de consumo de recursos por cada línea de proceso de faenamiento, que permita analizar el consumo por cada proceso y obtener datos más cercanos a la realidad, así evitar errores en la interpretación y obtención de datos.

## C. MATERIALES DE REFERENCIA

### Referencias bibliográficas

- [1] N. Faydy and L. Abbadi, "Overview of Lean-Green Approach," in *Proceedings of the 2nd African International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Aug. 2020, pp. 7–10.
- [2] T. L. Marques, G. Giusti, M. H. de Paula e Silva, J. V. Mendes, M. C. B. de Figueirêdo, and D. A. L. Silva, "Monitoring and Evaluating Eco-efficiency by Three Different Ways in a Beverage Company: A Lean-Green Approach," *Smart Sustain Manuf Syst*, vol. 6, no. 1, p. 20220006, Sep. 2022, doi: 10.1520/ssms20220006.
- [3] A. Tejada, "Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos," *Cienc Soc*, vol. 36, no. 2, pp. 276–310, Jun. 2011, doi: 10.22206/CYS.2011.V36I2.PP276-310.
- [4] M. Magaña, C. Leyva, and J. Alonzo, "Indicadores de competitividad de la carne bovina de México en el mercado mundial," *Rev Mex Cienc Pecu*, vol. 11, no. 3, pp. 669–685, 2020, doi: 10.22319/RMCP.V11I3.5798.
- [5] E. Seleme Gonzales, "Integrando sostenibilidad y sistemas de producción Lean & Green en PYMES agroalimentarias: Un modelo conceptual basado en una revisión bibliográfica sistemática," Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2021. Accessed: Jun. 22, 2022. [Online]. Available: [https://oa.upm.es/69302/1/TFG\\_ELENA\\_SELEME\\_GONZALEZ.pdf](https://oa.upm.es/69302/1/TFG_ELENA_SELEME_GONZALEZ.pdf)
- [6] A. Inman and K. Green, "Lean and green combine to impact environmental and operational performance," *Revista Internacional de investigación de producción*, vol. 56, no. 14, pp. 4802–4818, Jul. 2018, doi: 10.1080/00207543.2018.1447705.
- [7] A. Bueno and M. Jácome, "Gestión de operaciones para la mejora continua en Organizaciones," *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, vol. 6, no. 12, p. 334, Jul. 2021, doi: 10.35381/R.K.V6I12.1292.

- [8] F. Awan *et al.*, “Mediating Role of Green Supply Chain Management Between Lean Manufacturing Practices and Sustainable Performance,” *Front Psychol*, vol. 12, pp. 1–11, Jan. 2022, doi: 10.3389/FPSYG.2021.810504/FULL.
- [9] Y. Rodríguez, Y. Guardia, M. Camps, L. Taramona, and E. Sánchez, “Consumo de energía eléctrica y fuel oil en una empresa de productos cárnicos en Cuba,” *TAYACAJA*, vol. 3, no. 2, pp. 135–144, Nov. 2020, doi: 10.46908/RICT.V3I2.120.
- [10] M. A. Zambrano, J. P. Montenegro, and H. Reyes, “Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos Vijagual y Jongovito (Colombia),” vol. 65, pp. 235–251, 2018, doi: 10.15446/rfmvz.v65n3.76462.
- [11] J. Estrella, “Efectos de los efluentes líquidos del Camal Municipal en el Rio Ilave y propuesta tecnológica ambiental para su tratamiento,” Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2021.
- [12] J. Quishpe, J. Lliguicota, L. Sarduy, and K. Dieguez, “La producción más limpia, como estrategia de valorización (ecoeficiencia) del centro de faenamiento, Puyo, Pastaza, Ecuador,” *Científica de la UCSA*, vol. 7, pp. 59–71, Dec. 2020, doi: 10.18004/ucsa/2409-8752/2020.007.03.059.
- [13] E. Echeverría and C. Estévez, “Propuesta para el manejo de residuos orgánicos de la planta de faenamiento del cantón Antonio Ante,” Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2021.
- [14] G. Miranda, *Transporte y bienestar animal. Un enfoque integrador*, vol. 1. España: Grupo Asís, 2018.
- [15] Y. Ortega Freire and S. Vaca, “Filosofía Lean y Gerencia de Operaciones: El caso de las empresas de Ambato, Ecuador,” *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, vol. 13, no. 1, Jun. 2018, doi: 10.24133/CCTESPE.V13I1.819.
- [16] GESAMBCONSULT, “Estudio de Impacto Ambiental Ex Post del Camal Frigorífico del Cantón AMbato,” Ambato, 2012.

- [17] A. Ramírez, “Estrategias de producción más limpia para un camal municipal de la sierra centro del Ecuador,” Universidad Internacional SEK Ecuador, Quito, 2021.
- [18] G. Carbajal, “Modelo Lean-Green en el proceso de producción dentro de la industria de confecciones textiles de lencería,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.
- [19] A. Benešová, J. Basl, J. Tupa, and F. Steiner, “Design of a business readiness model to realise a green industry 4.0 company,” *Computer Integrated Manufacturing*, vol. 34, no. 9, pp. 920–932, 2021, doi: 10.1080/0951192X.2021.1946858.
- [20] M. Kaswan and R. Rathi, “Green Lean Six Sigma for sustainable development: Integration and framework,” *Environ Impact Assess Rev*, vol. 83, pp. 2–9, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.eiar.2020.106396.
- [21] J. G. Vargas, J. López, and M. Morales, “Transformational Transition of Sustainable Development Based on Circular Green Economy. An Analysis Based on the Theory of Resources and Capabilities,” *World Sustainability Series*, pp. 69–86, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-78825-4\_5/COVER/.
- [22] P. Teixeira, J. Sá, F. Silva, Ferreira, G. Santos, and P. Fontoura, “Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model,” *J Clean Prod*, vol. 322, no. 129047, pp. 25–54, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.129047.
- [23] F. Khair, D. Indra, H. Yulianto, and E. Nugroho, “Diseño de la medición del rendimiento para una cadena de suministro sostenible de las empresas de aceite de palma crudo (APC) utilizando el enfoque de gestión de la cadena de suministro Lean & Green (LGCSM) (estudio de caso: empresa de aceite de palma de Indonesia),” *Palmas*, vol. 42, no. 4, pp. 21–32, 2021.
- [24] L. Jum’a, D. Zimon, M. Ikram, and P. Madzik, “Towards a sustainability paradigm; the nexus between lean green practices, sustainability-oriented innovation and Triple Bottom Line,” *Int J Prod Econ*, vol. 245, no. 108393, pp.

- 1–18, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.ijpe.2021.108393.
- [25] B. Santos, L. Ruvalcaba, and D. Ramírez, “Gestión del conocimiento y Gestión Lean: relación y efecto en la gestión de la sostenibilidad de la cadena de suministro,” *Revista Espacios*, vol. 1, no. 03, pp. 1–13, 2022, doi: 10.48082/espacios-a22v43n03p02.
- [26] W. Leong *et al.*, “Enhancing the adaptability: Lean and green strategy towards the Industry Revolution 4.0,” *J Clean Prod*, vol. 273, no. 122870, pp. 2–16, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122870.
- [27] A. Bhattacharya, A. Nand, and P. Castka, “Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review,” *J Clean Prod*, vol. 236, no. 117697, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.117697.
- [28] V. Swarnakar, A. Singh, J. Antony, A. Tiwari, and E. Cudney, “Development of a conceptual method for sustainability assessment in manufacturing,” *Comput Ind Eng*, vol. 158, no. 107403, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107403.
- [29] S. Choudhary, R. Nayak, M. Dora, N. Mishra, and A. Ghadge, “An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the U.K.,” *Production Planning & Control*, vol. 30, no. 5–6, pp. 353–368, Apr. 2019, doi: 10.1080/09537287.2018.1501811.
- [30] R. Díaz and F. Gambetta, “Propuesta de mejora para incrementar la rentabilidad en una empresa de plástico utilizando lean green y economía circular,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2021.
- [31] C. Ramírez, “Mejoras en productividad, sostenibilidad y competitividad de Green Lean. Análisis de un estudio de Caso,” Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2018.
- [32] X. Zhu, H. Zhang, and Z. Jiang, “Application of green-modified value stream mapping to integrate and implement lean and green practices: A case study,”

*Computer Integrated Manufacturing*, vol. 33, no. 7, pp. 716–731, Jul. 2019, doi: 10.1080/0951192X.2019.1667028.

- [33] J. Jabbour, A. Lopes, G. Kannan, A. Alves, and W. R. Souza, “Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing,” *J Clean Prod*, vol. 47, pp. 129–140, May 2018, doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2012.07.010.
- [34] G. Miño, J. Moyano, and C. Santillán, “Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro,” *Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría*, vol. 60, no. 2, pp. 110–122, 2019.
- [35] C. Quispe, “Mejoramiento de la capacidad de producción aplicando herramientas Lean Manufacturing en Carrocerías los Andes,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [36] J. Guerrero, “El Lean Manufacturing y la competitividad dentro del sector textil del Cantón de Ambato,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [37] S. Lluglla, “Manufactura esbelta para la optimización de la productividad en la línea de ensamble de puertas de refrigeración,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [38] F. Ocaña, “Plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas lean manufacturing para la disminución de desperdicios en el proceso de empaclado y almacenamiento de la empresa Mascorona y Soleg Cia. Ltda.,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [39] P. Mosquera, “Manufactura esbelta para el mejoramiento en la planta de producción de la Empresa Bioalimentar Compañía Limitada,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.
- [40] J. Cordovilla, “Reducción de desperdicios en la línea de faenamiento de la empresa ‘Mag Pollo’ empleando herramientas de manufactura ajustada,” Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [41] M. Camacaro, A. Paredes, C. Aulestia, and M. Henao, “Mapa de cadena de

valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña,” *Entramado*, vol. 17, no. 2, pp. 226–242, May 2021, doi: 10.18041/1900-3803/ENTRAMADO.2.7636.

- [42] K. Moreno, G. Freire, D. Caisa, and A. Moreno, “Cadena de suministros verde: análisis estratégico de la gestión de residuos sólidos en Pelileo - Ecuador,” *Revista de Ciencias Sociales*, pp. 293–308, 2021.
- [43] B. E. Engin, M. Martens, and T. Paksoy, “Lean and Green Supply Chain Management: A Comprehensive Review,” in *International Series in Operations Research and Management Science*, Springer., vol. 273, P. Camille and A. Stephen, Eds. USA: Springer New York LLC, 2019, pp. 1–38. doi: 10.1007/978-3-319-97511-5\_1.
- [44] J. Rishi, *Lean Manufacturing towards Green Manufacturing Practices and Its Implementation in SME’s*. IntechOpen, 2021. doi: 10.5772/INTECHOPEN.97389.
- [45] J. Antonio, G. Ferrer, H. Obilcnik, N. W. Paschoalinoto, D. Otávio, and T. Bruno, “Sustainable lean manufacturing-methodology for implementing the sustainable value stream mapping (sus-vsm),” 2022.
- [46] C. De, M. Veterinaria, and Y. Zootecnia, “UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA ‘RENDIMIENTO A LA CANAL DE BOVINOS FAENADOS EN EL MATADERO MUNICIPAL DEL CANTÓN GENERAL ANTONIO ELIZALDE (BUCAY)’ TESIS DE GRADO”.
- [47] Lady Martineza and F. Barreto, “Aplicación de una metodología Lean Manufacturing para aumentar la productividad del chorizo en una empresa que elabora productos cárnicos procesados,” pp. 1–27, 2018.
- [48] E. : Yaillet and A. Carvajal, “ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LA CARNE DE RES DEL MATADERO CHICHÍ PADRÓN ANALYSIS OF THE BEEF LIFE CYCLE OF CHICHÍ PADRÓN SLAUGHTERHOUSE,” vol. 43, 2016, Accessed: Mar. 07, 2023. [Online]. Available:

<http://centroazucar.qf.uclv.edu.cu>

- [49] *Indicadores de calidad y productividad en la empresa*. 1991. Accessed: Mar. 07, 2023. [Online]. Available: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/863/Indicadores%20de%20calidad%20y%20productividad%20en%20la%20empresa.PDF>

