



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE GUASAVE

T E S I S

**HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL APLICADAS AL PROCESO DE
SALA DE SACRIFICIO NORMAL DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL EN
GUASAVE, SINALOA**

Presentada por:

Miguel Alejandro Limón Labrada

como requisito para la obtención del grado de

Ingeniería Industrial

Director(a) de tesis

MIA. Yuridia Belén Cota Pardini

Codirector(a)

Dra. Mara del Rosario López Rodríguez



Guasave, Sinaloa, México a febrero 2026

CARTA DE LIBERACIÓN O APROBACIÓN DE TESIS

AGRADECIMIENTOS O DEDICATORIA

Con profundo agradecimiento dedico este trabajo a todas las personas que, de una u otra forma, hicieron posible su realización.

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la salud, la fuerza y la oportunidad de culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mi familia, el pilar fundamental de mi vida: A mis padres, por su amor incondicional, su sacrificio, confianza y por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y perseverancia. A mis hermanas, por su cariño, apoyo constante y por estar siempre a mi lado en cada paso de este camino. A mis abuelos paternos, por sus bendiciones, sus sabios consejos y por haber sido una fuente inagotable de amor y motivación.

De manera muy especial, expreso mi más sincero agradecimiento a mis asesoras:

A la MIA. Yuridia Belén Cota Pardini, mi directora de tesis principal, por su valiosa orientación, paciencia, conocimientos compartidos y por guiarme con profesionalismo y dedicación a lo largo de todo este proceso.

A las Dra. Mara del Rosario López Rodríguez, codirectora de tesis, por su tiempo, disposición, valiosas recomendaciones y por brindarme su experiencia y confianza para la realización de este proyecto.

Finalmente, agradezco a mis compañeros, amigos y a todas aquellas personas que, con un gesto, una palabra o su apoyo silencioso, contribuyeron a que hoy pueda presentar este trabajo de residencia.

Gracias de corazón a todos. Este logro también es suyo.

RESUMEN

Esta investigación se presenta en la empresa PPP (Productores Pecuarios del Petatlán), productores fundadores de la planta TIF 651 en el norte del Estado de Sinaloa, la cual brinda servicios de procesamiento bovino. La metodología empleó un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando observación directa, cronometraje y diagramas de flujo para analizar etapas críticas. Se aplicaron herramientas como diagrama de Pareto para identificar cuellos de botella. Los principales resultados que se revelaron mostraron tiempos muertos altamente concentrados en las etapas de despieladora (8.28%), defresado 1 y 2 (7.36% y 6.90%) y peso izado con un (6.67%) cada porcentaje del total de tiempo muerto, sumando más de un 20% en anomalías causadas principalmente por fallos mecánicos, falta de mantenimiento preventivo y problemas en el reconocimiento de reses. El diagrama de Pareto confirmó que el 20% de las actividades generan el 80% de las demoras, destacando ineficiencias en transferencias, sierras y canales. Se identificaron movimientos innecesarios y actividades no Agregadoras de valor, como esperas por fallos en equipos con un impacto económico aproximado en \$160,139.31 pesos mexicanos en pérdidas por tiempos muertos durante el periodo de estudio que fue de aproximadamente 5 días laborales extendidos durante semanas. Se concluye que el proceso actual compromete la productividad. Se recomienda implementar mantenimiento preventivo estandarizado, manuales operativos y tecnologías de identificación QR. Estas acciones, sumadas a una reingeniería del layout, proyectan una reducción del 20-25% en los tiempos de ciclo, garantizando el cumplimiento normativo de SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria).

Palabras clave: TIF (Tipo Inspección Federal), eficiencia, tiempos, movimientos, mantenimiento, sacrificio.

ABSTRACT

This research was conducted at *Productores Pecuarios del Petatlán* (PPP), founding producers of the TIF 651 plant in Northern Sinaloa, which provides bovine processing services. The methodology employed a quantitative and descriptive approach, utilizing direct observation, timekeeping, and flow charts to analyze critical stages. Tools such as the Pareto chart were applied to identify bottlenecks. The main results revealed that downtime was highly concentrated in the dehider (8.28%), defleshing 1 and 2 (7.36% and 6.90%), and hoisted weighing (6.67%) stages. These anomalies, totaling over 20% of the downtime, were primarily caused by mechanical failures, lack of preventive maintenance, and cattle identification issues. The Pareto analysis confirmed that 20% of the activities generate 80% of the delays, highlighting inefficiencies in transfers, saws, and carcass handling. Unnecessary movements and non-value-added activities were identified, such as waiting for equipment repairs, resulting in an approximate economic impact of \$160,139.31 MXN in losses due to downtime during the study period, which comprised approximately five working days spread over several weeks. It is concluded that the current process compromises productivity. It is recommended to implement standardized preventive maintenance, operating manuals, and QR identification technologies. These actions, combined with layout reengineering, project a 20-25% reduction in cycle times, ensuring regulatory compliance with SENASICA (National Service of Agri-Food Health, Safety and Quality).

Key words: TIF, efficiency, times, movements, maintenance, slaughter.

ÍNDICE

CARTA DE LIBERACIÓN O APROBACIÓN DE TESIS.....	2
AGRADECIMIENTOS O DEDICATORIA.....	3
RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
II. JUSTIFICACIÓN	14
III. HIPÓTESIS	15
IV. OBJETIVOS	16
4.1 General.	16
4.2 Específicos.....	16
V. MARCO TEÓRICO.....	17
5.1 Fundamentos Teóricos.....	17
5.1.1 Estudio de Tiempos y Movimientos.....	19
5.1.2 Estandarización de Procesos.....	20
5.1.3 Productividad en Rastros TIF.....	22
5.1.4 Ergonomía y Riesgos Laborales.....	23
5.1.5 Mejora Continua.....	26
5.1.6 Marco Normativo en México.....	27
5.1.7 Sustentabilidad en la Industria Cárnica en México	28
5.1.8 Tecnología y Digitalización en Procesos Cárnicos	29
5.2 Marco metodológico.....	30
5.2.1 Enfoque de la Investigación	30
5.2.2 Tipo de Investigación	31
5.2.3 Diseño de la Investigación.....	32

5.2.4 Método e Instrumentos de Investigación	32
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	34
6.1 Materiales	34
6.2 Métodos	35
6.3 Levantamiento de Procesos Actuales	35
6.3.1 Registro de tiempos y Movimientos	36
6.3.2 Identificación de Actividades No Agregadoras de Valor y Movimientos Innecesarios	38
6.3.3 Análisis de Datos	39
6.3.4 Consideraciones Éticas y Limitaciones	39
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
7.1 Caracterización del Personal y del Proceso de Sacrificio	40
7.2 Descripción del Proceso (Sacrificio Normal)	42
7.3 Diagrama de Proceso de Sacrificio Normal	52
7.4 Herramientas de Calidad Implementadas	56
7.4.1 Tabla de Tiempos y Movimientos	56
7.4.2 Criterios de Color	60
7.4.3 Diagramas de Pareto	64
7.4.5 Peso Izado	71
7.4.6 Lavado de cabeza	73
7.4.7 Estandarizar los procesos bajo estudio.	73
7.4.8 Generar propuesta de métodos de trabajo más eficientes.	74
7.4.9 Valoración de cálculo aproximado de pérdidas por tiempo muerto.	
75	
VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
8.1 Conclusiones de Proyecto y recomendaciones	79
8.2 Recomendaciones	80
8.2.1 Optimización de transferencias:	80
8.2.2 Manual de Mantenimiento:	81
IX. REFERENCIAS	85

X.	ANEXOS (Opcional).....	89
10.1	Evidencias fotográficas	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de suplementos	37
Tabla 2 Ejemplo de formato de Tiempos y Movimientos	38
Tabla 3 Tabla de personal se sacrificio	40
Tabla 4 Pareto Tiempo muerto.....	66
Tabla 5 Pareto Tiempo muerto contra los tiempos normales	69
Tabla 6 Elementos de costo y operación en la línea de sacrificio	76
Tabla 7 Cronograma general de implementación de manual de mantenimiento.	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo proceso de sacrificio.....	53
Figura 2 Parte 2 diagrama de flujo proceso de sacrificio	54
Figura 3 Parte 3 diagrama de flujo proceso de sacrificio	55
Figura 4 Formato de registro de tiempos y movimientos	58
Figura 5 Valores Críticos de color.....	62
Figura 6 Pareto tiempos y Movimientos	67
Figura 7 Comparativa de Tiempo Muerto Promedio vs. Tiempo Normal.	70
Figura 8 Arete de reconocimiento.....	72
Figura 9 Costo del total de desperdicio	77
Figura 10 Layout del sistema mejorado.....	84

INTRODUCCIÓN

La industria cárnica mexicana representa un sector clave para la economía regional y el comercio global de proteínas de origen animal. En este contexto, PPP (Productores pecuarios del Petatlán) es un grupo de productores y empresas integradas con sede en el norte de Sinaloa México, que impulsa la construcción de la planta TIF 651. Esta planta busca fortalecer la cadena agroindustrial de res principalmente, esto mediante procesos estandarizados que cumplan normativas nacionales e internacionales, como la NOM-033-SAG/ZOO-2014, garantizando calidad, sanidad, bienestar animal y competitividad en los mercados internacionales.

La selección del tema se justifica por la necesidad de optimizar el área de sacrificio normal, etapa crítica donde se realizan procesos como aturdimiento, desangre, evisceración y despielado, ya que la falta de estandarización genera variabilidad, ineficiencias, tiempos muertos y riesgos operativos que impactan la productividad, costos y cumplimientos normativos impuestos por SENASICA.

El área de sacrificio normal es un componente esencial en la operación de la planta TIF 651, donde se procesan etapas críticas como aturdimiento, sangrado, evisceración y desuello para obtener canales de alta calidad. Este proceso refleja el compromiso de PPP con el bienestar animal y la seguridad alimentaria, utilizando métodos humanitarios y equipos especializados que garantizan productos frescos y seguros para el mercado internacional.

El objetivo general de esta investigación es realizar un estudio de tiempos y movimientos en el área de sacrificio normal para identificar incidencias, analizar variables y proponer mejoras estratégicas que incrementen la eficiencia operativa sin comprometer el bienestar animal ni la calidad sanitaria. El estudio aborda la estandarización de procesos mediante herramientas de la ingeniería industrial, como análisis de tiempos, diagramas de Pareto, escalas de color y análisis económico de pérdidas, con énfasis en la reducción de tiempos muertos, reprocesos y movimientos innecesarios. El documento se organiza en introducción planteamiento del problema,

justificación, hipótesis, objetivos, marco teórico (con fundamentos en eficiencia, tiempos, movimientos y normativas) materiales y métodos, análisis de resultados, conclusiones con recomendaciones, referencias y anexos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ausencia de estandarización en los procesos, la falta de mantenimiento preventivo y la inexistencia de manuales de operación en el área de sacrificio normal TIF impactan negativamente la productividad del personal operativo de las siguientes maneras:

Variabilidad en el tiempo de ciclo: Sin pautas claras ni manuales que estandaricen las etapas del proceso —como aturdimiento, sangrado, evisceración y desuello—, los operarios aplican ritmos y secuencias propias, generando diferencias significativas en la duración de tareas similares. Esto dificulta la planificación uniforme de la producción y se agrava por equipos mal mantenidos que causan retrasos adicionales.

Aumento de reprocesos y desperdicios: La carencia de procedimientos estandarizados y manuales para actividades críticas, como la evisceración precisa, eleva la probabilidad de cortes incorrectos o daños a la canal, lo que genera retrabajos y pérdida de materia prima. Además, la falta de mantenimiento preventivo en herramientas y equipos provoca fallos que resultan en productos defectuosos, incrementando los desperdicios y el tiempo de corrección o limpieza.

Curva de aprendizaje prolongada: La ausencia de manuales documentados paso a paso hace que la capacitación de nuevo personal sea lenta y dependa del estilo subjetivo de cada tutor. Esto retrasa la integración eficiente de aprendices, aumenta la frustración y la rotación, y se complica aún más por equipos en mal estado que dificultan el aprendizaje práctico.

Riesgos ergonómicos y de seguridad elevados: Sin directrices sobre la posición óptima de mesas, ganchos y herramientas, ni programas de mantenimiento que aseguren su correcto funcionamiento, los operarios adoptan posturas forzadas y realizan movimientos repetitivos con equipos desgastados o mal calibrados. Esto

incrementa la fatiga, el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, el ausentismo y la necesidad de pausas frecuentes.

Dificultad para medir y controlar indicadores: La falta de estándares de proceso y manuales impide recolectar datos objetivos de desempeño (como tiempos de aturdimiento, sangrado o evisceración). Asimismo, la ausencia de mantenimiento preventivo genera datos inconsistentes debido a fallos imprevistos, lo que dificulta identificar tendencias, detectar cuellos de botella o establecer metas de mejora continua.

Operación reactiva y falta de mejora continua: Sin un marco estandarizado ni un programa de mantenimiento preventivo, la gerencia debe “apagar fuegos” ante imprevistos, como fallos de equipos o errores operativos, en lugar de anticiparse mediante ajustes planificados. Esto reduce la capacidad de adaptación, limita la implementación de mejoras continuas y afecta la eficiencia global del área de sacrificio normal.

Con base en la problemática planteada, la pregunta de investigación es: ¿Cómo influye la aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial, a través del estudio de tiempos y movimientos, en la identificación y reducción de ineficiencias operativas del proceso de sacrificio normal en una planta agroindustrial TIF de Guasave, Sinaloa?

II. JUSTIFICACIÓN

El área de sacrificio normal constituye el centro operativo de un rastro TIF, ya que su desempeño impacta directamente en la productividad de la línea de producción y en la calidad sanitaria de los productos cárnicos. La ausencia de un programa de mantenimiento preventivo y de manuales de operación estandarizados en esta área genera problemas significativos, como variabilidad en los tiempos de ciclo, aumento de reprocesos, desperdicios, riesgos ergonómicos y dificultades en la capacitación de personal, lo que resulta en una eficiencia operativa subóptima y mayores costos de producción.

La falta de estandarización, combinada con la carencia de mantenimiento preventivo, provoca que los operarios dependan de su experiencia individual para realizar tareas críticas como el aturdimiento, sangrado, evisceración y desuello, lo que genera inconsistencias en los procesos y dificulta la implementación de buenas prácticas. Esto no solo alarga la curva de aprendizaje para nuevos empleados, sino que también incrementa el riesgo de incumplimiento de normativas sanitarias y de bienestar animal, al no garantizarse tiempos mínimos ni secuencias estandarizadas para cada etapa del sacrificio.

Por lo tanto, la realización de un estudio de tiempos y movimientos, acompañado de la implementación de manuales de operación y un programa de mantenimiento preventivo, se justifica por su capacidad para generar datos objetivos que permitan estandarizar los métodos de trabajo, optimizar los flujos operativos, reducir tiempos improductivos y minimizar desperdicios. Este enfoque también contribuirá a mejorar las condiciones ergonómicas, facilitar la capacitación y asegurar el cumplimiento riguroso de la NOM-033-SAG/ZOO-2014 y los lineamientos de SENASICA, promoviendo la eficiencia, la trazabilidad y la seguridad alimentaria en la planta TIF 651 de Guasave, Sinaloa, y fortaleciendo su competitividad en el mercado nacional e internacional.

III. HIPÓTESIS

La aplicación de las herramientas de ingeniería industrial en el proceso de sala de sacrificio normal de una empresa agroindustrial en Guasave, Sinaloa. Incrementará la eficiencia operativa en más de un 20%

IV. OBJETIVOS

4.1 General.

Aplicar herramientas de Ingeniería Industrial al proceso de sala de sacrificio normal de una empresa agroindustrial en Guasave, Sinaloa.

4.2 Específicos.

- Analizar el proceso actual de sacrificio normal mediante revisión documental, observación directa y elaboración de diagramas de flujo.
- Medir los tiempos de ejecución de las actividades realizadas por los operarios.
- Realizar diagnóstico operativo identificando cuellos de botella e ineficiencias.
- Proponer un método de trabajo estandarizado que mejore la distribución de tareas y reduzca el tiempo de ciclo.
- Proyectar las mejoras y determinar beneficios cualitativos y cuantitativos.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Fundamentos Teóricos

La industria cárnica en México, se ha mantenido con un gran desarrollo del mercado que se generó debido al abasto de las tropas de los Estados Unidos durante la segunda guerra mundial en 1940 hasta 1946, por esta cuestión el gobierno del General Manuel Ávila Camacho se construyó en México plantas procesadoras de carne, siguiendo la normatividad sanitaria prevalente en los Estados Unidos, la también llamada U.S. MEAT (carne de res, cerdo y cordero de Estados Unidos). El cual también es parte a día de hoy en los procesos cárnicos del país debido al software que lleva parte del nombre, llamado sistema MEAT que es la plataforma digital y software diseñado específicamente para la gestión, automatización y control de procesos en la industria cárnica, incluyendo rastros TIF.

El 3 de diciembre de 1949, se expidió el decreto de la Ley de la industrialización sanitaria de la carne y en 13 de febrero de 1950 su reglamento dio a luz. Para 1952 por acuerdo presidencial, se crea la Dirección General de Sanidad e Higiene pecuaria. Después en 1955, con la erradicación de la fiebre aftosa, México exportó carne deshuesada, congelada y en canal con las 23 plantas autorizadas. las cuales en la actualidad son cerca de más de 471 establecimientos en activo (SADER, 2020)

El marco teórico de esta investigación se centra en los principios de la ingeniería industrial aplicados al sector agroalimentario, específicamente en el área de sacrificio de animales en plantas Tipo Inspección Federal (TIF). Se abordan conceptos clave como los estudios de tiempos y movimientos, la estandarización de procesos, la productividad, la ergonomía, la mejora continua y el marco normativo mexicano, con énfasis en las normativas de SENASICA y estándares sanitarios. Estos fundamentos proporcionan la base para analizar y optimizar los procesos en el rastro TIF de Guasave, Sinaloa, alineándose con los objetivos de mejorar la eficiencia operativa sin comprometer la calidad sanitaria ni el bienestar animal.