## Anexos

### Anexo 1: Metodología prisma

N.º	Título	Base de datos	Año	Punto de vista	Autores	Objetivo
P1	Modelo Lean-Green en el proceso de producción dentro de la industria de confecciones textiles de lencería	Repositorio UPC	2019	VP1	Carbajal, Gary	El modelo Lean/ Green tiene como finalidad proponer un modelo que está integrado en la formación de pensamiento, flujos de valor, impactos ambientales, flujo de valor ambiental, mejora continua.
P2	Design of a business readiness model to realise a green industry 4.0 company	Taylor	2021	VP1	Benešová, Andrea Basl, Josef Tupa, Jiří Steiner, František	Describe diferentes estrategias a implementar dentro del modelo.
P3	Green Lean Six Sigma for sustainable development: Integration and framework	Scopus	2020	VP1	Steiner, František Rathi, Rajeev	Describe como integrar los enfoques Green, Lean y Six explica como relacionar las diferentes herramientas.
P4	Transformational Transition of Sustainable Development Based on Circular Green Economy. An Analysis Based on the Theory of Resources and Capabilities	Springer	2021	VP2	Vargas, José G. López, Jorge Morales, Marlene	Permite analizar la transición de un modelo basado en la economía circular y verde (EGC), analizando el uso de los recursos.
P5	Connecting lean and green with sustainability towards a conceptual model,	Scopus	2021	VP2	Teixeira, P Sá, J Silva, F Ferreira Santos, G Fontoura, P	Permite conocer las perspectivas de Lean y Green, en base a un modelo conceptual.
P6	Diseño de la medición del rendimiento para una cadena de suministro sostenible de las empresas de aceite de palma crudo (APC) utilizando el enfoque de gestión de la cadena de suministro Lean & Green (LGCSM) (estudio de caso: empresa de aceite de palma de Indonesia)	Fedepalma	2021	VP2	Khair, Fauzi Indra, Dendry Yulianto, Hubertus Nugroho, Edi	Se basa en dos conceptos reducir los costos para mejorar la cadena de suministro y garantizar la eficiencia del proceso en el medio ambiente.
P7	Towards a sustainability paradigm; the nexus between	Scopus	2022	VP2	Jum'a, Luay	Este estudio proporciona evidencia de que las prácticas

	lean green practices, sustainability-oriented innovation, and Triple Bottom Line,”				Zimon, Dominik Ikram, Muhammad Madzík, Peter	Lean o SOI y su combinación aseguran significativamente la sostenibilidad. Los hallazgos ayudarán a los tomadores de decisiones, gerentes de la cadena de suministro y académicos a comprender la importancia de las prácticas lean y SOI para lograr la sostenibilidad.
<b>P8</b>	Gestión del conocimiento y Gestión Lean: relación y efecto en la gestión de la sostenibilidad de la cadena de suministro	Revista espacios	2022	VP1	Santos, Bertha Ruvalcaba, Loecelia Ramírez, Duvan	El objetivo de la investigación es determinar la relación y efecto de la gestión del conocimiento y gestión Lean en la gestión de la sostenibilidad de la cadena de suministro. Para lograrlo se recurrió a la investigación empírica en la cual se utilizó el análisis multivariable y ecuaciones estructurales
<b>P9</b>	Enhancing the adaptability: Lean and green strategy towards the Industry Revolution 4.0,”	Scopus	2020	VP1	Leong, Wei Teng, Sin How, Bing Ngan, Sue Rahman, Anas Tan, Chee Ponnambalam, S Lam, Hon	Este documento presenta un modelo adaptativo mejorado para la implementación de la estrategia lean and green (L&G) en los sectores de procesamiento para resolver problemas industriales dinámicos asociados con la Industria 4.0.
<b>P10</b>	Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review	Scopus	2019	VP3	Ananya Bhattacharyaa Alka Nandb Pavel Castkac	Facilita información de revisión literaria respecto a temas de integración ecológica y esbelta así también como el impacto y el desempeño de la sostenibilidad dentro de la cadena de suministro.
<b>P11</b>	Development of a conceptual method for sustainability assessment in manufacturing	Scopus	2021	VP3	Swarnakar, Vikas Singh, A Antony, Jiju Tiwari, Anil Cudney, Elizabeth	El enfoque propuesto en este estudio también contribuye al proporcionar una referencia para los gerentes de Operaciones que pueden tener dificultades para evaluar y mejorar la sostenibilidad.
<b>P12</b>	An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the U.K	Taylor	2019	VP3	Choudhary, Sonal Nayak, Rakesh Dora, Manoj Mishra, Nishikant Ghadge, Abhijeet	Proporciona una guía de referencia para realizar estudios similares al enfoque integrado lean-green a otros sectores industriales.
<b>P13</b>	Propuesta de mejora para incrementar la rentabilidad en una empresa de plástico utilizando lean green y economía	Repositorio UPC	2021	VP2	Ghadge, Abhijeet Gambetta, Fabrizio	Propone un modelo para obtener mayor rentabilidad en las empresas PYMES del sector plástico utilizando

	circular					metodología Lean-Green mediante herramientas 5S, Kanban y TPM.
<b>P14</b>	Mejoras en productividad, sostenibilidad y competitividad de Green Lean. Análisis de un estudio de Caso	Repositorio UNA	2018	VP2	Ramírez, Cindy	La metodología Green Lean (integración de las filosofías Lean Construction y Green Building, sistemas que conciben la mejora continua para todo proceso), procura disminuir eficazmente el impacto de las acciones antropogénicas asociadas a ella en el planeta.
<b>P15</b>	Application of green-modified value stream mapping to integrate and implement lean and green practices: A case study	Taylor	2019	VP1	Zhu, Xiao Zhang, Hua Jiang, Zhi	Este modelo pretende monitorear el proceso mediante el VSM considerando aspectos ambientales dentro de la fabricación de piezas metálicas estampadas.
<b>P16</b>	Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing	Scopus	2018	VP2	Jabbour, José Lopes, Ana Kannan, Govindan Alves, Adriano Souza, Wesley Ricardo	La originalidad de este trabajo radica en que reúne los conceptos de EM, LM, HR y OP en un solo estudio, ya que generalmente no suelen tratarse de forma conjunta. Este artículo también proporcionó evidencia empírica válida para un contexto poco estudiado: el sector automotriz brasileño.
<b>P17</b>	Evaluation of sustainable construction sites: a lean, green and well-being integrated approach	Scielo	2020	VP3	Iuri Aragão de Vasconcelos, Luis Felipe Cândido, Luiz Máhlmann Heineck	Reducir los desperdicios de Lean Green para disminuir los impactos ambientales de una industria constructora.
<b>P18</b>	The impact of lean and green practices on logistics performance: a structural equation modelling	Scielo	2020	VP1	Helena Sofia Rodrigues Wellington Alves Ângela Silva	Análisis de la implementación de prácticas Lean Green en empresas para el desarrollo sostenible.
<b>P19</b>	Implementation of Lean and Green practices: a supplier-oriented assessment method	Springer	2017	VP2	Patrycia Santanna, Marina Bouzón Guilherme L. Tortorella, Lucila M. S. Campos	Aumentar la productividad, optimizar tiempos y costos de producción en una empresa, además reducir los desperdicios sostenibles de la misma.
<b>P20</b>	Proposing a “lean and green” framework for equipment cost analysis in construction	Springer	2019	VP3	Ming Lu, Nicolas Diaz, Monjurul Hasan	El marco se elabora en la construcción de movimiento de tierras para evaluar el impacto de la emisión de gases de efecto invernadero al estimar las tarifas por hora de los equipos y evaluar la ecología y la sostenibilidad de las opciones de equipos alternativos.
<b>P21</b>	Tiempos estándar para balanceo de línea en área	Instituto	2019		Miño, Gloria	

	soldadura del automóvil modelo cuatro	Superior Politécnico José Antonio Echeverría			Moyano, Julio Santillán, Carlos	El estudio se realiza en CIAUTO con la finalidad de identificar los tiempos que no agregan valor en el proceso dentro de esta industria
<b>P22</b>	La producción más limpia, como estrategia de valorización (ecoeficiencia) del centro de faenamiento, Puyo, Pastaza, Ecuador	SciELO	2020	VP1	Quishpe, J Lliguicota, J Sarduy, L Dieguez, K	El objetivo del presente documento analizar la posibilidad de aplicar alternativas que permitan realizar actividades de producción limpia dentro de los centros de faenamiento.
<b>P23</b>	Lean Manufacturing y la competitividad dentro del sector textil del Cantón de Ambato	Universidad Técnica de Ambato	2019	VP2	Guerrero Juan	el objetivo de este estudio es identificar los productos que no presentan calidad de acuerdo con los indicadores y presentan baja productividad esto se logra reduciendo el tiempo de producción.
<b>P24</b>	Manufactura esbelta para la optimización de la productividad en la línea de ensamble de puertas de refrigeración	Universidad Técnica de Ambato	2021	VP3	Lluggla Stalin	El objetivo del presente proyecto es optimizar la productividad mediante la aplicación de herramientas de manufactura esbelta Fairis C.A.
<b>P25</b>	Plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas lean manufacturing para la disminución de desperdicios en el proceso de empaque y almacenamiento de la empresa Mascorona y Soleg Cia. Ltda	Universidad Técnica de Ambato	2022	VP1	Ocaña	El objetivo del proyecto mediante un plan basado en las herramientas de Lean manufacturing realizar un plan para mejorar la productividad.
<b>P26</b>	Manufactura esbelta para el mejoramiento en la planta de producción de la Empresa Bioalimentar Compañía Limitada	Universidad Técnica de Ambato	2020	VP3	Mosquera	Mediante las herramientas LM realiza planes de mejoramiento mediante la determinación de tiempos de operación la obtención de capacidades de producción para diagnosticar en base al VSM.
<b>P27</b>	Reducción de desperdicios en la línea de faenamiento de la empresa 'Mag Pollo' empleando herramientas de manufactura ajustada	Universidad Técnica de Ambato	2021	VP1	Cordovilla	El objetivo es reducir los desperdicios mediante una propuesta basada en herramientas de manufactura esbelta.
<b>P28</b>	Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de piña	Entramado	2021	VP2	M. Camacaro, A. Paredes, C. Aulestia, and M. Henao	Se identificaron los desperdicios dentro del proceso mediante la herramienta Value Stream Mapping
<b>P29</b>	Cadena de suministros verde: análisis estratégico de la gestión de residuos sólidos en Pelileo - Ecuador	Revista de Ciencias Sociales	2021	VP3	K. Moreno, G. Freire, D. Caisa, and A. Moreno	El objetivo del estudio es identificar la incidencia de la cadena de suministro con relación al manejo de los residuos.

<b>P30</b>	Lean and green supply chain management: A comprehensive review	Springer.	2019	VP1	G. Turan and S. Wilhelm	El objetivo de este artículo es revisar los artículos publicados recientemente sobre LGSCM en revistas científicas.
<b>P31</b>	Lean Manufacturing towards Green Manufacturing Practices and Its Implementation in SME's	IntechOpen	2021	VP2	J. Rishi	Se pretende integrar la manufactura esbelta una ecológica para analizar el impacto en diferentes sectores.
<b>P32</b>	Sustainable lean manufacturing-methodology for implementing the sustainable value stream mapping (sus-vsm),”	Libro	2022	VP3	J. Antonio, G. Ferrer, H. Obilcnik, N. W. Paschoalinoto, D. Otávio, and T. Bruno	Se pretende ofrecer subsidios para transformar los procesos en las industrias y así ser más sostenibles considerando aspectos sociales, económicos y ambientales.
<b>P33</b>	Monitoring and Evaluating Eco-efficiency by Three Different Ways in a Beverage Company: A Lean-Green Approach	<i>Smart Sustain Manuf Syst</i>	2022	VP1	T. L. Marques, G. Giusti, M. H. de Paula e Silva, J. V. Mendes, M. C. B. de Figueirêdo, and D. A. L. Silva	El propósito de este documento es proponer y probar un enfoque integrado lean-green para el monitoreo de la ecoeficiencia en las empresas manufactureras.

## Anexo 2: Certificado de calibración del cronómetro



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO**  
**ISO/IEC 17025:2017**  
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
Certificate of Calibration  
**N° CC-5270-002-22**



Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

La versión en inglés del certificado de calibración no es una traducción vinculante. Si algún asunto da lugar a controversia, se debe utilizar el texto original en español.

*This certificate may not be reproduced other than in full except with the written approval of the Elicrom-Calibration laboratory. The results contained in this certificate relate only to the item calibrated, at the time and under the conditions in which the calibration was performed.*

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.*

### Incertidumbre de medida

*Measurement Uncertainty*

La incertidumbre expandida de medición reportada (intervalo de confianza), se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k$ , que para una distribución  $t$  (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%.

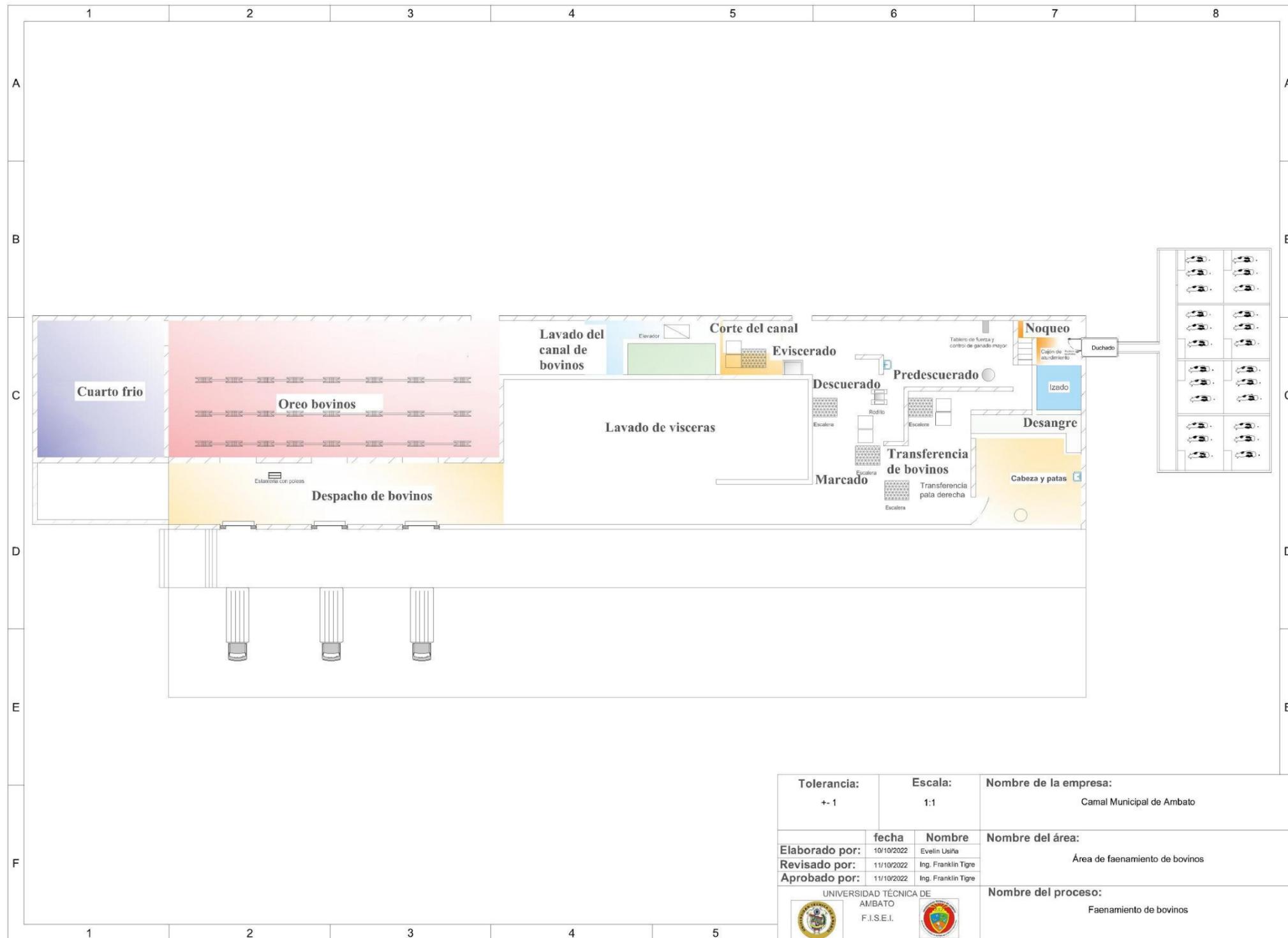
*The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor  $k$ , which for a  $t$  (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%*

### Equipamiento Utilizado

*Equipment Used*

Identificación <i>ID Number</i>	Nombre <i>Name</i>	Marca <i>Manufacturer</i>	Modelo <i>Model</i>	No. de Serie <i>Serial Number</i>	Vence Cal. <i>Due Date</i>	N° Certificado <i>N° Certificate</i>
EL.PC.046	CRONÓMETRO PATRÓN	CASIO	HS-80TW	606Q11R	2023-05-25	LTF - C - 067 - 2021
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	190601459	2023-03-30	CC-1187-005-22

**Anexo 3:** Distribución del área de faenamiento de bovinos



**Anexo 4:** Tabla británica para valoración de suplementos

Suplementos contantes					
	Hombre	Mujer			
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7			
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4			
Suplementos variables					
	Hombre	Mujer		Hombre	Mujer
<b>A. Suplementos por trabajar de pie</b>	2	4	<b>F. Concentración Intensa</b>		
<b>B. Suplemento por posturas anormal</b>			Trabajo de cierta precisión	0	0
Ligeramente incómoda	0	1	Trabajo preciso o fatigoso	2	2
Incómoda (inclinado)	2	3	Trabajo de gran precisión	5	5
Muy incómoda (echando, estirado)	7	7	o muy fatigoso		
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b>			<b>G. Ruido</b>		
(levantar, tirar, empujar)			Continuo	0	0
Peso levantar (Kg)			Intermitente y fuerte	2	2
2,5	0	1	Intermitente y muy fuerte	5	5
5	1	2	Estridente y fuerte		
10	3	4	<b>H. Tensión mental</b>		
25	9	20 max	Proceso bastante complejo	1	1
35,5	22	-	Proceso complejo o atencion dividida	4	4
<b>C. Mala iluminación</b>			Muy complejo	8	8
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	<b>I. Mnotonía</b>		
Bastante por debajo	2	2	Trabajo algo monótono	0	0
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo bastante monótono	1	1
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			Trabajo muy monótono	4	4
Indice de enfriamiento Kata			<b>J. Tedio</b>		
16		0	Trabajo algo aburrido	0	0
8		10	Trabajo bastante aburrido	2	1
4		45	Trabajo muy aburrido	5	2
2		100			

**Anexo 5: Estudio de tiempos para el ingreso de bovinos**

Estudio de tiempos																			
<b>Empresa:</b>	CFMA			<b>Método:</b>	Vuelta cero					<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña								
<b>Área:</b>	Ingreso de bovinos			<b>Hoja N:</b>	1 de 16					<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre								
<b>Proceso:</b>	Recepción de bovinos			<b>Fecha:</b>	15/09/2022					<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre								
Actividades	Observaciones (s)										Resultados								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)	
Revisar documentación de ingreso	28,12	36,45	33,56	31,89	67,45	34,78	45,20	39,62	37,52	41,34	395,93	39,59	1,00	39,59	0,11	43,95	43,95	0,73	
Estacionar el carro	50,67	53,78	41,67	56,46	49,19	43,52	50,68	46,78	42,12	52,2	487,07	48,71	0,00	48,71	0,11	54,06	54,06	0,90	
Bajar los bovinos y transportar a los corrales	307,70	356,56	287,45	356,72	312,16	305,98	309,84	292,32	308,12	300,05	3136,90	313,69	1,00	313,69	0,11	348,20	348,20	5,80	
Reposo de bovinos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Total</b>																	<b>446,21</b>	<b>446,21</b>	<b>7,44</b>
<b>Nomenclatura</b>																			
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			
<b>Observaciones</b>																			

**Anexo 6:** Estudio de tiempos para la inspección de bovinos

Estudio de tiempos																			
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero				<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña								
<b>Área:</b>	Ingreso de bovinos				<b>Hoja N:</b>	2 de 16				<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre								
<b>Proceso:</b>	Inspección				<b>Fecha:</b>	15/09/2022				<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre								
Actividades	Observaciones (s)										Resultados								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS/u (s)	TS (min)	
	11	12	13	14	15														
Inspeccionar al bovino	195,43	225,34	227,78	214,89	208,56	197,26	206,18	201,19	198,16	199,16	3096,10	206,41	1,00	206,41	0,11	229,11	57,28	0,95	
	207,1	223,96	199,77	200,34	190,95														
Registrar el número de bovinos a faenar	23,40	25,70	21,70	22,89	22,45	22,74	19,98	21,52	21,56	22,3	329,71	21,98	1,00	21,98	0,11	24,40	24,40	0,41	
	21,18	20,01	22,10	19,84	22,34														
<b>Total</b>																<b>253,51</b>	<b>81,68</b>	<b>1,36</b>	
Nomenclatura																			
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			
Observaciones																			

**Anexo 7: Estudio de tiempos para el duchado de bovinos**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero				<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña							
<b>Área:</b>	Ingreso e bovinos				<b>Hoja N:</b>	3 de 16				<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
<b>Proceso:</b>	Duchado				<b>Fecha:</b>	15/09/2022				<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
	11	12	13	14	15													
Transportar al área de duchado	77,58	88,67	85,12	79,48	89,86	72,98	74,88	83,98	87,12	84,14	1236,8	82,5	1,00	82,5	0,12	92,3	92,3	1,54
	87,36	75,98	84,45	78,59	86,57													
Duchar a la res	22,83	22,67	22,87	22,14	22,45	23,71	22,81	21,81	23,19	22,45	339,7	22,6	1,00	22,6	0,12	25,4	25,4	0,42
	21,98	22,57	23,11	22,45	22,67													
Esperar que ingrese el ganado al better	39,25	39,86	35,21	39,98	39,93	34,45	39,86	39,14	29,94	38,67	562,7	37,5		37,5		37,5	37,5	0,63
	34,91	36,15	36,47	38,93	39,98													
<b>Total</b>																<b>155,23</b>	<b>155,23</b>	<b>2,59</b>
Nomenclatura																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
Observaciones																		

**Anexo 8: Estudio de tiempos para el aturdimiento de bovinos**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA			<b>Método:</b>			Vuelta cero			<b>Elaborado por:</b>			Evelin Usiña					
<b>Área:</b>	Noqueo			<b>Hoja N:</b>			4 de 16			<b>Revisado por:</b>			Ing. Franklin Tigre					
<b>Proceso:</b>	Aturdimiento			<b>Fecha:</b>			15/09/2022			<b>Aprobado por:</b>			Ing. Franklin Tigre					
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
Introducir el bovino al better	20,73	23,81	25,18	22,91	26,17	23,91	22,81	21,71	24,70	22,91	756,97	25,23	1,00	25,23	0,15	29,02	14,51	0,24
	26,18	24,61	23,18	26,19	29,16	22,11	26,81	24,19	25,18	23,79								
	27,18	24,18	28,42	27,53	28,55	29,15	27,91	25,18	28,19	24,44								
Noquear al bovino	12,44	13,55	12,41	12,14	11,93	12,66	11,64	12,79	11,55	11,89	390,92	13,03	1,00	13,03	0,15	14,99	7,49	0,12
	13,18	14,01	13,81	13,91	13,71	12,80	12,66	14,81	13,71	13,71								
	12,71	11,77	12,31	12,88	13,61	13,73	13,22	13,91	14,71	12,76								
Bovinos noqueados en espera en el better	61,61	66,26	56,17	61,91	65,18	67,12	64,19	68,17	69,12	66,42	1943,80	64,79		64,79		64,79	64,79	1,08
	64,18	61,81	66,18	62,19	63,84	60,18	61,98	69,16	67,16	65,16								
	66,18	67,81	65,81	61,71	66,18	57,18	68,63	67,92	67,51	66,88								
Abrir compuerta y esperar que se deslice el bovino	12,80	9,98	12,77	12,48	12,86	11,71	10,16	11,61	12,85	11,81	365,79	12,19	1,00	12,19	0,15	14,02	7,01	0,12
	12,91	10,71	11,71	10,86	11,61	12,71	14,01	11,91	12,63	11,94								
	11,41	12,81	13,71	11,91	12,71	13,61	13,71	11,61	12,31	11,97								
<b>Total</b>															<b>122,82</b>	<b>93,81</b>	<b>1,56</b>	
Nomenclatura																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
Observaciones																		

**Anexo 9: Estudio de tiempos para el izado de bovinos**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero					<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña						
<b>Área:</b>	Izado				<b>Hoja N:</b>	5 de 16					<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre						
<b>Proceso:</b>	Izado				<b>Fecha:</b>	15/09/2022					<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre						
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
Botar agua a la res	13,55	12,44	12,93	12,03	12,93	12,03	12,72	11,66	12,34	12,09	371,33	12,38	1,00	12,38	0,19	14,73	14,73	0,25
	11,41	12,71	11,43	12,42	12,38	11,31	12,95	13,38	11,97	13,41								
	11,44	12,83	12,20	11,35	12,51	11,82	12,71	11,33	13,81	13,24								
Enganchar la res al gancho de la grúa	25,37	24,65	19,44	22,75	24,84	26,53	27,13	21,99	25,19	23,03	731,81	24,39	1,00	24,39	0,19	29,03	29,03	0,48
	24,71	26,71	21,41	23,71	26,51	20,91	27,56	24,81	27,23	24,61								
	23,78	22,51	26,73	25,70	23,51	26,63	24,15	23,64	22,36	23,71								
Ascender la res	12,14	11,52	10,81	12,35	11,04	10,55	11,25	11,14	10,98	11,02	352,12	11,74	1,00	11,74	0,19	13,97	13,97	0,23
	10,61	11,34	13,12	12,46	12,81	12,44	10,88	11,52	12,31	11,73								
	10,83	11,70	12,26	12,13	11,93	12,96	11,17	12,71	12,64	11,77								
Transportar la res al área de desangre	11,77	9,70	10,54	10,92	10,95	11,07	10,47	10,96	10,16	11,04	329,48	10,98	1,00	10,98	0,19	13,07	13,07	0,22
	10,52	11,76	10,97	12,51	12,54	11,83	10,63	9,82	10,52	9,21								
	10,28	11,52	12,49	12,15	10,47	10,76	11,27	12,38	9,86	10,41								
<b>Total</b>																<b>70,79</b>	<b>70,79</b>	<b>1,18</b>
Nomenclatura																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
Observaciones																		

**Anexo 10: Estudio de tiempos para el desangre y corte de cabeza bovinos**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero				<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña							
<b>Área:</b>	Desangre				<b>Hoja N:</b>	6 de 16				<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
<b>Proceso:</b>	Desangre y corte de cabeza				<b>Fecha:</b>	15/09/2022				<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
Buscar cuchillo y afilarlo	8,09	7,67	8,23	8,89	8,65	7,20	9,31	8,12	8,16	7,81	124,72	8,31	1,00	8,31	0,14	9,48	9,48	0,16
	8,52	9,01	8,35	7,98	8,73													
Cortar vasos sanguíneos	6,59	6,67	6,23	6,89	6,65	6,46	7,45	6,87	7,16	6,95	106,88	7,13	1,00	7,13	0,14	8,12	8,12	0,14
	7,31	8,66	7,20	7,61	8,18													
Esperar que se desangre	15,79	15,44	16,73	16,83	15,77	15,83	16,68	16,99	16,62	15,55	242,07	16,14	0,00	16,14	0	16,14	16,14	0,27
	16,71	15,33	16,77	15,19	15,84													
Cortar cabeza y patas	67,07	65,49	64,22	66,24	64,07	65,10	65,78	63,06	62,98	64,82	969,97	64,66	1,00	64,66	0,14	73,72	73,72	1,23
	66,41	63,32	65,82	62,21	63,38													
Bovinos en espera	112,93	110,40	111,69	110,42	119,26	116,56	114,81	112,31	118,42	112,81	1713,97	114,26	0,00	114,26	0	114,26	114,26	1,90
	117,52	112,24	118,68	115,65	110,27													
Transportar al área de pre-descurado	5,89	6,04	6,87	5,87	5,45	5,71	5,81	5,03	5,26	5,71	88,07	5,87	1,00	5,87	0,14	6,69	6,69	0,11
	6,61	5,52	6,24	6,15	5,91													
<b>Total</b>																<b>228,42</b>	<b>228,42</b>	<b>3,81</b>
<b>Nomenclatura</b>																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
<b>Observaciones</b>																		