Esta certificación TIF viene con distintas ventajas a la industria cárnica como la movilización de bienes de origen animal para consumo humano dentro y fuera de México, por lo tanto, se abre la posibilidad de comercio internacional debido a que las empresas certificadas son las únicas que se eligen para este rubro de exportación de productos cárnicos. (Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria Acuícola y Pesquera [DGIAAP], 2020)

TIF : Es un sistema de certificación otorgado por SENASICA a establecimientos dedicados al procesamiento de productos cárnicos, que garantiza el cumplimiento de estándares sanitarios, de inocuidad y calidad alimentaria, permitiendo que se pueda comercializar nacional e internacionalmente. Se presenta como el sistema regulatorio que asegura la trazabilidad, higiene y bienestar animal como la TIF 651, promoviendo la competitividad del sector agroindustrial mexicano.

Eficiencia: Dentro de la ingeniería industrial, la eficiencia se define como la optimización de los recursos (como mano de obra, tiempo, materiales y energía) para maximizar la productividad, todo esto minimizando desperdicios e ineficiencias. En rastros TIF, implica el reducir las variabilidades en los procesos para lograr un flujo operativo óptimo, alineado con los principios de la mejora continua, igualmente sin comprometer los estándares sanitarios y de bienestar animal.

Tiempos: Los tiempos son la medición cuantitativa de la duración requerida para ejecutar tareas específicas en un proceso productivo. Incluyen tiempos promedio, normales y estándar (durante este procedimiento llamados TIPO), son fundamentales para identificar cuellos de botella y optimizar los ciclos operativos en entornos como el sacrificio en rastros TIF.

Movimientos: Los movimientos se entienden como los desplazamientos y acciones físicas realizadas por los operarios durante una tarea, clasificados en necesarios, innecesarios y repetitivos. Su análisis busca eliminar redundancias para mejorar la ergonomía, reducir la fatiga y elevar la productividad, aplicando técnicas en ocasiones como therbligs en los procesos industriales repetitivos.

Sacrificio: El sacrificio es aquel proceso humanitario regulado de terminación de la vida de animales para obtención de productos cárnicos, involucrando etapas como el aturdimiento, desangre, evisceración y deshuello. En contextos TIF, se enfatiza el cumplimiento de estándares éticos y sanitarios para asegurar el bienestar animal, inocuidad alimentaria y calidad del producto final.

5.1.1 Estudio de Tiempos y Movimientos

Un estudio de tiempos es la técnica de medición del trabajo, la cual se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo que corresponden a los elementos de una actividad definida, efectuada bajo condiciones determinadas. Los pasos a seguir y los tiempos en que se realiza una actividad determinan el tiempo el cual es necesario para efectuar la tarea. Por eso mismo, el estudio de tiempos es la practicidad en la cual un sujeto tarda en realizar cierta tarea en particular.

El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos sin sentido, agilizar la actividad y realizarla con seguridad e higiene, posteriormente, se establece una secuencia o sucesión de movimientos que sea más apropiada para lograr la eficiencia máxima de tiempo, insumos y energía.

En la práctica del estudio de tiempos se incluye el análisis de los métodos de registro de las actividades y exámenes críticos sistemáticos de las actividades mismas y las maneras de realizarlas. En este mismo análisis tiene como objetivo efectuar las mejoras en la eficiencia del trabajo y concienciar a quienes la realizan para que el labor sea mejor, en la misma industria, las empresas o inclusive hasta en el hogar, los más grandes autores mencionan que estas prácticas realmente pueden potenciar la vida misma de la persona común (Cuevas Arteaga, et al., 2020)

En líneas de sacrificio normal, por ejemplo, se abarcan múltiples tareas, como desde el acarreo del animal, hasta el punto donde se hace el resguardo de la canal para el proceso de corte, esta metodología permite identificar variaciones críticas en

los tiempos de ciclo, facilitando el establecimiento de estándares de desempeño óptimos.

Aunque este tipo de tecnología aún no se presente en la planta analizada, el estudio de tiempos y movimientos ha logrado evolucionar hacia la minería de procesos y el uso de visión artificial. En la industria cárnica, se han logrado implementar sensores para medir con precisión milimétrica el esfuerzo físico y la velocidad en las líneas de desuello y evisceración, permitiendo establecer estándares que no solo buscan rapidez, si no la reducción del estrés térmico y fatiga del operario (Groover, 2024)

Este tipo de prácticas ayudan a mejorar la eficiencia y la productividad, donde permite identificar movimientos innecesarios o tiempos muertos en procesos como el manejo de canales de carne, también la inspección sanitaria ya que acelera las operaciones sin comprometer la calidad. Por ejemplo, al estandarizar el tiempo entre el aturdimiento y el desangre, se reduce el sufrimiento animal y se optimiza el flujo de producción, al igual que el incremento de cantidad de animales procesados por turno.

En pocas palabras, el estudio de tiempos y movimientos es una técnica esencial en la ingeniería industrial para optimizar procesos en instalaciones como los rastros Tipo Inspección Federal (TIF) en México como el analizado del rastro TIF 651. Este enfoque analiza tiempos y movimientos para eliminar ineficiencias, reducir costos y mejorar la productividad, mientras se mantiene la inocuidad alimentaria y el cumplimiento normativo. En los rastros TIF, regulados por SENASICA, es de vital importancia que un estudio de tiempos y movimientos destaque las virtudes y debilidades del proceso para evitar pérdidas futuras en cuestión económica o animal.

5.1.2 Estandarización de Procesos

El estandarizar procesos muchas veces tiene que ver con definir procedimientos operativos de una sola forma para asegurar consistencia, calidad y eficiencia. De acuerdo con Food and Agriculture Organization of the United Nations y

World Health Organization, en la industria agroalimentaria, la estandarización de procedimientos operativos asegura consistencia en los procesos, mejora la calidad del producto y optimiza la eficiencia al reducir variabilidades y desperdicios (FAO, 2024)

Tras la crisis sanitaria de 2020, la estandarización en plantas TIF se ha volcado hacia la digitalización de los SOP (Standart Operating Procedures por sus siglas en inglés o Procedimientos Operativos Estándar). La tenencia actual es el uso de manuales interactivos y la realidad aumentada para la capacitación rápida, asegurando que procesos críticos como el corte sanitario cumplan con la ISO 22000:2018 (International Organization for Standardization [ISO], 2021).

El poder implementar la estandarización logra mejorar la productividad al acortar tiempos de ejecución y facilitar la capacitación. En plantas agroproductivas, un procedimiento estructurado para estandarizar procesos involucra evaluación, definición de SOP y monitoreo continuo. Esto es particularmente relevante en rastros TIF, donde la ausencia de estándares genera variabilidad en ciclos y aumenta costos operativos.

Con todo esto dicho la importancia de los rastros TIF radica en muchos factores comenzando por garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria, esto desde la estandarización minimizando riesgos patogénicos como salmonela o E.coli mediante los protocolos uniformes de limpieza y procesamiento que son esenciales para la certificación TIF (BM EDITORES, 2023)

Al igual que esta el factor que ayuda a la eficiencia y la productividad, ya que al reducir tiempos muertos y desperdicios se logran flujos de trabajo óptimos, como en la cadena de frío y trazabilidad en la misma. La misma trazabilidad facilita el rastreo desde la granja hasta el consumidor, mejorando la respuesta ante incidencias y fortaleciendo la competitividad

Para resumir un poco, la estandarización transforma los rastros TIF en instalaciones modernas y confiables, donde la uniformidad de procesos es clave para

la calidad, seguridad y acceso a mercados globales, al igual que practicas humanitarias con el arreo y sacrificio alineadas con las normas como la NOM-033-ZOO/SAG-2014 la cual es la principal norma para grupos gubernamentales como SENASICA.

5.1.3 Productividad en Rastros TIF

La productividad en la industria cárnica se mide por el rendimiento de la línea de producción, influido por factores como el sacrificio eficiente y el cumplimiento sanitario. En México, los rastros TIF procesan más del 50% del beneficio porcino y bovino, operando bajo estándares altos de higiene e inocuidad (SADER, 2020). En cuanto el impacto ganadero en Sinaloa se reportó que en el año 2024 se registraron 423 mil 822 cabezas de ganado bovino de acuerdo a datos del Servicio de información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). (Gobierno del estado de Sinaloa, 2025)

Estos rastros, regulados por la SENASICA representan un pilar en la industria cárnica mexicana, contribuyendo significativamente al PIB y a las exportaciones. En 2020, por ejemplo, se sacrificaron más de 956 millones de animales en rastros TIF, lo que demuestra su alta capacidad operativa (SENASICA, 2021). La productividad se mide en términos de cabezas sacrificadas, toneladas producidas y eficiencia en procesos, impulsada por inspección permanente y tecnologías que reducen tiempos y desperdicios.

La optimización de procesos en rastros TIF implica reducir mermas y mejorar flujos, lo que puede incrementar la productividad hasta en un 25%, como el ejemplo plausible en Los Cabos en el año 2019 (El Sudcaliforniano, 2019). La certificación TIF asegura competitividad internacional al cumplir con normativas que garantizan trazabilidad y calidad (SADER, 2020).

Los rastros TIF han mostrado un crecimiento moderado, en el año 2025 el sacrificio aumento un 0.2% a nivel nacional, pero en la cuestión regional una planta en el estado de Sinaloa reporto 28 mil 200 unidades procesadas, todo debido a la

inocuidad y la gran estandarización lograda en el rastro TIF de la ciudad de Mazatlán Sinaloa. (Linea Directa, 2025)

Hay aproximadamente 440 establecimientos en operación según datos del 2024 de los cuales 146 exportan a cerca de 62 países en el mundo (TSI Group, 2024). Esto revela la productividad al optimizar los recursos y reducir las pérdidas por enfermedades e ineficiencias.

La inspección federal permanente y las certificaciones a las que se someten permiten procesos estandarizados que acortan ciclos productivos como por ejemplo la misma engorda del animal que pasa de 180 días a 150, bajando costos y aumentando la salida por unidad de tiempo (Barrón, 2021).

Para finalizar este punto, la alta productividad en los rastros TIF fortalece la industria mexicana cárnica mediante volúmenes elevados, eficiencia operativa y acceso a mercados globales.

Complementando con todo lo anterior, la productividad en rastros TIF ha crecido gracias a la gran expansión de establecimientos exportadores, en el año de 2024, México con las 146 plantas TIF que exportan a 62 países procesa más de 1200 millones de animales anualmente, lo cual se traduce en un incremento del 25% desde 2020 (TSI Group, 2024).

La misma participación de estos rastros TIF fortalece no solo el sector al generar miles o cientos de empleos, sino también un valor agregado como el nuevo rastro en Sonora que procesa alrededor de 1500 cabezas diarias y crea más de 500 puestos con su habilitación.

5.1.4 Ergonomía y Riesgos Laborales

El enfoque que actualmente se utiliza es la ergonomía 4.0 en las plantas de sacrificio modernas. Estas se han ido integrando con exoesqueletos pasivos para operarios en el área de carga y canales pesadas, evitando el desgaste del operario

que hace esta función, los estudios más recientes a eso hablan de no ser tan necesario invertir en esa tecnología, ya que la rotación programada de puestos basada en el análisis de riesgo biomecánico, reduce un 40% las bajas por trastornos musculo esqueléticos en la industria cárnica (García Alcaraz, et al., 2021). La FAO enfatiza que la ergonomía en agricultura y silvicultura mejora condiciones laborales, reduciendo fatiga y ausentismo.

En la industria cárnica, guías ergonómicas recomiendan posiciones óptimas para mesas y herramientas para minimizar riesgos. Estudios destacan la importancia de implementar un programa de seguridad y salud que ayude a las empresas a mitigar las enfermedades ocupacionales. (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2020).

En los rastros TIF, donde se procesan miles de animales diariamente, la ergonomía no solo reduce accidentes, sino que mejora la productividad al disminuir ausentismos y rotación de personal. Por ejemplo, el diseño de guías de SENASICA para establecimientos TIF incluye recomendaciones para instalaciones que faciliten movimientos seguros, como alturas ajustables en mesas de trabajo y uso de equipos mecánicos para el transporte de canales, alineándose con normativas federales para prevenir sobreesfuerzos (SENASICA, 2020)

La identificación y análisis de riesgos ergonómicos forman parte fundamental de los rastros TIF, los riesgos se evalúan mediante métodos como la estimación simple de riesgos, considerando factores como el peso de las cargas, frecuencia de levantamientos, distancia horizontales y verticales, torsiones del torso y condiciones ambientales como pisos resbaladizos por sangre o agua. Esto permite clasificar los riesgos en niveles como bajo, medio, alto o muy alto, donde los mismos niveles altos requieren acciones inmediatas para prevenir siniestros comunes en tareas desarrolladas en rastros tipo TIF, La exposición prolongada a estos factores puede llevar a fatiga crónica y lesiones acumulativas, exacerbadas por turnos largos y

entornos fríos (4-10°C en cámaras de refrigeración), lo que aumenta el riesgo de resbalones y caídas (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2018)

La ergonomía promueve el uso de ayuda mecánicas, como polipasto para colgar canales, cintas transportadoras automáticas y herramientas ergonómicas, reduciendo la necesidad de levantamientos manuales por encima del límite recomendado (25kg para hombres adultos). En los rastros TIF, se implementan programas de ergonomía que incluyen rotación de tareas para evitar repeticiones excesivas, pausas activas y ejercicios de calentamientos alineados con la NOM-036 para mitigar riesgos en actividades como el eviscerado, donde posturas inclinadas prolongadas causan dolores lumbares (Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS], 2024)

Entre los desafíos en rastros TIF están los entornos variables (e.g., cargas inestables como animales vivos o canales resbaladizas), que requieren controles jerárquicos: eliminar riesgos mediante automatización, ingeniería (e.g., rampas suaves en lugar de escalones), administrativos (rotación de personal) y EPP como último recurso. La NOM-036 enfatiza actualizaciones periódicas si cambian condiciones, como introducción de nueva maquinaria, y prohíbe tareas de alto riesgo para grupos vulnerables (e.g., mujeres embarazadas limitadas a 10 kg). Capacitaciones anuales, con al menos 4 horas, cubren técnicas correctas de levantamiento (mantener carga cerca del cuerpo, evitar torsiones) y reconocimiento de síntomas, fortaleciendo una cultura de prevención.

La ergonomía en la industria cárnica mexicana se ha enfocado en mitigar riesgos biomecánicos, especialmente en las tareas repetitivas como el deshuese. La NOM-036-STPS-2018 clasifica riesgos en niveles, requiriendo acciones inmediatas para altos niveles, como en entornos fríos (4-10°C) que aumentan caídas. En rastros TIF, se promueven exoesqueletos y rotación de puestos, reduciendo trastornos musculoesqueléticos en un 40% (García Alcaraz, et al., 2021)

Guías sobre la ergonomía impartidas por la OSHA adaptadas al contexto mexicano recomiendan alturas ajustables en mesas para prevenir las posturas forzadas, minimizando ausentismos. En Sinaloa, programas locales integran pausas activas y capacitación anual, alineados con la NOM-036 para grupos vulnerables.

5.1.5 Mejora Continua

La mejora continua, basada en principios como Kaizen o Lean Manufacturing, hoy en día son llevados a otro nivel con la industria 4.0, esto debido a el enfoque lean 4.0 el cual elimina desperdicios y optimiza los procesos mediante interconectividad digital. En la industria cárnica actual, esta evolución implica minimizar mermas y mejorar la calidad mediante el uso de Inteligencia Artificial y sensores IoT para el monitoreo no invasivo y en tiempo real de la cadena de frío y procesos de corte (Bakalis, et al., 2022)

En establecimientos TIF, se aplican programas de mejora continua para procesos productivos, como Kaizen para eliminar tiempos y costos innecesarios, abarcando desde la logística hasta la trazabilidad. Colaboraciones con SENASICA generan proyectos que atienden necesidades específicas, asegurando abasto de alimentos inocuos mediante actualizaciones anuales en vigilancia y normativas. Por instancia, convocatorias gubernamentales promueven estos programas para favorecer la producción de productos agroalimentarios de alta calidad. (SENASICA, 2026)

La mejora continua integra monitoreo y evaluación para detectar áreas de mejora en planeación y resultados, alineados con programas de sanidad agroalimentaria que actualizan protocolos contra riesgos como la resistencia antimicrobiana. Esto asegura certificaciones internacionales y reduce incidencias, fomentando una cadena de suministro segura y eficiente.

Facilita decisiones informadas para futuras ejercicios, promoviendo la mejora continua del programa en aspectos como RSE, reducción de emisiones y apoyo

comunitario, esencial para la industria cárnica en un contexto de demandas ambientales crecientes. En rastros TIF, esto se traduce en innovaciones como tecnologías limpias y gestión de inventarios, extendiendo la vida útil de productos y minimizando desperdicios.

La mejora de continua en este tipo de plantas agroalimentarias mexicanas normalmente incorpora el LEAN 4.0, eliminando desperdicios mediante IoT, en estos rastros TIF se ha minimizado las mermas un 20% a través del monitoreo constante en tiempo real (Bakalis, et al., 2022). Las colaboraciones que ha habido con SENASICA promueven actualizaciones anuales contra riesgos como la resistencia antimicrobiana (SENASICA, 2024)

5.1.6 Marco Normativo en México

Los establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF) operan bajo un marco regulatorio estrictamente vigilado por el SENASICA, el cual ha actualizado sus guías de diseño, bienestar animal y sanitización para alinearse con las exigencias del T-MEC y los mercados asiáticos. Actualmente, la operación se rige por el Modelo de Establecimientos TIF de Alto Desempeño (ECAD), lanzado en 2023, que busca la simplificación administrativa y la elevación de los estándares de inocuidad mediante la digitalización de procesos (SADER, 2023)

Además de los lineamientos establecidos por SENASICA, el arco normativo que incluye en la Ley Federal de Sanidad animal (LFSA), reformada en 2021, que regula el sacrificio de animales para garantizar su bienestar y prevenir la dispersión de enfermedades zoonóticas. Esta ley establece que todos los establecimientos TIF deben contar con inspección permanente por parte de médicos veterinarios autorizados, de esta forma se asegura que los procesos de sacrificio cumplan con estándares internacionales como los del Codex Alimentarius. Específicamente el artículo 2 de la LFSA enfatiza la prevención de introducción y permanencia de plagas y enfermedades, lo cual se traduce en protocolos estrictos para el manejo de animales

vivos antes del sacrificio (CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 2024)