**Anexo 11: Estudio de tiempos para transferencia 1 de bovinos**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero					<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña						
<b>Área:</b>	Transferencia				<b>Hoja N:</b>	7 de 16					<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre						
<b>Proceso:</b>	Transferencia 1				<b>Fecha:</b>	15/09/2022					<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre						
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
	11	12	13	14	15													
Afilar cuchillos	6,66	6,82	7,12	6,17	5,92	5,71	6,42	6,12	7,19	6,36	98,02	6,53	1,00	6,53	0,12	7,32	7,32	0,12
	7,12	6,54	6,23	6,61	7,03													
Cortar la piel alrededor de la ingle del bovino	46,97	52,46	54,57	48,31	50,71	53,81	53,71	54,68	52,15	51,10	787,32	52,49	1,00	52,49	0,12	58,79	29,39	0,49
	53,72	52,55	55,12	52,53	54,93													
Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pierna derecha	16,16	21,96	19,57	22,76	18,51	20,61	21,10	17,42	16,91	18,52	291,93	19,46	1,00	19,46	0,12	21,80	10,90	0,18
	18,78	18,78	21,68	19,05	20,12													
Colocar el gancho en la pierna derecha	17,78	17,09	16,05	15,56	17,89	18,51	17,85	17,12	16,58	18,35	263,34	17,56	1,00	17,56	0,12	19,66	9,83	0,16
	17,42	18,41	17,79	18,23	18,71													
Ascender el bovino al riel	28,74	28,67	29,16	29,16	28,94	29,24	29,86	28,27	29,32	28,62	432,15	28,81	1,00	28,81	0,12	32,27	16,13	0,27
	29,25	28,20	28,42	27,98	28,32													
Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pata izquierda	10,06	10,38	10,72	10,22	10,73	10,38	10,25	10,333	10,82	10,31	155,98	10,40	1,00	10,40	0,12	11,65	11,65	0,19
	10,38	10,38	10,27	10,12	10,63													
Transportar al siguiente operario	6,21	6,08	7,89	5,77	6,34	6,61	6,65	6,95	6,30	6,81	97,58	6,51	1,00	6,51	0,12	7,29	3,64	0,06
	6,51	6,21	6,52	6,21	6,52													
<b>Total</b>																<b>158,77</b>	<b>88,87</b>	<b>1,48</b>
<b>Nomenclatura</b>																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
<b>Observaciones</b>																		

**Anexo 12: Estudio de tiempos para transferencia 2 de bovinos**

Estudio de tiempos																						
<b>Empresa:</b>	CFMA			<b>Método:</b>	Vuelta cero			<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña													
<b>Área:</b>	Transferencia			<b>Hoja N:</b>	8de 16			<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre													
<b>Proceso:</b>	Transferencia 2			<b>Fecha:</b>	15/09/2022			<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre													
Actividades	Observaciones (s)										Resultados											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)				
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20												
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30												
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40													
Afilar cuchillos	7,18	7,62	6,82	7,18	6,82	7,16	7,25	7,17	6,88	7,37	215,63	7,19	1,00	7,19	0,12	8,05	8,05	0,13				
	7,42	7,63	7,25	7,49	7,62	7,00	6,87	7,63	7,31	6,92												
	6,92	6,94	7,14	7,38	7,41	7,15	7,26	6,82	7,18	6,84												
Cortar la piel alrededor del muslo derecho del bovino	15,67	16,13	15,67	15,23	16,67	16,13	16,73	17,41	16,52	16,10	487,61	16,25	1,00	16,25	0,12	18,20	18,20	0,30				
	16,36	16,90	16,52	15,92	16,06	16,52	16,28	16,01	15,92	16,52												
	16,59	16,98	16,42	16,25	15,72	15,83	16,16	16,30	15,86	16,23												
Despellejar la pierna izquierda	32,54	32,14	31,32	31,98	31,54	32,17	32,62	30,87	31,72	31,38	960,55	32,02	1,00	32,02	0,12	35,86	35,86	0,60				
	30,86	31,48	30,93	31,47	32,36	33,02	30,31	33,71	32,71	32,36												
	33,82	32,74	32,47	30,14	31,85	32,61	32,15	30,80	32,47	34,01												
Colocar el gancho en la pierna izquierda	6,78	6,45	7,56	7,06	7,01	7,14	7,19	7,68	7,59	7,49	213,61	7,12	1,00	7,12	0,12	7,97	7,97	0,13				
	7,05	6,81	7,17	7,27	6,79	6,98	7,37	7,52	7,36	7,19												
	6,97	7,01	7,25	6,94	6,62	7,06	6,84	7,02	7,29	7,15												
Ascender el bovino al riel	6,47	6,65	6,83	6,71	6,39	6,38	6,79	6,71	6,44	6,80	196,70	6,56	1,00	6,56	0,12	7,34	7,34	0,12				
	6,74	6,72	6,81	6,96	6,39	6,18	6,72	6,28	6,29	6,63												
	6,91	6,39	6,55	6,74	6,29	6,62	6,28	6,09	6,77	6,17												
Transportar al siguiente operario	5,69	5,78	5,98	5,68	5,56	5,27	5,73	6,00	5,55	5,98	171,11	5,70	1,00	5,70	0,12	6,39	6,39	0,11				
	5,82	5,27	5,57	5,45	5,41	5,72	5,65	5,74	6,02	6,07												
	5,62	5,36	5,39	5,82	5,94	5,76	5,97	5,75	5,83	5,73												
<b>Total</b>																				<b>83,82</b>	<b>83,82</b>	<b>1,40</b>
Nomenclatura																						
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																						
Observaciones																						

**Anexo 13: Estudio de tiempos para el pre-descuerado de bovinos**

Estudio de tiempos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
<b>Empresa:</b>	CFMA			<b>Método:</b>	Vuelta cero			<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<b>Área:</b>	Pre-descuerado			<b>Hoja N:</b>	9 de 16			<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<b>Proceso:</b>	Pre-descuerado			<b>Fecha:</b>	15/09/2022			<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Actividades	Observaciones (s)										Resultados																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Afilarse cuchillos	5,21	5,52	5,71	5,29	5,81	5,82	5,93	5,62	5,83	5,91	84,81	5,65	1,00	5,65	0,12	6,33	6,33	0,11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	5,62	5,71	5,92	5,28	5,63														Cortar ubre o testículos	13,11	11,08	13,62	12,87	12,89	11,19	13,22	13,64	11,66	12,81	186,06	12,40	1,00	12,40	0,12	13,89	13,89	0,23		12,42	11,82	11,94	11,84	11,95						Descuerado de la parte superior del vientre	43,58	43,78	45,04	44,89	43,71	45,00	44,87	45,21	45,71	44,77	670,83	44,72	1,00	44,72	0,12	50,09	50,09	0,83		45,11	44,92	43,61	45,42	45,21						Pintar el número de bovino en la pierna	10,56	13,23	10,73	12,72	10,83	11,20	11,82	10,83	10,27	11,54	170,24	11,35	1,00	11,35	0,12	12,71	12,71	0,21		10,88	11,22	10,84	11,84	11,73						Transportar al siguiente operario	3,55	3,97	4,02	3,23	3,12	3,60	4,41	3,41	3,84	3,91	56,08	3,74	1,00	3,74	0,12	4,19	4,19	0,07		3,66	4,04	3,74	3,96	3,62						Afilarse cuchillos	5,73	5,28	5,82	5,63	5,27	5,82	5,70	5,82	5,63	5,72	84,17	5,61	1,00	5,61	0,12	6,28	6,28	0,10		5,52	5,38	5,33	5,89	5,63						Descuerar la parte inferior del vientre	50,67	50,07	50,98	51,56	49,12	50,82	50,81	50,72	50,82	50,81	710,52	50,75	1,00	50,75	0,12	56,84	56,84	0,95		51,71	49,71	50,91	51,83	51,81						Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15		7,82	7,94	8,21	8,16	7,83						Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones										
Cortar ubre o testículos	13,11	11,08	13,62	12,87	12,89	11,19	13,22	13,64	11,66	12,81	186,06	12,40	1,00	12,40	0,12	13,89	13,89	0,23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	12,42	11,82	11,94	11,84	11,95														Descuerado de la parte superior del vientre	43,58	43,78	45,04	44,89	43,71	45,00	44,87	45,21	45,71	44,77	670,83	44,72	1,00	44,72	0,12	50,09	50,09	0,83		45,11	44,92	43,61	45,42	45,21						Pintar el número de bovino en la pierna	10,56	13,23	10,73	12,72	10,83	11,20	11,82	10,83	10,27	11,54	170,24	11,35	1,00	11,35	0,12	12,71	12,71	0,21		10,88	11,22	10,84	11,84	11,73						Transportar al siguiente operario	3,55	3,97	4,02	3,23	3,12	3,60	4,41	3,41	3,84	3,91	56,08	3,74	1,00	3,74	0,12	4,19	4,19	0,07		3,66	4,04	3,74	3,96	3,62						Afilarse cuchillos	5,73	5,28	5,82	5,63	5,27	5,82	5,70	5,82	5,63	5,72	84,17	5,61	1,00	5,61	0,12	6,28	6,28	0,10		5,52	5,38	5,33	5,89	5,63						Descuerar la parte inferior del vientre	50,67	50,07	50,98	51,56	49,12	50,82	50,81	50,72	50,82	50,81	710,52	50,75	1,00	50,75	0,12	56,84	56,84	0,95		51,71	49,71	50,91	51,83	51,81						Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15		7,82	7,94	8,21	8,16	7,83						Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																								
Descuerado de la parte superior del vientre	43,58	43,78	45,04	44,89	43,71	45,00	44,87	45,21	45,71	44,77	670,83	44,72	1,00	44,72	0,12	50,09	50,09	0,83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	45,11	44,92	43,61	45,42	45,21														Pintar el número de bovino en la pierna	10,56	13,23	10,73	12,72	10,83	11,20	11,82	10,83	10,27	11,54	170,24	11,35	1,00	11,35	0,12	12,71	12,71	0,21		10,88	11,22	10,84	11,84	11,73						Transportar al siguiente operario	3,55	3,97	4,02	3,23	3,12	3,60	4,41	3,41	3,84	3,91	56,08	3,74	1,00	3,74	0,12	4,19	4,19	0,07		3,66	4,04	3,74	3,96	3,62						Afilarse cuchillos	5,73	5,28	5,82	5,63	5,27	5,82	5,70	5,82	5,63	5,72	84,17	5,61	1,00	5,61	0,12	6,28	6,28	0,10		5,52	5,38	5,33	5,89	5,63						Descuerar la parte inferior del vientre	50,67	50,07	50,98	51,56	49,12	50,82	50,81	50,72	50,82	50,81	710,52	50,75	1,00	50,75	0,12	56,84	56,84	0,95		51,71	49,71	50,91	51,83	51,81						Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15		7,82	7,94	8,21	8,16	7,83						Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																																																						
Pintar el número de bovino en la pierna	10,56	13,23	10,73	12,72	10,83	11,20	11,82	10,83	10,27	11,54	170,24	11,35	1,00	11,35	0,12	12,71	12,71	0,21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	10,88	11,22	10,84	11,84	11,73														Transportar al siguiente operario	3,55	3,97	4,02	3,23	3,12	3,60	4,41	3,41	3,84	3,91	56,08	3,74	1,00	3,74	0,12	4,19	4,19	0,07		3,66	4,04	3,74	3,96	3,62						Afilarse cuchillos	5,73	5,28	5,82	5,63	5,27	5,82	5,70	5,82	5,63	5,72	84,17	5,61	1,00	5,61	0,12	6,28	6,28	0,10		5,52	5,38	5,33	5,89	5,63						Descuerar la parte inferior del vientre	50,67	50,07	50,98	51,56	49,12	50,82	50,81	50,72	50,82	50,81	710,52	50,75	1,00	50,75	0,12	56,84	56,84	0,95		51,71	49,71	50,91	51,83	51,81						Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15		7,82	7,94	8,21	8,16	7,83						Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																																																																																				
Transportar al siguiente operario	3,55	3,97	4,02	3,23	3,12	3,60	4,41	3,41	3,84	3,91	56,08	3,74	1,00	3,74	0,12	4,19	4,19	0,07																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	3,66	4,04	3,74	3,96	3,62														Afilarse cuchillos	5,73	5,28	5,82	5,63	5,27	5,82	5,70	5,82	5,63	5,72	84,17	5,61	1,00	5,61	0,12	6,28	6,28	0,10		5,52	5,38	5,33	5,89	5,63						Descuerar la parte inferior del vientre	50,67	50,07	50,98	51,56	49,12	50,82	50,81	50,72	50,82	50,81	710,52	50,75	1,00	50,75	0,12	56,84	56,84	0,95		51,71	49,71	50,91	51,83	51,81						Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15		7,82	7,94	8,21	8,16	7,83						Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																																																																																																																		
Afilarse cuchillos	5,73	5,28	5,82	5,63	5,27	5,82	5,70	5,82	5,63	5,72	84,17	5,61	1,00	5,61	0,12	6,28	6,28	0,10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	5,52	5,38	5,33	5,89	5,63														Descuerar la parte inferior del vientre	50,67	50,07	50,98	51,56	49,12	50,82	50,81	50,72	50,82	50,81	710,52	50,75	1,00	50,75	0,12	56,84	56,84	0,95		51,71	49,71	50,91	51,83	51,81						Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15		7,82	7,94	8,21	8,16	7,83						Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																																																																																																																																																
Descuerar la parte inferior del vientre	50,67	50,07	50,98	51,56	49,12	50,82	50,81	50,72	50,82	50,81	710,52	50,75	1,00	50,75	0,12	56,84	56,84	0,95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	51,71	49,71	50,91	51,83	51,81														Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15		7,82	7,94	8,21	8,16	7,83						Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																																																																																																																																																																														
Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	8,48	8,55	7,32	8,06	8,18	7,71	7,92	8,14	7,82	8,12	120,26	8,02	1,00	8,02	0,12	8,98	8,98	0,15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	7,82	7,94	8,21	8,16	7,83														Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10		5,52	5,25	5,61	5,63	5,81						<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																																																																																																																																																																																																												
Transportar al área de marcado	5,59	4,95	4,22	5,91	5,98	5,62	5,61	5,13	5,17	5,41	81,41	5,43	1,00	5,43	0,12	6,08	6,08	0,10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	5,52	5,25	5,61	5,63	5,81														<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>	Nomenclatura																			TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			Observaciones																																																																																																																																																																																																																																																										
<b>Total</b>																<b>165,40</b>	<b>165,40</b>	<b>2,76</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Nomenclatura																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Observaciones																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