En el año 2023, SENASICA introdujo el modelo de establecimientos TIF de Alto desempeño (ECAD), que promueve la digitalización de procesos administrativos y de inspección para reducir la burocracia y elevar estándares de inocuidad. Este modelo obliga a las plantas a implementar sistemas de trazabilidad digital, permitiendo el seguimiento en tiempo real desde la granja hasta el consumidor final. Lo cual, según los reportes oficiales, este avance ha hecho más fácil la tarea de exportación a mayores mercados como Asia o la Unión Europea, Todo esto alineado con los acuerdos del T-MEC, además las reglas de Operación del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria de 2024 exige que los rastros TIF realicen auditorias anuales para verificar el cumplimiento de buenas prácticas pecuarias incluyendo el manejo humanitario de animales conforme a la NOM-033-SAG/ZOO-2014 (SENASICA, 2024)

Otro componente clave es el reglamento de la Ley Federal de Sanidad Animal, que detalla procedimientos para el sacrificio en establecimientos TIF, prohibiendo que las practicas realizadas comprometan el bienestar animal, como el transporte inadecuado o el sacrificio sin aturdimiento, estas reglas también mandan la disposición sanitaria de los residuos y subproductos minimizando los impactos ambientales (CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 2012)

5.1.7 Sustentabilidad en la Industria Cárnica en México

La sostenibilidad ha emergido como un pilar fundamental en el marco teórico de la ingeniería industrial aplicada a los rastros TIF, impulsada por demandas globales de reducción de emisiones y gestión eficiente de recursos. En México, la industria cárnica contribuye significativamente al PIB agroalimentario, pero enfrenta desafíos como el alto consumo de agua y la generación de residuos. Según la FAO, la adopción de prácticas sostenibles en el sector agroalimentario puede reducir hasta un 30% las

emisiones de gases de efecto invernadero mediante optimizaciones en la cadena de suministro.

En los rastros TIF, la sostenibilidad se integra a través de programas como el de Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), promovidos por SENASICA, que incluyen el uso eficiente de agua en procesos de lavado y enfriamiento de canales. Además, la trazabilidad sostenible permite rastrear el origen de los animales, favoreciendo granjas con bajos impactos ambientales, como aquellas que utilizan alimentación basada en subproductos agrícolas para reducir deforestación (Barrón, 2021)

La integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) en rastros TIF ha potenciado la sostenibilidad al monitorear en tiempo real el consumo energético y la calidad del aire en áreas de procesamiento. Por ejemplo, el 30% de los alimentos producidos son perdidos o desperdiciados, por lo cual, la mayoría de procesadoras TIF buscan mejorar la reducción de pérdidas en su cadena de suministro, que se estima que es de aproximadamente el 14%, esto mediante el uso de las nuevas tecnologías (SERTINA, 2023). Contribuyendo a la meta nacional de cero desperdicios alimentarios para 2030. Este enfoque no solo mejora la productividad, sino que también fortalece la competitividad internacional, ya que mercados como la UE (Unión Europea) exigen certificaciones como la ISO 14001 para gestión ambiental (Rengifo Gélvez & Gómez Serna, 2023).

5.1.8 Tecnología y Digitalización en Procesos Cárnicos

Aunque en este caso no se presente, la digitalización representa una evolución en los principios de ingeniería industrial para el sector cárnico, facilitando la optimización de procesos en rastros TIF. En México, la adopción de Industria 4.0 ha transformado operaciones tradicionales mediante el uso de inteligencia artificial (IA) y Big Data para predecir demandas y minimizar desperdicios, para tener un acercamiento más visible del impacto de los sistemas como el Sistema MEAT, está la empresa Microsoft, la cual sirve como alojadora y desarrolladora de uno de los sistemas más populares en México como el sistema MEATv3.

La visión artificial, integrada a los procesos industriales, permite inspecciones automatizadas que cumplen con estándares sanitarios, mejorando la precisión y velocidad. Además, la blockchain en la trazabilidad asegura transparencia desde la granja hasta el exportador según lo mencionado por el bufete de abogados Fernández Palacios, donde se adentran desde el cómo estas nuevas tecnologías van a cambiar todo el procedimiento desde una metodología legal, crucial para cumplir con regulaciones del T-MEC y evitar recalls por contaminaciones (Gobierno de México, 2020). Esto de alguna forma nos da indicios de lo que se podría mejorar o ampliar en futuros proyectos.

En el contexto de Sinaloa, México donde se ubican varios rastros TIF, la digitalización ha abordado desafíos regionales como la variabilidad climática, optimizando el manejo de canales en entornos cálidos para preservar la calidad. Tomando como ejemplo lo ocurrido en la TIF 772 municipal de Mazatlán donde debido a la alta estandarización se logró llegar a la meta de más de 28,000 mil unidades producidas, lo cual es un claro ejemplo de la estandarización de procesos. Esto alinea con objetivos de mejora continua, donde la data analytics identifica cuellos de botella en procesos como el desangre y el trimeo, elevando la eficiencia operativa (García Alcaraz, et al., 2021)

5.2 Marco metodológico

La presente investigación se fundamenta en un enfoque sistemático y científico para el análisis de los procesos operativos dentro del rastro TIF 651 de Guasave, Sinaloa. De la misma manera, se describirán y justificará el enfoque, el tipo y el diseño de la investigación, sustentados en la teoría metodológica reciente y alineados estrictamente con los instrumentos y procedimientos ejecutados en el área de sacrificio normal.

5.2.1 Enfoque de la Investigación

El enfoque de esta investigación es Cuantitativo. Esto de acuerdo con Ñupas Paitán et al. (2023), el enfoque se basa en la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico. Se justifica la aplicación de medidas precisas tales como: el registro de tiempos de ciclo en las 38 estaciones de trabajo, la cuantificación de la frecuencia de movimientos necesarios, innecesarios o repetitivos, el cálculo estadístico de los promedios y el tiempo tipo en Excel y la valoración económica de las pérdidas por tiempos muertos.

5.2.2 Tipo de Investigación

La investigación realizada se centró en resolver las problemáticas reales de tiempos muertos y fallas mecánicas en el rastro TIF 651. Donde se utilizaron teorías Ingeniería de Métodos y Lean Manufacturing, para generar propuestas de aplicación inmediata, como las observaciones críticas sobre la necesidad de un plan y un manual de mantenimiento. Atendiendo a las características del problema planteado y su ejecución la investigación se clasifica bajo las siguientes modalidades:

Investigación Aplicada: Según Carhuancho Mendoza et al. (2020), este estudio tiene como objeto resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocado en la investigación de la resolución de la problemática de los tiempos muertos en el rastro TIF 651.

Investigación Descriptiva: Guevara et al. (2020) definen la investigación descriptiva como aquella que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y el proceso de los fenómenos, se caracterizó la situación actual de la planta durante el periodo de estudio desde agosto hasta diciembre del 2025, descubriendo detalladamente las tareas realizadas por los operarios, el flujo desde el noqueo hasta el canalero, al igual que las condiciones ergonómicas. Esto sin manipular las variables en la etapa inicial.

Investigación No experimental: Según Otzen & Manterola (2020), es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, es decir, se observa el fenómeno tal como se da en su contexto neutral.

5.2.3 Diseño de la Investigación

El diseño que se seleccionó en el archivo fue **Transversal de Campo**. Baena Paz (2021) explica que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados o de la realidad donde ocurren los hechos. Lo cual fue el caso de esta investigación, ya que los datos recolectados fueron tomados directamente en el área de sacrificio normal de la planta TIF 651 en Guasave, Sinaloa. Interactuando directamente con las estaciones de trabajo sin influir en la operación ni poner en riesgo el bienestar animal.

5.2.4 Método e Instrumentos de Investigación

Se utilizó el método específico de Ingeniería de Métodos. Esto para emplear los instrumentos técnicos validados por la literatura técnica de Freivalds y Niebel (2021). Se empleó la observación directa no participativa, utilizando los diagramas de flujo realizados basados en los datos existentes de la empresa sobre los puestos, además de tomar algunas fotografías en puntos clave con el dispositivo móvil Xiaomi Redmi Note 13 5G.

Se realizó cronometraje digital para la medición del tiempo que tardaba el operario en realizar la tarea y así poder determinar el normal y el tiempo TIPO (Tiempo estándar). Para esto se hizo uso del cronómetro digital instaurado dentro del dispositivo Xiaomi Redmi Note 13 5g, con una precisión de 1/100 de segundo. Se hizo uso de este dispositivo en la mayoría de las etapas por su fácil funcionalidad, además de no representar ningún costo a la elaboración del proyecto ya que es de propiedad privada.

Se realizaron análisis de Pareto y diagramas de flujo para la elaboración detallada del cumplimiento de condiciones operativas y de bienestar animal, además del registro de tiempos en formatos de toma de tiempos y movimientos proporcionados por la institución.

Por último, se realizó un reporte de pérdidas económicas al igual que una tabla de análisis crítico de color, éste ultimo para validar las discrepancias entre los tiempos efectuados en cada una de las tareas correlacionadas.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta sección describe los materiales utilizados y los métodos aplicados para llevar a cabo la investigación en el área de sacrificio normal de la planta TIF 651 en Guasave, Sinaloa. El enfoque se basa en herramientas de ingeniería industrial para analizar y optimizar los procesos, alineándose con los objetivos generales y específicos planteados. El estudio se realizó de manera no experimental, descriptiva y aplicada, con énfasis en la observación directa y el análisis cuantitativo de tiempos y movimientos. Se siguió un enfoque ético, asegurando el cumplimiento de la NOM-033-SAG/ZOO-2014 y las normativas de SENASICA, sin interferir en el bienestar animal ni en la operación diaria de la planta.

6.1 Materiales

Para garantizar la precisión en la recolección y el procesamiento de datos, se utilizaron los siguientes elementos:

Software de oficina: Microsoft Excel (versión 365) para el registro y análisis estadístico de tiempos y movimientos y diagramas de flujo; Microsoft Word (versión 365) para la documentación de procedimientos, manuales y mapas de procesos.

Equipo de medición: Cronómetro digital (Aplicación de teléfono celular Xiaomi Redmi Note 13 5G Dual 128 GB - Black) para registrar tiempos con precisión de 1/100 de segundo; cámara digital (Xiaomi Redmi Note 13 5G Dual 128 GB - Black) para documentar visualmente los procesos y posturas ergonómicas (con consentimiento previo de los operarios).

Materiales auxiliares: Hojas de registro impresas para anotaciones en campo (basadas en plantillas estándar de estudios de tiempos obtenidas de la empresa); equipo de protección personal (EPP) como casco, pantalón 869, bata de Laboratorio y Surtek 137559 Botas plásticas sanitarias, proporcionado por la planta para acceder al área de sacrificio.

Documentos de referencia: Manuales operativos de procedimientos estándar internos de la planta TIF 651 y la normativa federal vigente.

6.2 Métodos

El procedimiento se llevó a cabo en etapas secuenciales durante un período de 12 semanas (del 25 de agosto al 12 de diciembre de 2025), con observaciones realizadas en turnos matutinos (8:00 a.m. a 3:00 p.m.) para capturar el flujo operativo normal. Se obtuvo permiso de la gerencia de la planta TIF 651 y se informó a los operarios sobre el propósito del estudio.

6.3 Levantamiento de Procesos Actuales

Se inició con una observación directa no participativa en el área de sacrificio. De acuerdo con el método de **mapeo de procesos** resumido por (Groover, 2020). Se documentaron de forma secuencial las estaciones de trabajo, desde el área de noqueo hasta el pesaje caliente y retiro de médula., documentando las etapas clave: Noqueador (A.G), Izado (A.G), Peso Izado (A.G), Desangre (A.G), Corte de Cuernos (A.G), Transferencia 1 (A.G), Transferencia 2 (A.G), Transferencia 3 (A.G), Amarre de Esófago (A.G), Amarre de Recto (A.G), Defresado 1 (A.G), Defresado 2 (A.G), Descaretado (A.G), Despieladora (A.G), Despieladora (A.G), Corte de Cabeza (A.G), Lavado de Cabeza (A.B), Trimeo de Cabeza (A.B), Viscera Verde (A.B), Viscera Roja (A.B), Inspección de Cabeza (A.B), Tobogan (A.B), Inspección Viscera Roja (A.B), Acarreo V. Roja y Cabeza (A.B), Sierra Simetrica (A.B), Trimeo Arriba (A.B), Trimeo Arriba (A.B), Trimeo Abajo (A.B), Trimeo Abajo (A.B), Inspector Trimeo (A.B), Inspector Trimeo (A.B), Lavado de Canales (A.B), Peso Caliente (A.B), Peróxido, Peróxido, Canaleros, Sierra de Pecho, Retiro de Médula.

Para la representación gráfica, se utilizaron diagramas de flujo. Este método por permite identificar la secuencia lógica y las interacciones entre operario y equipo (Kanawaty, 2020).

Duración: 2 semanas de inducción, integración a la empresa y revisión documental del proceso de sacrificio normal y 2 semanas de caracterización del proceso actual mediante diagramas de flujo.

6.3.1 Registro de tiempos y Movimientos

Esta fase central, con duración de 4 semanas, se enfocó en la medición cuantitativa utilizando la técnica de estudio de tiempos y movimientos según Freivalds y Niebel (2021) que la definen como "una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una actividad definida" (p. 340).. Cada tarea se descompuso en elementos básicos (e.g., "alcanzar herramienta", "posicionar animal", "realizar corte"), clasificando movimientos como necesarios (esenciales para la tarea), innecesarios (evitables, como búsquedas) y repetitivos (potenciales causantes de fatiga).

Procedimiento:

- **Desglose:** Cada tarea se descompuso en elementos básicos (therbligs) clasificados en necesarios, innecesarios y repetitivos.
- **Muestreo:** Se realizaron 12 repeticiones por tarea para garantizar representatividad estadística.
- **Cálculos:** Se determinó el tiempo promedio y el tiempo normal mediante la escala Westinghouse (calificación del 80-120%). El tiempo estándar se obtuvo aplicando la fórmula:

$$TE = TN \times (1 + \text{suplementos [Fatiga básica, necesidades personales, contingencia, políticas de la empresa]})$$

Tabla 1
Distribución de suplementos

SUPLEMENTOS	%	%
FATIGA BÁSICA	4%	0.4
NECESIDADES PERSONALES	3%	0.3
CONTIGENCIA	3%	0.3
POLÍTICAS DE LA EMPRESA	1%	0.1
SUMA:	11%	0.11

Fuente: Elaboración propia

El registro de tiempos se realizó con cronómetros digitales, midiendo al menos 12 repeticiones por tarea y operario para asegurar representatividad estadística (muestra mínima basada en fórmulas de muestreo para variabilidad del 10%). Se calculó el tiempo promedio (media aritmética), tiempo normal (ajustado por factor de desempeño observado, usando la escala Westinghouse con calificaciones del 80-120%) y tiempo TIPO (tiempo normal más suplementos por fatiga, necesidades personales y retrasos inevitables, aplicando un factor de corrección del 11% según estándares de la organización). Por ejemplo, en la etapa de Desangre (A.G), el tiempo promedio fue de 2.5 minutos, con desviación estándar de 0.4 minutos, ajustado a 2.8 minutos estándar.

Tabla 2*Ejemplo de formato de Tiempos y Movimientos*

TAREA	MEDICIÓN DE TIEMPOS												MOVIMIENTOS (1)			TIEMPO MUEERTO	OBSERVACIONES	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN $\leq 1, 1, \geq 1$	TIEMPO NORMAL (Tiempo promedio + Valoración)	TIEMPO TIPO (Tiempo normal + (1+suplementos))
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	N	E	I						
Arrear (A.G)																					
Arrear (A.G)																					

Fuente: Elaboración propia

Los movimientos se analizaron mediante observación directa, registrando en hojas de tiempos y movimientos con categorías movimientos necesarios, innecesarios o repetitivos como el ejemplo anterior. Se identificaron acciones innecesarias, como caminatas extras de 2-3 metros por problemas como dificultad en el reconocimiento del arete. Todos los datos se ingresaron en Excel para cálculos automáticos de variabilidad (desviación estándar y coeficiente de variación). Se tomaron precauciones para no interrumpir el flujo, observando desde posiciones laterales y pausando mediciones durante imprevistos sanitarios o paros operativos.

En este paso algunas repeticiones tuvieron que comenzar de nuevo debido a problemas que hubo en el trascurso como paros totales durante un determinado tiempo que no permitió que se hicieran las 12 tomas de forma corrida.

6.3.2 Identificación de Actividades No Agregadoras de Valor y Movimientos Innecesarios

Se aplicó la metodología del uso de movimientos necesarios, innecesarios o repetitivos durante 2 semanas, se utilizó un documento proporcionado por la empresa el cuál se debía identificar si el operador realizaba alguno de estos puntos durante la

función de estudio registrado en Excel para diferenciar entre agregadores de valor (e.g., cortes precisos en evisceración que contribuyen directamente al producto) y no agregadores (e.g., tiempos muertos por daños en la maquinaria resultantes de una falta de mantenimiento preventivo). Se cuantificaron movimientos innecesarios en un ciclo total. Observaciones cualitativas complementaron, notando patrones ergonómicos deficientes, como posturas forzadas que incrementaban riesgos de lesiones.

6.3.3 *Análisis de Datos*

En las últimas 2 semanas, Los datos obtenidos se procesaron mediante el Principio de Pareto (80/20). Este método, fundamentado por Juran (citado en Krajewski et al., 2021), permite priorizar el 20% de las etapas que generan el 80% de las ineficiencias. Se implementó una escala de semaforización o análisis crítico de color para categorizar el nivel de criticidad de cada puesto, donde los valores superiores o extremos puestos por la herramienta de Excel de análisis rápidos, en la sección de valor por color marco en rojo los valores que necesitaban una intervención inmediata.

6.3.4 *Consideraciones Éticas y Limitaciones*

Se obtuvo aprobación ética informal de la gerencia y consentimiento verbal de los operarios, cuidando la interferencia en operaciones.

Limitaciones: El estudio se restringe a las condiciones ambientales y de suministro de ganado presentes entre agosto y diciembre de 2025.