**Anexo 14: Estudio de tiempos para el marcado de bovinos**

<b>Estudio de tiempos</b>																			
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero				<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña								
<b>Área:</b>	Transferencia				<b>Hoja N:</b>	10 de 16				<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre								
<b>Proceso:</b>	Marcado				<b>Fecha:</b>	15/09/2022				<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre								
<b>Actividades</b>	<b>Observaciones (s)</b>										<b>Resultados</b>								
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>TT</b>	<b>TMO</b>	<b>FD</b>	<b>TN</b>	<b>S</b>	<b>TS (s)</b>	<b>TS /u (s)</b>	<b>TS (min)</b>	
Afilar cuchillo	7,12	7,28	7,17	7,01	7,48	7,12	7,74	7,25	7,99	7,89	111,08	7,41	1,00	7,41	0,13	8,37	8,37	0,14	
	7,55	7,32	7,12	7,17	7,87														
Posicionar la res para el marcado	7,97	7,78	7,34	7,45	7,98	6,44	6,72	6,73	6,32	7,21	108,21	7,21	1,00	7,21	0,13	8,15	8,15	0,14	
	7,23	7,34	7,23	7,04	7,43														
Marcar con el cuchillo el Código de introductor en el pecho de la res	19,13	18,59	19,12	19,17	19,34	18,57	19,2	18,63	18,84	19,11	284,40	18,96	1,00	18,96	0,13	21,42	21,42	0,36	
	18,95	18,87	19,13	18,77	18,98														
Descuerar la piel de cuello	67,85	62,90	68,67	69,89	69,45	66,23	67,12	64,12	63,49	64,89	997,36	66,49	1,00	66,49	0,13	75,13	37,57	0,63	
	68,49	63,89	62,78	67,78	69,81														
Descuerar la piel de patas	34,1	33,18	29,87	39,17	37,68	38,95	34,59	30,27	39,74	30,54	533,65	35,58	1,00	35,58	0,13	40,20	20,10	0,34	
	37,45	39,32	36,63	39,78	32,38														
Afilar cuchillo	7,61	7,1	7,8	7,3	7,8	7,9	7,3	7,9	7,7	7,5	114,39	7,63	1,00	7,63	0,13	8,62	8,62	0,14	
	7,12	7,87	7,85	7,67	7,97														
Corte en el pecho	22,56	20,78	21,45	21,98	20,32	21,87	22,93	21,45	20,62	22,89	328,59	21,91	1,00	21,91	0,13	24,75	12,38	0,21	
	21,71	21,22	22,7	23,12	22,99														
Transportar al área de pre -descuerado	4,45	4,67	4,78	4,93	4,33	4,2	4,97	4,12	3,45	3,67	66,88	4,46	1,00	4,46	0,13	5,04	5,04	0,08	
	4,74	4,78	4,75	4,89	4,15														
<b>Total</b>																		121,65	2,03
<b>Nomenclatura</b>																			
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			
<b>Observaciones</b>																			

**Anexo 15: Estudio de tiempos para el descuerado de bovinos**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA			<b>Método:</b>	Vuelta cero			<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña									
<b>Área:</b>	Descuerado			<b>Hoja N:</b>	11 de 16			<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre									
<b>Proceso:</b>	Descuerado			<b>Fecha:</b>	15/09/2022			<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre									
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
Afilar cuchillos	7,05	7,62	7,17	7,72	7,26	7,63	7,24	7,63	7,24	7,91	222,72	7,42	1,00	7,42	0,12	8,31	8,31	0,14
	7,35	7,52	7,78	7,16	7,36	7,48	7,59	7,63	7,28	7,52								
	7,28	7,29	7,34	7,11	7,53	7,82	7,32	7,38	7,36	7,15								
Descuerar del rabo y parte muslo del animal	51,10	48,85	51,03	52,05	53,78	50,89	51,37	52,38	49,71	51,53	1518,95	50,63	1,00	50,63	0,12	56,71	56,71	0,95
	51,21	50,62	49,53	51,22	50,62	51,62	50,66	50,72	50,12	47,26								
	52,83	51,73	48,22	48,28	49,53	50,52	50,26	48,98	50,33	52,00								
Amarrar el cuero a la máquina	11,01	11,67	11,78	12,01	11,32	10,87	10,42	12,22	11,82	10,62	339,83	11,72	1,00	11,72	0,12	13,12	13,12	0,22
	11,30	12,18	11,84	12,12	11,83	11,93	11,62	12,38	12,36	12,02								
	12,42	11,84	11,62	12,63	11,54	11,83	12,03	11,63	12,11	11,24								
Descuerar el bovino	12,45	12,23	13,03	13,09	13,78	13,52	12,60	12,63	13,72	13,62	376,15	12,97	1,00	12,97	0,12	14,53	14,53	0,24
	12,94	12,84	12,64	13,02	12,84	13,64	13,21	12,84	12,75	12,95								
	13,09	12,87	12,72	13,22	12,94	13,27	12,94	12,74	12,53	12,43								
Transportar al área de eviscerado	7,76	7,65	7,49	7,34	7,45	7,33	7,42	7,12	7,53	7,34	221,80	7,39	1,00	7,39	0,12	8,28	8,28	0,14
	7,32	7,12	7,52	7,32	7,19	7,21	7,55	7,26	7,35	7,30								
	7,21	7,43	7,38	7,40	7,26	7,54	7,36	7,72	7,52	7,41								
<b>Total</b>																<b>100,95</b>	<b>100,95</b>	<b>1,68</b>
Nomenclatura																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
Observaciones																		

**Anexo 16: Estudio de tiempos para el eviscerado de bovinos**

Estudio de tiempos																			
<b>Empresa:</b>	CFMA			<b>Método:</b>	Vuelta cero			<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña										
<b>Área:</b>	Eviscerado			<b>Hoja N:</b>	12 de 16			<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre										
<b>Proceso:</b>	Evisceración			<b>Fecha:</b>	15/09/2022			<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre										
Actividades	Observaciones (s)										Resultados								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)	
	11	12	13	14	15														
Bovinos en espera para ser eviscerados	60,52	61,05	62,72	61,63	61,43	61,21	61,42	60,20	61,34	61,32	917,17	61,14	0,00	61,14	0	61,14	61,14	1,02	
	60,52	60,32	61,53	61,53	60,43														
Posicionar la res para el corte	6,11	6,78	6,34	7,45	6,98	6,44	6,72	6,73	6,32	7,21	103,35	6,89	1,00	6,89	0,12	7,72	7,72	0,13	
	7,23	7,34	7,23	7,04	7,43														
Cortar esternón con la máquina	15,95	14,43	16,41	14,67	15,44	15,72	15,32	16,23	15,42	12,53	224,51	14,97	1,00	14,97	0,12	16,76	16,76	0,28	
	14,62	13,52	15,72	14,22	14,31														
Cortar vientre con cuchillo	11,14	11,50	12,78	11,42	11,81	11,62	11,52	12,02	11,42	11,52	177,20	11,81	1,00	11,81	0,12	13,23	13,23	0,22	
	12,73	11,52	11,83	12,53	11,84														
Sacar las vísceras	85,84	86,26	89,98	92,67	86,49	91,32	89,02	88,63	84,52	87,79	1328,81	88,59	1,00	88,59	0,12	99,22	99,22	1,65	
	86,82	90,25	89,36	88,23	91,63														
Transportar al área de corte	7,85	8,09	6,94	7,32	7,87	7,53	7,43	6,93	7,63	7,24	112,35	7,49	1,00	7,49	0,12	8,39	8,39	0,14	
	7,54	7,23	7,66	7,62	7,47														
<b>Total</b>																<b>206,46</b>	<b>206,46</b>	<b>3,44</b>	
Nomenclatura																			
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			
Observaciones																			

**Anexo 17: Estudio de tiempos para el corte de canal**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero				<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña							
<b>Área:</b>	Corte de canal				<b>Hoja N:</b>	13 de 16				<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
<b>Proceso:</b>	Corte de canal				<b>Fecha:</b>	15/09/2022				<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
	11	12	13	14	15													
Esperar canal para el corte	146,63	145,63	145,23	145,63	146,62	145,83	146,73	146,73	146,82	146,39	2185,76	145,72	0,00	145,72	0	145,72	145,72	2,43
	144,39	144,00	145,23	144,78	145,12													
Posicionar el canal para el corte	7,66	7,93	8,02	7,63	7,83	7,72	7,43	7,62	7,36	7,72	113,96	7,60	1,00	7,60	0,21	9,19	9,19	0,15
	7,17	7,37	7,52	7,70	7,28													
Ascender la plataforma	7,46	7,34	7,31	7,34	7,37	7,82	7,11	7,73	7,25	7,83	112,34	7,49	1,00	7,49	0,21	9,06	9,06	0,15
	7,63	7,63	7,62	7,19	7,71													
Posicionar la cortadora	2,06	2,33	2,54	2,46	2,73	2,79	2,39	2,73	2,93	2,53	39,16	2,61	1,00	2,61	0,21	3,16	3,16	0,05
	2,74	2,90	2,64	2,76	2,63													
Cortar en dos partes al bovino	12,96	11,75	10,56	11,78	12,15	11,74	12,63	11,92	12,12	12,53	180,85	12,06	1,00	12,06	0,21	14,59	14,59	0,24
	12,38	12,50	11,96	11,82	12,05													
Transportar al área de duchado	10,69	10,14	10,45	10,89	10,89	10,72	10,63	10,62	10,33	10,17	157,59	10,51	1,00	10,51	0,21	12,71	12,71	0,21
	10,48	10,59	10,27	10,38	10,34													
<b>Total</b>																<b>194,43</b>	<b>194,43</b>	<b>3,24</b>
<b>Nomenclatura</b>																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
<b>Observaciones</b>																		

**Anexo 18:** Estudio de tiempos para el lavado de canal

Estudio de tiempos																			
<b>Empresa:</b>	CFMA			<b>Método:</b>	Vuelta cero			<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña										
<b>Área:</b>	Lavado			<b>Hoja N:</b>	14 de 16			<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre										
<b>Proceso:</b>	Lavado del canal			<b>Fecha:</b>	15/09/2022			<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre										
Actividades	Observaciones (s)										Resultados								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
Esperar para duchar el canal	46,56	43,76	40,23	41,27	40,98	39,90	40,17	41,49	40,19	40,25	1335,66	44,52	0,00	44,52	0	44,52	44,52	0,74	
	49,12	44,12	41,56	44,89	41,56	50,65	41,76	49,87	41,36	48,73									
	46,45	44,59	46,78	44,36	43,87	49,87	48,75	50,37	50,98	41,22									
Colocar correctamente el corte del bovino	5,43	5,08	5,78	6,34	5,85	5,21	5,27	5,36	5,83	5,36	169,73	5,66	1,00	5,66	0,14	6,45	6,45	0,11	
	5,83	5,82	5,72	5,48	5,22	6,12	5,83	5,92	6,07	5,73									
	5,83	5,37	5,39	5,83	6,27	5,37	5,48	5,27	5,84	5,83									
Lavar los cortes del bovino	31,15	32,89	33,61	31,72	33,72	35,82	34,83	33,82	30,83	31,84	1007,74	33,59	1,00	33,59	0,14	38,29	38,29	0,64	
	31,63	32,84	33,49	32,46	35,93	35,18	34,27	33,27	32,36	36,36									
	33,73	34,82	33,94	34,77	32,84	34,61	32,00	33,47	35,87	33,67									
Transportar al área de almacenado	10,51	10,90	10,78	10,93	11,83	10,38	10,83	10,36	10,38	11,26	322,01	10,73	1,00	10,73	0,14	12,24	12,24	0,20	
	10,39	11,02	10,34	10,83	10,28	10,38	10,29	10,48	10,46	11,43									
	10,46	10,48	10,38	11,39	10,36	10,78	10,73	11,22	10,85	11,30									
<b>Total</b>															<b>101,50</b>	<b>101,50</b>	<b>1,69</b>		
<b>Nomenclatura</b>																			
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																			
<b>Observaciones</b>																			