Se priorizó el bienestar animal y la seguridad en todas las observaciones y propuestas de mejora se alinearon con la NOM-033-SAG/ZOO-2014, priorizando el bienestar animal sobre la rapidez del proceso en la etapa de aturdimiento.

VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente capítulo expone los hallazgos derivados de la aplicación de las herramientas de ingeniería industrial en el rastro TIF 651. El análisis se estructura siguiendo los objetivos específicos de la investigación: desde la caracterización del estado actual y la medición de tiempos, hasta la identificación de ineficiencias y la valoración económica de las mermas operativas.

7.1 Caracterización del Personal y del Proceso de Sacrificio

Durante este proceso se buscó implementar cuales eran las tareas y actividades de cada uno de los integrantes de la línea de sacrificio normal, al igual de conocer cuántos operadores son los que realizan actividades dentro de la línea de Sacrificio Normal.

Tabla 3

Tabla de personal se sacrificio

OPERADOR	ESTACIÓN DE TRABAJO	ACTIVIDAD
2	ARREADOR	Manejo del ganado
1	NOQUEADOR	Aturdimiento con pistola de aire
1	IZADO	Limpieza y elevación de la res
1	PESO IZADO	Registro en sistema MEAT
1	DESANGRE	Corte en la yugular
1	CORTE DE CUERNOS	Descorne, corte de orejas y patas delanteras
1	TRANSFERENCIA 1	Corte pélvico abdominal y retiro de órganos reproductivos
1	TRANSFERENCIA 2	Cambio de pial, corte de patas traseras

1	TRANSFERENCIA 3	Cambio de pial, corte de patas traseras
1	AMARRE DE ESOFAGO	Amarre de esófago
1	AMARRE DE RECTO	Amarre de Recto
1	DEFRESADO	Retiro parcial de piel
1	DEFRESADO	Retiro parcial de piel
1	DESCARETADO	Corte en Y de piel en la cabeza
2	DESPIELADORA	Retiro completo de piel
1	CORTE DE CABEZA	Separación de la testa
ÁREA BLANCA		
1	LAVADO DE CABEZA	Higienización de la cabeza cortada
1	TRIEMEO DE CABEZA	Retiro de exceso de grasas y protuberancias anormales
1	SIERRA DE PECHO	SIERRISTA
1	VÍSCERA VERDE	Extracción de la víscera verde
1	VÍSCERA ROJA	Extracción de la víscera roja
1	INSPECCIÓN DE CABEZA	Inspección minuciosa de la cabeza
1	TOBOGAN	Acarreo de vísceras verdes
1	INSPECCIÓN VÍSCERA ROJA	Cortes de inspección de la víscera roja
1	ACARREO DE VÍSCERA ROJA Y CABEZAS	Transporte de víscera roja a cuarto de conservación
1	SIERRA SIMETRICA	SIERRISTA
2	TRIMEO ARRIBA	Limpieza del canal
1	DESVENE DE PALETA (KOSHER)	Retiro de nódulos linfáticos

	2	TRIMEO ABAJO	Limpieza del canal
	2	INSPECTOR DE TRIMEO	Inspección en búsqueda de priones anormales
	1	DESVEÑE DE COSTILLA (KOSHER)	Remoción de membrana
	1	LAVADO DE CANALES	Limpieza del canal con agua
	1	PESO CALIENTE	Registro en sistema MEAT y colocación de la etiqueta
	38	TOTAL OPERADORES ÁREA G Y B	
	3	PEROXIDO	Rociar peróxido en el canal
	4	PIELES	Transporte y lavado de piel
	2	PATAS	Transporte de patas, orejas y cuernos
TOTAL:	47	OPERADORES DE SACRIFICIO	

Fuente: Documento proporcionado por la empresa.

Nota: La tabla muestra el puesto del número de operadores por tarea y la tarea en el área de sacrificio a realizar, además de la actividad dentro de la misma.

7.2 Descripción del Proceso (Sacrificio Normal)

El proceso de sacrificio en la planta TIF 651 sigue una secuencia estandarizada que garantiza la inocuidad y el bienestar animal. El flujo inicia en el "Chute" de ingreso y concluye con el pesaje en caliente y resguardo en cuartos fríos. Para facilitar la comprensión visual de esta secuencia, se elaboró el diagrama de flujo que se presenta en la figura 1.

Ingreso al Chute: Encargado de Corraleros. Las reses se guían hacia el chute de ingreso, una estructura diseñada para alinear y preparar a los animales para el siguiente paso del proceso de sacrificio. Este chute debe estar diseñado para asegurar que los animales no sufran estrés innecesario y puedan ser manejados de forma

eficiente. El operador debe asegurarse de que las reses estén correctamente alineadas antes de proceder.

Ingreso al Cajón de Noqueo: Operador de Sacrificio. Una vez en el chute las reses son movidas cuidadosamente hacia el cajón de noqueo. Este cajón es una estructura cerrada que mantiene a la res inmovilizada en una posición estable.

Aturdimiento: Operador de Sacrificio. El operador utiliza una pistola de noqueo, la cual emite un disparo controlado en la zona cerebral del animal, garantizando la inmovilización inmediata y sin dolor de la res. Se debe apoyar la pistola en la frente, basándose desde el límite interno de la base de los cuernos hasta el ángulo o comisura externa del ojo contrario, dirigido hacia la laringe.

Este paso es crucial para el bienestar del animal, pues asegura una muerte rápida y humanitaria. El proceso debe realizarse con cuidado y precisión.

- Pistola de Noqueo
- Pistola Aturdidora de Noqueo (Emergencia)

Liberación de Res Noqueada: Operador de Sacrificio. Después de que la res ha sido noqueada y asegurada en la posición adecuada, se procede a liberarla del cajón de noqueo. Esto se deberá realizar con cuidado para evitar que el animal sufra cualquier tipo de lesión durante la manipulación.

Sujeción de la Pata Trasera: Operador de Sacrificio. Una vez noqueada, el operador sujeta la pata trasera derecha de la res utilizando un pial, un instrumento especializado que asegura la pata para el izaje de la res. Este paso es fundamental para facilitar el levantamiento del animal y permitir que el proceso continúe sin complicaciones.

- Pial

Limpieza con Agua: Operador de Sacrificio. La res es limpiada a fondo con agua a presión. El objetivo es eliminar cualquier suciedad o impureza superficial antes de continuar con el proceso de sacrificio (excremento, tierra/polvo). Esta limpieza es esencial para mantener los estándares de higiene necesarios en el procesamiento de productos cárnicos.

Izaje de la Res: Operador de Sacrificio. Una vez limpia, la res es izada utilizando un sistema de poleas o grúas para elevarla de manera controlada. Esto permite un acceso más fácil para el pesaje y las siguientes etapas del sacrificio.

- Poleas/grúas.

Pesaje en Peso Pie: Operador de Sacrificio. La res es pesada mientras permanece de pie, utilizando una báscula especializada que mide su peso exacto. Este dato es crucial, ya que con él se calculan los rendimientos del sacrificio y se obtienen los datos necesarios para el reporte de producción.

- El peso de la res debe registrarse con precisión. En el sistema MEAT.
- Báscula calibrada
- Sistema MEAT
- Guía o Remo del ganado (aretes)

Muerte por desangrado/Muerte por corte de yugulares y carótidas: Operador de Sacrificio. Se debe hacer mediante un corte detrás de la mandíbula, de un lado a otro de la garganta, para seccionar los vasos sanguíneos del cuello (las dos arterias carótidas y las venas yugulares). Tras el corte de los vasos sanguíneos, se debe esperar a que transcurran de 30 segundos a 2 minutos por lo menos, la sangre fluye hacia una tina colectora, lo que permite su manejo adecuado y su disposición final según los protocolos de seguridad alimentaria.

Los cuchillos para el desangrado deben estar filosos, asegurándose de afilarlos continuamente durante todo su uso, así como ser de un largo suficiente para que la punta quede fuera de la incisión durante el corte. No debe utilizarse la punta del cuchillo para hacer la incisión.

- Cuchillos debe ser por código de colores. (1 para piel, 1 para desangre)
- Tina colectora

Corte de Patas, Cuernos y Orejas: Operador de Sacrificio. En esta etapa, se corta cuidadosamente los cuernos, las patas y las orejas de la res. Cada parte se coloca en su respectivo contenedor. Las patas se colocan en un contenedor separado, mientras que los cuernos y las orejas se colocan en un solo contenedor. Estos subproductos serán procesados o desechados según corresponda.

- Cuchillos sanitizados
- Contenedores (color Azul).

Estación de Transferencia 1: Operador de Sacrificio. La res es trasladada a la estación de transferencia 1, donde se realiza un corte pélvico abdominal. En este punto se retiran los órganos reproductivos: las ubres en las hembras y el viril en los machos. Estos órganos se separan y se manejan según los procedimientos correspondientes.

Estación de Transferencia 2: Operador de Sacrificio. Se retira el pial, utilizado para inmovilizar las patas traseras, y se colocan las rolas en el tendón de la res. Esto asegura que las extremidades estén sujetas correctamente durante las siguientes etapas del proceso.

- Rolas

Estación de Transferencia 3: Operador de Sacrificio.