**Anexo 19: Estudio de tiempos para el oreo y sellado de canales**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero				<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña							
<b>Área:</b>	Oreo				<b>Hoja N:</b>	15 de 16				<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
<b>Proceso:</b>	Oreo y sellado				<b>Fecha:</b>	15/09/2022				<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
Lavar canal el	32,10	35,86	33,79	36,18	34,00	33,84	35,18	35,28	31,93	33,86	<b>1002,21</b>	33,41	1,00	33,41	0,12	37,42	37,42	0,62
	33,18	31,15	34,89	32,50	34,85	34,45	34,16	31,62	34,65	34,14								
	32,18	30,18	31,14	34,56	33,15	33,52	33,82	32,74	31,58	31,73								
Oreo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
Sellar inspeccionar el canal e	9,52	9,45	9,84	9,78	10,2	10,52	9,78	9,87	10,06	10,52	<b>291,70</b>	9,72	1,00	9,72	0,12	10,89	10,89	0,18
	10,56	9,85	9,75	9,84	10,45	11,65	9,52	9,63	10,01	8,74								
	8,37	8,96	9,65	8,37	9,66	9,23	9,63	9,72	9,63	8,94								
<b>Total</b>																<b>48,31</b>	<b>48,31</b>	<b>0,81</b>
Nomenclatura																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
Observaciones																		

**Anexo 20: Estudio de tiempos para el pesado y distribución de canales**

Estudio de tiempos																		
<b>Empresa:</b>	CFMA				<b>Método:</b>	Vuelta cero				<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usiña							
<b>Área:</b>	Distribución				<b>Hoja N:</b>	16 de 16				<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
<b>Proceso:</b>	Pesado y distribución				<b>Fecha:</b>	15/09/2022				<b>Aprobado por:</b>	Ing. Franklin Tigre							
Actividades	Observaciones (s)										Resultados							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TT	TMO	FD	TN	S	TS (s)	TS /u (s)	TS (min)
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
Transportar a la balanza digital	16,25	15,61	14,98	16,25	15,82	16,12	16,53	16,28	16,37	15,92	474,67	15,82	1,00	15,82	0,34	21,20	21,20	0,35
	15,37	14,72	15,28	16,02	15,83	15,28	16,59	16,48	15,39	16,48								
	16,82	15,26	16,38	16,27	15,89	15,99	15,39	13,48	15,84	15,78								
Cortar exceso de venas del canal	24,39	24,64	25,84	26,39	25,35	24,58	24,48	25,59	25,38	24,64	752,75	25,09	1,00	25,09	0,12	28,10	28,10	0,47
	24,47	23,89	24,68	25,49	25,33	26,03	26,48	26,38	26,59	24,98								
	25,41	24,58	25,39	24,85	24,96	23,86	25,38	24,38	23,49	24,85								
Colocar el canal en el gancho de la balanza	8,84	8,59	8,49	9,47	8,38	9,26	9,01	8,58	9,38	9,50	269,79	8,99	1,00	8,99	0,12	10,07	10,07	0,17
	8,59	9,49	9,72	8,99	8,46	9,37	8,35	8,93	8,36	9,08								
	8,38	9,83	9,42	9,27	9,35	8,57	8,49	9,38	9,00	9,26								
Anotar el peso del canal	11,12	12,38	13,27	12,47	11,83	12,46	12,39	12,41	11,49	11,65	364,15	12,14	1,00	12,14	0,12	13,59	13,59	0,23
	12,01	12,06	11,75	11,89	12,38	12,32	11,84	12,95	12,38	12,46								
	11,84	11,47	11,94	12,16	11,85	12,38	11,92	12,59	12,13	12,36								
Transportar al furgón	15,33	16,93	15,38	16,05	15,96	14,83	14,93	15,73	16,38	15,97	468,23	15,61	1,00	15,61	0,34	20,91	20,91	0,35
	15,83	15,73	15,58	15,31	15,37	15,03	16,12	14,84	16,23	14,91								
	16,08	14,98	14,61	16,22	14,99	16,26	15,84	15,47	15,97	15,37								
<b>Total</b>															<b>93,89</b>	<b>93,89</b>	<b>1,56</b>	
Nomenclatura																		
TT= Tiempo total, TMO= Tiempo medio observado, FD= Factor de desempeño, TN= Tiempo normal, S= Suplementos, TS= Tiempo estándar lote, TS= Tiempo estándar unidad																		
Observaciones																		

**Anexo 21: Cálculo de suplementos**

<b>Cálculo de suplementos</b>																	
<b>Suplementos</b>		<b>Recepción de bovinos</b>		<b>Inspección</b>		<b>Duchado</b>		<b>Aturdimiento</b>		<b>Izado</b>		<b>Desangre</b>		<b>Transferencia 1</b>		<b>Transferencia 2</b>	
		<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>
<b>Suplementos constantes</b>	Por necesidades personales	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-
	Base por fatiga	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-
<b>Suplementos variables</b>	Por trabajo de pie	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-
	Por posturas anormales	0	-	0	-	0	-	2	-	2	-	0	-	0	-	0	-
	Uso de fuerza	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Mala iluminación	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Condiciones atmosféricas	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Concentración intensa	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	2	-	0	-	0	-
	Ruido	0	-	0	-	0	-	0	-	2	-	0	-	0	-	0	-
	Tensión mental	0	-	0	-	1	-	2	-	4	-	1	-	1	-	1	-
	Monotonía	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Tedio	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<b>Total</b>		<b>0,11</b>	<b>-</b>	<b>0,11</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>	<b>-</b>	<b>0,15</b>	<b>-</b>	<b>0,19</b>	<b>-</b>	<b>0,14</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>	<b>-</b>

**Anexo 22: Cálculo de suplementos**

<b>Cálculo de suplementos</b>																	
<b>Suplementos</b>		<b>Pre-descuerado</b>		<b>Marcado</b>		<b>Descuerado</b>		<b>Eviscerado</b>		<b>Corte de canal</b>		<b>Lavado de canal</b>		<b>Oreo y sellado</b>		<b>Pesado y distribución</b>	
		<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>M</b>
<b>Suplementos constantes</b>	Por necesidades personales	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5	-
	Base por fatiga	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-	4	-
<b>Suplementos variables</b>	Por trabajo de pie	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-
	Por posturas anormales	0	-	0	-	0	-	0	-	7	-	0	-	0	-	0	-
	Uso de fuerza	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Mala iluminación	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Condiciones atmosféricas	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Concentración intensa	0	-	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Ruido	0	-	0	-	0	-	0	-	2	-	2	-	0	-	0	-
	Tensión mental	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	Monotonía	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
	Tedio	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<b>Total</b>		<b>0,12</b>	<b>-</b>	<b>0,13</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>	<b>-</b>	<b>0,21</b>	<b>-</b>	<b>0,14</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>	<b>-</b>	<b>0,12</b>	<b>-</b>

**Anexo 23: Identificación de desperdicios de Lean Manufacturing**

		<b>Determinación de los desperdicios</b>													
<b>Proceso:</b>		Faenado de bovinos				<b>Elaborado por:</b>				Evelin Usina					
<b>Empresa:</b>		CFMA				<b>Revisado por:</b>				Ing. Franklin Tigre					
<b>Área:</b>		Faenamamiento de bovinos				<b>Fecha:</b>				22/10/2022					
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor		No agrega valor		Desperdicios LM						Solución		
			VA Necesario	VA innecesario	VNA Necesario	VNA innecesario	Sobre producción	inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Mejorar	Eliminar
1	Recepción	Revisar documentación de ingreso	X												
2		Estacionar el carro	X												
3		Bajar los bovinos y transportar a los corrales	X												
4		Reposo de bovinos	X												
5	Inspección	Inspección del bovino	X						X						
6		Registrar el número de bovinos a faenar	X												
7	Duchado	Transportar al área de duchado	X												
8		Duchado de la res	X												
9		Esperar que ingrese el ganado al better				X					X				X
10	Aturdimiento	Introducir el bovino al better	X												
11		Noquear al bovino	X						X			X			
12		Bovinos noqueados en espera en el better			X						X		X		
13		Abrir compuerta y esperar que se deslice el bovino	X												
14	Izado	Botar agua a la res	X												
15		Enganchar la res al gancho de la grúa	X												
16		Ascender la res	X												
17		Transportar la res al área de desangre	X												

		Determinación de los desperdicios														
																
<b>Proceso:</b>		Faenado de bovinos					<b>Elaborado por:</b>					Evelin Usina				
<b>Empresa:</b>		CFMA					<b>Revisado por:</b>					Ing. Franklin Tigre				
<b>Área:</b>		Faenamamiento de bovinos					<b>Fecha:</b>					22/10/2022				
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor		No agrega valor		Desperdicios LM						Solución			
			VA Necesario	VA innecesario	VNA Necesario	VNA innecesario	Sobre producción	inventario	Defectos	Transportes	Movimientos	Esperas	Sobre procesamiento	Mejorar	Eliminar	
18	Desangre	Buscar cuchillo y afilarlo				X					X	X			X	
19		Cortar vasos sanguíneos	X													
20		Esperar que se desangre	X													
21		Cortar cabeza y patas	X													
22		Bovinos en espera			X							X		X		
23		Transportar al área de pre-descuerado	X													
24	Trasferencia 1	Afilar cuchillos				X					X				X	
25		Cortar la piel alrededor de la ingle del bovino	X													
26		Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pierna derecha	X													
27		Colocar el gancho en la pierna derecha	X													
28		Ascender el bovino al riel	X													
29		Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pata izquierda	X													
30		Transportar al siguiente operario	X													



**Determinación de los desperdicios**



<b>Proceso:</b>		Faenado de bovinos	<b>Elaborado por:</b>		Evelin Usina											
<b>Empresa:</b>		CFMA	<b>Revisado por:</b>		Ing. Franklin Tigre											
<b>Área:</b>		Faenamiento de bovinos	<b>Fecha:</b>		22/10/2022											
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor		No agrega valor		Desperdicios LM						Solución			
			VA Necesario	VA innecesario	VNA Necesario	VNA innecesario	Sobre producción	inventario	Defectos	Transportes	Movimientos	Esperas	Sobre procesamiento	Mejorar	Eliminar	
31	Transferencia 2	Afilar cuchillos				X					X				X	
32		Cortar la piel alrededor del muslo derecho del bovino	X													
33		Despellejar la pierna izquierda	X													
34		Colocar el gancho en la pierna izquierda	X													
35		Ascender el bovino al riel	X													
36		Transportar al siguiente operario	X													
37	Pre-descuerado	Afilar cuchillos				X					X				X	
38		Cortar ubre o testículos	X													
39		Descuero de la parte superior del vientre	X													
40		Pintar el número de bovino en la pierna	X													
41		Transportar al siguiente operario	X													
42		Afilar cuchillos					X					X				X
43		Descuero de la inferior superior del vientre	X													
44		Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	X													
45		Transportar al área de marcado	X													



### Determinación de los desperdicios



Proceso:		Faenado de bovinos	Elaborado por:		Evelin Usina												
Empresa:		CFMA	Revisado por:		Ing. Franklin Tigre												
Área:		Faenamiento de bovinos	Fecha:		22/10/2022												
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor		No agrega valor		Desperdicios LM						Solución				
			VA Necesario	VA innecesario	VNA Necesario	VNA innecesario	Sobre producción	inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Mejorar	Eliminar		
46	Marcado	Afilarse cuchillo				X					X					X	
47		Posicionar la res para el marcado	X														
48		Marcarse con el cuchillo el código de introducir en el pecho de la res	X														
49		Descuarse la piel de cuello	X														
50		Descuarse la piel de patas	X														
51		Afilarse cuchillo					X					X					X
52		Corte en el pecho	X														
53		Transportarse al área de descuado	X														
54	Descuado	Afilarse cuchillos				X					X					X	
55		Descuado del rabo y parte muslo del animal	X														
56		Amarrarse el cuero a la máquina	X														
57		Descuado del bovino	X														
58	Transportarse al área de eviscerado	X															
59	Eviscerado	Bovinos en espera para ser eviscerados				X						X				X	
60		Posicionar la res para el corte	X														
61		Cortar esternón con la máquina	X														
62		Cortar vientre con cuchillo	X														
63		Sacar las vísceras	X														
64		Transportarse al área de corte	X														



**Determinación de los desperdicios**



<b>Proceso:</b>		Faenado de bovinos				<b>Elaborado por:</b>				Evelin Usina						
<b>Empresa:</b>		CFMA				<b>Revisado por:</b>				Ing. Franklin Tigre						
<b>Área:</b>		Faenamamiento de bovinos				<b>Fecha:</b>				22/10/2022						
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor		No agrega valor		Desperdicios LM						Solución			
			VA Necesario	VA innecesario	VNA Necesario	VNA innecesario	Sobre producción inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Mejorar	Eliminar		
65	Corte canal	Esperar canal para el corte			X							X		X		
66		Posicionar el canal para el corte	X													
67		Ascender la plataforma	X													
68		Posicionar la cortadora	X													
69		Cortar en dos partes al bovino	X													
70		Transportar al área de duchado	X													
71	Lavado canal	Esperar para duchar el canal			X							X		X		
72		Colocar correctamente el corte del bovino	X													
73		Lavar los cortes del bovino	X													
74		Transportar al área de almacenado	X													
75	Oreo y sellado	Lavar el canal	X													
76		Oreo	X													
77		Sellar el canal	X							X						
78	Pesado y distribución	Transportar a la balanza digital	X													
79		Cortar exceso de venas del canal	X													
80		Colocar el canal en el gancho de la balanza	X													
81		Anotar el peso	X													
82		Transportar al furgón	X													

### Anexo 24: Identificación de desperdicios de Green

		<b>Determinación de los desperdicios</b>																
<b>Elaborado por:</b>		Evelin Usina		<b>Proceso:</b>				Faenados bovinos										
<b>Revisado por:</b>		Ing. Franklin Tigre		<b>Empresa:</b>				CFMA										
<b>Área:</b>		Faenamiento de bovinos		<b>Fecha:</b>				10/11/2022										
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor	No agrega valor	Desperdicios LM							Desperdicios GREEN						
					Sobre producción	Sobre inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Uso de agua	Uso de energía	Consumos materiales e insumos	Basura y desechos	Emisiones generadas en el aire	Salud y Seguridad	
1	Recepción	Revisar documentación de ingreso	X															
2		Estacionar el carro	X															
3		Bajar los bovinos y transportar a los corrales	X															
4		Reposos bovinos	X				X					X				X		
5	Inspección	Inspección del bovino	X			X											X	
6		Registrar el número de bovinos a faenar	X															
7	Duchado	Transportar al área de duchado	X															
8		Duchado de la res	X								X							
9		Esperar que ingrese el ganado al better		X						X								
10	Aturdimiento	Introducir el bovino al better	X														X	
11		Noquear al bovino	X			X					X					X		
12		Bovinos noqueados en espera en el better		X								X				X		
13		Abrir compuerta y esperar que se deslice el bovino	X															
14	Izado	Botar agua a la res	X									X						
15		Enganchar la res al gancho de la grúa	X															
16		Ascender la res	X										X					
17		Transportar la res al área de desangre	X									X				X		



### Determinación de los desperdicios



<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usina	<b>Proceso:</b>	Faenados bovinos														
<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	<b>Empresa:</b>	CFMA														
<b>Área:</b>	Faenamamiento de bovinos	<b>Fecha:</b>	10/11/2022														
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor	No agrega valor	Desperdicios LM							Desperdicios GREEN					
					Sobre producción	Sobre inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Uso de agua	Uso de energía	Consumos materiales e insumos	Basura y desechos	Emisiones generadas en el aire	Salud y Seguridad
18	Desangre	Buscar cuchillo y afilarlo		X					X								
19		Cortar vasos sanguíneos	X					X								X	
20		Esperar que se desangre	X						X							X	
21		Cortar cabeza y patas	X													X	
22		Bovinos en espera			X						X		X			X	
23		Transportar al área de pre-descuerado	X														
24	Trasferencia 1	Afilar cuchillos		X					X								
25		Cortar la piel alrededor de la ingle del bovino	X									X					
26		Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pierna derecha	X									X					
27		Colocar el gancho en la pierna derecha	X										X				
28		Ascender el bovino al riel	X										X				
29		Cortar debajo de la articulación tibio-tarsiana de la pata izquierda	X									X					
30		Transportar al siguiente operario	X														



**Determinación de los desperdicios**



<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usina	<b>Proceso:</b>	Faenados bovinos														
<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	<b>Empresa:</b>	CFMA														
<b>Área:</b>	Faenamamiento de bovinos	<b>Fecha:</b>	10/11/2022														
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor	No agrega valor	Desperdicios LM							Desperdicios GREEN					
					Sobre producción	Sobre inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Uso de agua	Uso de energía	Consumos materiales e insumos	Basura y desechos	Emisiones generadas en el aire	Salud y Seguridad
31	Transferencia 2	Afilar cuchillos		X					X								
32		Cortar la piel alrededor del muslo derecho del bovino	X									X					
33		Despellejar la pierna izquierda	X									X					
34		Colocar el gancho en la pierna izquierda	X														
35		Ascender el bovino al riel	X										X				
36		Transportar al siguiente operario	X														
37	Pre-descuerado	Afilar cuchillos		X					X								
38		Cortar ubre o testículos	X														
39		Descuero de la parte superior del vientre	X									X					
40		Pintar el número de bovino en la pierna	X														
41		Transportar al siguiente operario	X														
42		Afilar cuchillos		X						X							
43		Descuero de la inferior superior del vientre	X									X					
44		Pintar el número de bovino en el tórax y antebrazo	X														
45		Transportar al área de marcado	X														



**Determinación de los desperdicios**



<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usina	<b>Proceso:</b>	Faenados bovinos															
<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	<b>Empresa:</b>	CFMA															
<b>Área:</b>	Faenamamiento de bovinos	<b>Fecha:</b>	10/11/2022															
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor	No agrega valor	Desperdicios LM						Desperdicios GREEN							
					Sobreproducción	Sobre inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Uso de agua	Uso de energía	Consumos materiales	Basura y	Emisiones generadas	Salud y	
46	Marcado	Afilar cuchillo		X					X									
47		Posicionar la res para el marcado	X						X									
48		Marcar con el cuchillo el código de introducir en el pecho de la res	X															
49		Descuerar la piel de cuello	X									X						
50		Descuerar la piel de patas	X									X						
51		Afilar cuchillo		X					X									
52		Corte en el pecho	X															
53		Transportar al área de descuerado	X															
54	Descuerado	Afilar cuchillos		X					X									
55		Descuero del rabo y parte muslo del animal	X															
56		Amarrar el cuero a la máquina	X															
57		Descuerado del bovino	X									X						
58		Transportar al área de eviscerado	X															
59	Eviscerado	Bovinos en espera para ser eviscerados		X						X		X				X		
60		Posicionar la res para el corte	X						X							X		
61		Cortar esternón con la máquina	X									X						
62		Cortar vientre con cuchillo	X													X		
63		Sacar las vísceras	X									X				X		
64		Trasportar al área de corte	X															

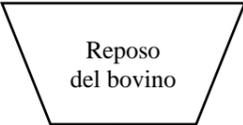
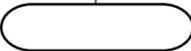


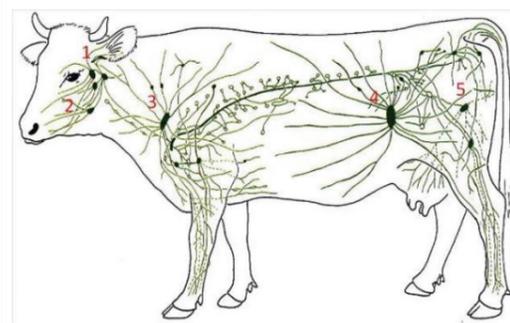
**Determinación de los desperdicios**



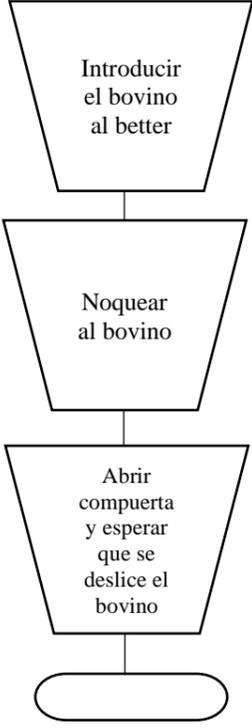
<b>Elaborado por:</b>	Evelin Usina	<b>Proceso:</b>	Faenados bovinos															
<b>Revisado por:</b>	Ing. Franklin Tigre	<b>Empresa:</b>	CFMA															
<b>Área:</b>	Faenamamiento de bovinos	<b>Fecha:</b>	10/11/2022															
N.º	Proceso	Actividad del proceso	Agrega valor	No agrega valor	Desperdicios LM							Desperdicios GREEN						
					Sobre Producción	Sobre inventario	Defectos	Transportes	Movimientos innecesarios	Esperas	Sobre procesamiento	Uso de agua	Uso de energía	Consumos materiales e insumos	Basura y desechos	Emisiones generadas en el aire	Salud y Seguridad	
65	Corte canal	Esperar canal para el corte		X						X		X			X			
66		Posicionar el canal para el corte	X						X									
67		Ascender la plataforma	X														X	
68		Posicionar la cortadora	X														X	
69		Cortar en dos partes al bovino	X										X					
70		Transportar al área de duchado	X															
71	Lavado canal	Esperar para duchar el canal		X						X						X		
72		Colocar correctamente el corte del bovino	X					X			X					X		
73		Lavar los cortes del bovino	X								X					X		
74		Transportar al área de almacenado	X															
75	Oreo y sellado	Lavar el canal	X								X	X				X		
76		Oreo	X															
77		Sellar el canal	X				X										X	
78	Pesado y distribución	Transportar a la balanza digital	X															
79		Cortar exceso de venas del canal	X									X				X		
80		Colocar el canal en el gancho de la balanza	X															
81		Anotar el peso			X													
82		Transportar al furgón	X														X	

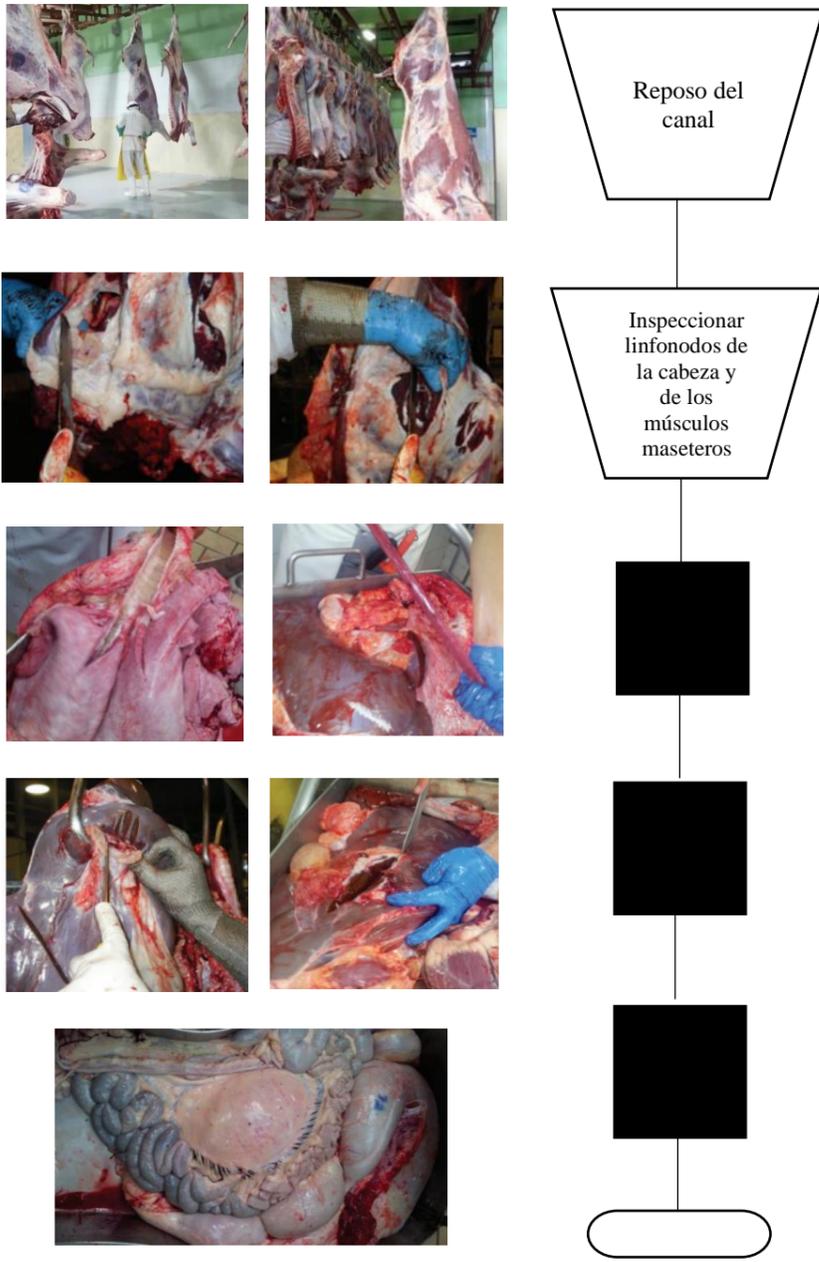
Anexo 25: Instructivos de trabajo

	<b>Instructivo de trabajo estándar</b>	<b>Empresa:</b> Camal Municipal de Ambato
		<b>Código:</b> CMA-001
		<b>Elaborado por:</b> Evelin Usiña
		<b>Revisado por:</b> Dr. Israel Carrillo
<b>Aprobado por:</b> Ing. Franklin Tigre	<b>N.º de revisión:</b> 01	<b>Fecha de aprobación:</b> 20/01/2023
<b>Objetivo:</b> Realizar la inspección ante – mortem de bovinos.	<b>Alcance:</b> Área de faenamiento de bovinos del Camal Municipal de Ambato	<b>Condiciones de seguridad:</b> Usar los Equipos de protección personal como: Guantes, gafas, botas y bata,
Actividades	Detalle	Parámetros de control
  <div style="text-align: center;">    </div>	<p>Los bovinos deben permanecer en los corrales por 12 horas como máximo en ayuno.</p> <p>Una vez terminado el reposo se debe inspeccionar al bovino con un examen general de aparato locomotor, oficios naturales, aparato digestivo, respiratorio, cardiovascular y parámetros linfáticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tiempo debe ser como máximo de 12 horas.</li> <li>Los bebederos deben estar llenos para la hidratación de los animales, para ayudar al estrés termino y a la reducción del gastrointestinal.</li> </ul> <p>En la inspección ante mortem se debe controlar parámetros por observación directa y anamnesis como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura del bovino debe ser de 38 a 39°C.</li> <li>Revisar las pulsaciones del animal debe estar entre 70 a 90 pulsaciones/ minutos.</li> <li>La forma de respirar, la cual debe estar entre 15 a 35, respiraciones por minuto.</li> <li>Los orificios naturales del bovino deben ser revisados, donde las orejas deben estar frías, así como también el morro húmedo.</li> <li>Analizar las heces del animal, la rumia y las mucosas.</li> <li>Inspeccionar los nódulos linfáticos mostrados en la siguiente imagen según la FAO.</li> </ul>
<b>Simbología</b>		
 Operación manual	 Operación	 Fin del proceso
	 Inspección al 100%	 Inspección por muestreo



1. Linfonódulo parotídeo.
2. Linfonódulo mandibular.
3. Linfonódulo cervical superficial.
4. Linfonódulo subiliaco.
5. Linfonódulo mamario.

	<b>Instructivo de trabajo estándar</b>	<b>Empresa:</b> Camal Municipal de Ambato
		<b>Código:</b> CMA-001
		<b>Elaborado por:</b> Evelin Usiña
		<b>Revisado por:</b> Dr. Israel Carrillo
<b>Aprobado por:</b> Ing. Franklin Tigre	<b>N.º de revisión:</b> 01	<b>Fecha de aprobación:</b> 20/01/2023
<b>Objetivo:</b> Realizar el aturdimiento de bovinos	<b>Alcance:</b> Área de faenamiento de bovinos del Camal Municipal de Ambato	<b>Condiciones de seguridad:</b> Usar los Equipos de protección personal como: Guantes, gafas, botas y casco,
Actividades	Detalle	Parámetros de control
   <div style="text-align: center;">  </div>	<p>Se debe abrir la compuerta neumática que es accionada por una palanca, para ingresar el bovino al breter, con la ayuda de un bastón arreador eléctrico.</p> <p>Con el uso de la pistola neumática, se debe noquear al bovino, en un solo disparo.</p> <p>Posteriormente se abre la puerta de del breter para que salga el bovino</p>	<p>Se debe tener en cuenta los siguientes parámetros de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El punto de noqueo debe ser entre las líneas imaginarias trazadas desde los ojos y el centro entre los cuernos, como se observa en la siguiente imagen.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>La pistola neumática, debe estar en óptimas condiciones para evitar más de un disparo.</li> </ul>
Simbología		
 Operación manual	 Operación	 Fin del proceso
 Inspección al 100%	 Inspección por muestreo	

	<b>Instructivo de trabajo estándar</b>	<b>Empresa:</b> Camal Municipal de Ambato
		<b>Código:</b> CMA-001
		<b>Elaborado por:</b> Evelin Usiña
		<b>Revisado por:</b> Dr. Israel Carrillo
<b>Revisado por:</b> Ing. Franklin Tigre	<b>N.º de revisión:</b> 01	<b>Fecha de aprobación:</b> 20/01/2023
<b>Objetivo:</b> Realizar la inspección post-mortem de bovinos.	<b>Alcance:</b> Área de faenamiento de bovinos del Camal Municipal de Ambato	<b>Condiciones de seguridad:</b> Usar los Equipos de protección personal como: Guantes, gafas, botas y casco,
Actividades	Detalle	Parámetros de control
	El canal debe permanecer en reposo, el tiempo dependerá del lugar de destino de la carne.	El tiempo mínimo es de 10 minutos a 6 horas.
	Inspeccionar linfonodos de la cabeza y de los músculos maseteros.	<b>Cabeza:</b> Inspección visual. <b>Limonados:</b> Inspección visual e incisión. <b>Maseteros músculos externos:</b> Inspección visual e incisión. <b>Maseteros músculos internos:</b> Inspección visual e incisión.
	Inspeccionar de tráquea, pulmones y esófago.	<b>Tráquea:</b> Inspección visual e incisión (bronquios y tráquea). <b>Pulmones:</b> Inspección visual, palpación e incisión <b>Esófago:</b> Inspección visual.
	Inspeccionar del hígado y linfonodos hepáticos.	<b>Hígado:</b> Inspección visual, palpación e incisión <b>Linfonodos hepáticos:</b> Inspección visual e incisión.
	Inspeccionar el tracto gastrointestinal y linfonodos mesentéricos.	<b>Tracto gastrointestinal:</b> Inspección visual. <b>Linfonodos mesentéricos:</b> Inspección visual, palpación e incisión.
Simbología		
 Operación manual	 Operación	 Fin del proceso
		 Inspección al 100%
		 Inspección por muestreo

**Anexo 26: Muestras para estimar el cálculo del consumo de agua**

Proceso	Actividad	Muestras (s)															Promedio
Duchado	Duchar a la res	22,83	22,67	22,87	22,14	22,45	23,71	22,81	21,81	23,19	22,45	21,98	22,57	23,11	22,45	22,67	22,65
Izado	Botar agua a la res	13,55	12,44	12,93	12,03	12,93	12,03	12,72	11,66	12,34	12,09	11,41	12,71	11,43	12,42	12,38	12,34
Desangrado	Llenar tanque metálico para limpieza de trajes	7569	7541	7548	7558	7596	7550	7568	7564	7559	7553	7564	7559	7567	7568	7560	7561,60
Transferencia pata 1 y 2	Limpiar sangre de la res	6,47	6,65	6,13	6,11	6,39	6,38	6,79	6,71	6,44	6,80	6,74	6,52	6,11	6,26	6,39	6,46
Marcado	Limpiar sangre de la res	10,56	10,78	9,45	10,98	10,32	11,87	10,93	11,45	10,62	10,89	9,45	10,14	9,58	10,11	10,11	10,48
Descuerado	Limpiar sangre de la res	11,26	11,38	11,49	10,62	11,37	11,83	12,33	11,82	12,55	11,93	11,84	12,84	11,92	11,81	11,76	11,78
Lavar corte de canal	Limpiar sangre de la res	7569	7541	7548	7558	7596	7550	7568	7564	7559	7553	7564	7559	7567	7568	7560	7561,60
Eviscerado	Llenar contenedor de esterilización	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lavar panza 1	145,48	144,73	146,38	145,83	146,12	147,21	146,52	140,83	143,83	145,22	145,87	145,01	144,53	147,15	145,12	145,32
	Lavar panza 2	144,43	145,83	147,94	140,11	139,33	142,45	141,23	140,65	144,12	144,74	142,37	142,33	145,74	141,63	143,26	143,08
	Lavar panza 3	143,84	146,38	141,18	140,99	142,13	138,01	140,12	146,84	148,12	142,37	141,63	140,63	141,33	144,27	144,28	142,81
	Lavar panza 4	145,48	141,48	144,73	143,53	144,12	137,74	146,66	146,22	142,28	146,44	144,93	142,01	140,36	142,35	142,64	143,54
	Lavar cabezas y patas	150,48	151,78	156,75	159,89	175,89	168,79	159,78	153,48	151,20	152,45	150,60	150,10	151,89	152,10	155,10	156,02
Lavado de vísceras	Lavar vísceras rojas y blancas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Limpiar áreas de faenado	929,76	937,27	932,73	926,83	929,33	931,28	931,28	932,48	932,04	930,44	934,01	931,61	932,01	932,20	933,71	931,80
Limpieza de áreas	Limpiar herramientas y equipos	814,44	812,88	813,45	810,74	807,12	807,55	810,55	811,28	812,32	811,85	812,77	813,63	812,65	811,85	813,54	811,77
	<b>Observación:</b>																

### Anexo 27: Cálculo del consumo de agua

N.º	Proceso	Actividad	Forma de uso de agua	Volumen (litros)	Tiempo medido (s)	Demanda aproximada (diaria)	Tiempo total del proceso (s)	Volumen total (litros/bovino)	Flujo de agua en tiempo t
1	Duchado	Duchar a la res	Tubo perforado	3,78	7,20	49,00	1109,72	11,89	0,53
2	Izado	Botar agua a la res	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	7380,00	60,24	0,40
3	Desangrado	Llenar tanque metálico para limpieza	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	7560,00	61,71	0,40
4	Transferencia pata 1	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	3,78	27,45	49,00	316,51	0,89	0,14
5	Transferencia pata 2	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	3,78	14,87	49,00	316,54	1,64	0,25
6	Marcado	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	3,78	27,45	49,00	513,52	1,44	0,14
7	Descuerado	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	3,78	27,45	49,00	577,22	1,62	0,14
8	Lavar corte de canal	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	7560,00	61,71	0,40
9	Eviscerado	Llenar contenedor de esterilización	Contenedor de 100 litros	100,00	10754,11	49,00	Se llena una vez al día	100,00	0,01
10		Lavar panza 1	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	7120,68	58,13	0,40
11		Lavar panza 2	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	7010,92	57,23	0,40
12		Lavar panza 3	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	6997,69	57,12	0,40
13		Lavar panza 4	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	7033,46	57,42	0,40
14		Lavar librillo	Contenedor de 200 litros	200,00	21508,22	49,00	Se llena una vez al día	200,00	0,01
		Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	3,78	8,02	49,00	7644,00	73,53	0,47
		Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	3,78	8,02	49,00	7644,00	73,53	0,47
15	Oreo	Lavar canal	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49,00	7560,00	61,71	0,40
16	Lavado de vísceras	Lavar vísceras rojas y blancas	Medidor de agua			49,00		373,33	
17	Limpieza de áreas	Limpiar áreas de faenado	Manguera con control de toma de agua	3,78	7,33		931,80	480,52	0,52
18		Limpiar herramientas y equipos	Manguera con control de toma de agua	3,78	7,33		811,77	418,62	0,52
<b>Total</b>								2212,30	

**Anexo 28:** Cálculo de la propuesta de mejora del consumo de agua

Proceso	Actividad	Forma de uso de agua	Volumen (litros)	Tiempo medido (s)	Demanda aproximada (diaria)	Tiempo total del proceso (s)	Volumen total (litros/res)
Duchado	Duchar a la res	Tubo perforado	3,78	7,2	49	1109,85	11,89
Izado	Botar agua a la res	Manguera sin control de toma de agua	3,78	7,65	49	604,66	6,10
Desangrado	Llenar tanque metálico para limpieza de trajes	Manguera sin control de toma de agua	3,78	7,65	49	40,1	0,40
Transferencia pata 1	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	3,78	27,45	49	316,54	0,89
Transferencia pata 2	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	3,78	27,45	49	316,54	0,89
Marcado	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	3,78	27,45	49	513,52	1,44
Descuerado	Limpiar sangre de la res	Manguera con control de toma de agua	3,78	27,45	49	577,22	1,62
Lavar corte de canal	Limpiar sangre de la res	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49	1876,21	15,32
Eviscerado	Llenar contenedor de esterilización	Manguera sin control de toma de agua	100	10754,11	49	Se llena una vez al día	100
	Lavar panza 1	Manguera sin control de toma de agua	3,78	27,45	49	7120,68	20,01
	Lavar panza 2	Manguera sin control de toma de agua	3,78	27,45	49	7120,68	20,01
	Lavar panza 3	Manguera sin control de toma de agua	3,78	27,45	49	7120,68	20,01
	Lavar panza 4	Manguera sin control de toma de agua	3,78	27,45	49	7120,68	20,01
	Lavar librillo	Contenedor de 200 litros	200	21508,22	49	Se llena una vez al día	200,00
	Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	3,78	27,45	49	7644	21,48
	Lavar cabezas y patas	Manguera sin control de toma de agua	3,78	27,45	49	7644	21,48
Oreo	Lavar canal	Manguera sin control de toma de agua	3,78	9,45	49	1877,19	15,32
Lavado de vísceras	Lavar vísceras rojas y blancas	Medidor de agua			49		373,33
Limpieza de áreas	Limpiar áreas de faenado	Manguera con control de toma de agua	3,78	7,33	-	931,8	480,52
	Limpiar herramientas y equipos	Manguera con control de toma de agua	3,78	7,33	-	811,77	418,62
<b>Total</b>							1749,36

**Anexo 29.** Cálculo del consumo de luz en faenamiento de bovinos actual

Proceso	Equipo	Cantidad	Watt	Watts totales	Tiempo (h)	Consumo kWh día	Consumo kWh mes	Costo USD/mes
Noqueo	COMPRESOR DE PISTÓN DE 5 HP PARA NOQUERS.	2	3728,5	7457	0,23	1,73	38,00	4,08
Izado	GRÚA ELÉCTRICA TIPO TAMBOR 7 1/2 HP (DOS )	1	372,85	372,85	0,16	0,06	1,31	0,14
Descuerado	DESCUERADORA DE TAMBOR CON HEAVY TROLEY DE 7-1/2 HP.	1	372,85	372,85	0,18	0,07	1,45	0,16
Eviscerado	SIERRA PARTIDORA DE ESTERNON MODELO 250 (DOS)	1	746	746	0,20	0,15	3,34	0,36
Corte canal	SIERRA CINTA CORTE DE CANAL KENTMASTER 3 HP (TRES)	1	2240	2240	0,17	0,37	8,21	0,88
Totas las áreas	LÁMPARA FLUORESCENTE CON REFLECTOR DE ALUMINIO	15	150	2250	0,45	1,01	1085,82	116,57
<b>Total</b>							<b>1138,13</b>	<b>122,19</b>

**Anexo 30.** Cálculo del consumo de luz en faenamiento de bovinos propuesto

<b>Proceso</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Watt</b>	<b>Watts totales</b>	<b>Tiempo (h)</b>	<b>Consumo kWh día</b>	<b>Consumo kWh mes</b>	<b>Costo USD/mes</b>
Noqueo	COMPRESOR DE PISTÓN DE 5 HP PARA NOQUERS.	2	3728,5	7457	0,23	1,73	38,00	4,08
Izado	GRÚA ELÉCTRICA TIPO TAMBOR 7 1/2 HP (DOS)	1	372,85	372,85	0,16	0,06	1,31	0,14
Descuerado	DESCUERADORA DE TAMBOR CON HEAVY TROLEY DE 7-1/2 HP.	1	372,85	372,85	0,18	0,07	1,45	0,16
Eviscerado	SIERRA PARTIDORA DE ESTERNON MODELO 250 (DOS)	1	746	746	0,20	0,15	3,34	0,36
Corte canal	SIERRA CINTA CORTE DE CANAL KENTMASTER 3 HP (TRES)	1	2240	2240	0,17	0,37	8,21	0,88
Totas las áreas	LÁMPARA FLUORESCENTE CON REFLECTOR DE ALUMINIO	15	150	2250	0,38	0,86	926,54	99,47
<b>Total</b>							<b>978,86</b>	<b>105,09</b>