Amarre de Esófago y Recto: Operador de Sacrificio. El esófago y el recto de la res son amarrados para evitar derrames de contenido durante el proceso de sacrificio. Este amarre también asegura que los órganos internos no causen contaminación durante el desmantelamiento del animal.

- Cinchos.
- Bolsa
- Clip

Descaretado: Operador de Sacrificio. En esta fase, se retira la piel de la cabeza de la res. Primero se retira la piel del cachete izquierdo, luego se realiza una marca en la trompa de la res para delimitarla, después se retira la piel de la frente, y finalmente se retira la piel del cachete derecho. Este proceso prepara la trompa para su extracción.

Defresado Superior: Operador de Sacrificio. El proceso de defresado se realiza para eliminar un porcentaje de piel de la cabeza de la res. Esta eliminación parcial de piel facilita la operación de despielado que se realiza a continuación.

Defresado Inferior: Operador de Sacrificio.

Despielado Completo: Operador de Sacrificio. Se amarran los extremos de la piel de las piernas con cadenas, para así jalar la piel y que se vaya desprendiendo, mientras los operadores utilizan un cuchillo para ir despegando la piel de la carne. La res es procesada en la despieladora, una máquina especializada que retira la piel de manera completa. Durante este proceso, la carne de la res queda completamente expuesta, permitiendo que se extraigan la trompa y otras partes útiles del animal.

La evacuación de las pieles de la zona de trabajo, se debe efectuar lo antes posible, con destino a la zona de pieles operativa, donde se retirará el exceso de grasa

y carne que estén pegadas a la piel, posteriormente pasarán al área de pieles en exteriores para clasificación, salado y almacenamiento.

- Despieladora
- Charola
- Cuchillo
- Zona de pieles operativa: contenedores para la grasa, cuchillo, báscula.
- Zona de pieles exteriores: Cuchillos, ganchos, pala, cepillos, escoba, sal.

Corte de Cabeza: Operador de Sacrificio. Se realiza el corte de cabeza una vez despielada la res, en el cual se utilizan cuchillos sanitizados, donde se sigue con el corte anteriormente realizado en el desangre de la res.

- Cuchillos sanitizados.

ÁREA BLANCA

Lavado de Cabeza: Operador de Sacrificio. En esta estación, la cabeza pasa por un lavado donde se coloca en un cajón en el cual sale agua potable, donde el operador talla la cabeza quitando la mayoría de impureza que se vea a simple vista, una vez termina de hacer esta acción procede a ponerla en unos ganchos, donde otro operador, la toma y se dirige al área de trimeo e inspección.

- Agua potable.
- Ganchos

Inspección Oficial 1: Médico. El operador llega al área y cuelga la cabeza en unos ganchos, donde el médico se encarga de revisar, si no cuenta con alguna anomalía, si el médico identifica algo fuera de lo normal, se procede a identificar la res y mantenerla retenida. Hasta que sea analizada completamente.

- Retiro de tonsilas

Trimeo de Cabeza: Operador de Sacrificio/ Médico. De no encontrar nada fuera de lo normal, se podrá realizar el trimeo de la cabeza, que es desprender los cachetes y lengua, esto con la ayuda de un cuchillo Sanitizado con agua caliente.

- Cuchillos.

Corte de Pecho: Operador de Sacrificio. Una vez descuerada la canal y previo al eviscerado se debe abrir el pecho, utilizando una sierra automática, o una segueta manual, teniendo cuidado de no perforar las vísceras. Entre una canal y otra, la sierra o segueta deberá ser desinfectada con agua caliente.

Eviscerado: Operador de Sacrificio. Durante el eviscerado se utilizará un cuchillo perfectamente limpio y desinfectado para hacer una incisión en la parte alta de la línea media en donde los órganos internos se encuentran en contacto con la pared abdominal. Se deberá tener mucho cuidado de no rasgar el estómago, los intestinos, la vejiga y el útero. Las vísceras son extraídas desde arriba hacia abajo, donde la panza será el primer órgano en salir, seguido del intestino grueso y después el intestino delgado. Los conjuntos recto-vejiga son separados cuidadosamente.

Posterior a eso se extrae el hígado, practicando una incisión circular alrededor de la periferia del diafragma. Se debe evitar puncionar la vesícula biliar. Se debe evitar que las vísceras toquen el suelo, debiéndose utilizar charolas de acero inoxidable para su transporte hasta el lugar de lavado e inspección.

Se separarán en víscera roja (pulmones, corazón e hígado) y víscera verde (compartimientos gástricos e intestinos delgado y grueso). Estos productos se irán a su área correspondiente para su debido procesamiento.

- Sierra.
- Cuchillo desinfectado.

- Charola de acero inoxidable.

Inspección post-mortem 2: Médico. Durante la inspección el médico coteja la información obtenida durante la inspección ante-mortem, con la que pueda obtener del examen de la cabeza canal y vísceras. Cuando en esta fase no se pueda adoptar una decisión sobre la idoneidad para el consumo humano, la canal y todas las partes del animal podrán retenerse adecuadamente protegidas hasta que se disponga de pruebas confirmatorias con las cuales se puede autorizar la canal para su consumo o se procede su decomiso. La inspección post-mortem deberá ser eficiente y eficaz, lo que exige adaptación de los procedimientos a las circunstancias concretas.

Cortado Simétrico de la Canal: Operador de Sacrificio. La división de la canal se lleva a cabo utilizando una sierra que la divide en la parte media de la columna vertebral, exponiendo la médula espinal, la cual debe ser separada y eliminada. Entre una canal y otra, la sierra deberá ser desinfectada con agua caliente a 82° C.

- Sierra.

Inspección Oficial TIF 3: Médico. Se verifica que no exista ningún defecto en la res, como algún foco de infección al consumo.

Retiro de Médula: Operador de Sacrificio. Una vez dividida la canal, se procede al retiro de la médula espinal utilizando un cuchillo. Este procedimiento evitará la diseminación de tejidos nerviosos y minimiza el riesgo de contaminación por EET (Encefalopatía Espongiforme Transmisible).

- Cuchillos

Trimeo Arriba: Operador de Sacrificio. Se realiza la limpieza y recorte de zonas contaminadas o con coágulos en la parte superior de la canal (cuellos y dorso) asegurando su inocuidad.

- Cuchillo sanitizado.

Desvene de Paleta (Kosher): Operador de Sacrificio. Consiste en la remisión de nervios, grasa y tejidos conectivos de la paleta (extremidad delantera), mejorando la calidad de la carne.

- Cuchillo delgado y afilado.

Trimeo Abajo: Operador de Sacrificio. Limpieza y recorte de contaminantes o tejido no deseado en la parte inferior de la canal (vientre y piernas), previo al lavado final.

- Cuchillo sanitizado.

Inspección PCCIB (Punto Crítico de Control-Inspección Biológica): Operador de Sacrificio. Se realiza una inspección visual para verificar, si la canal ha sido limpiada correctamente, si se observa suciedad visual, se encarga de terminar el trimeo, y limpiar cualquier imperfección. Si se detecta una desviación en la canal, esta pasa al riel de trimeo de verificación.

- Cuchillo sanitizado.

Desvene de Costilla: Operador de Sacrificio. Se realiza la extracción de membranas y tendones de la zona de las costillas para optimizar la presentación y el rendimiento.

- Cuchillo curvo o recto sanitizado.

Lavado de la Canal: Operador de Sacrificio. El lavado se realiza para eliminar de la canal restos de sangre, esquirlas de hueso, pelo del animal, etc.; en caso de existir contaminación por contenido gastrointestinal, pelos, bilis u otros, este procedimiento se hará más minuciosamente. Debe hacerse en cabinas o zonas protegidas para evitar salpicaduras y si es bien realizado, da lugar a la reducción del recuento microbiano, ya que al eliminar la suciedad también se eliminan microorganismos asociados a ésta.

- Agua potable.

Sanitizado: Operador de Sacrificio. El operador con la utilización de una fumigadora, rocía la sustancia por todo alrededor de la canal.

- Ácido peracético
- Límite crítico
- concentración 160-220 ppm
- presión de esperado 45-60 lbs.

Peso Caliente: Operador de Sacrificio. La canal es colocada en la báscula industrial para registrar el peso caliente antes de su enfriamiento. Este peso es fundamental para el cálculo del rendimiento y trazabilidad del producto. Esta etiqueta es adherida directamente al músculo de la zona de arrachera para garantizar visibilidad y permanencia durante el almacenamiento. Esta operación se repite de forma sistemática hasta llenar la capacidad de los cuartos fríos, que en este establecimiento oscila entre 150 y 160 canales por cámara.

- Báscula Industrial.
- Rollo de etiquetas.
- Sistema MEAT.

Peróxido: Operador de Sacrificio. Aplicación de una solución de peróxido de hidrógeno (autorizada) sobre las áreas críticas de la canal (zonas amarillas). Realizándose este procedimiento antes de ingresar a la cámara de enfriamiento.

Canaleros: Operador de Sacrificio/Encargado de Canaleros. Se encargan del traslado de las canales terminadas hacia la cámara de enfriamiento, asegurando que

se mantenga la cadena fría y evitando el contacto con superficies contaminadas. Las canales se acomodan ordenadamente en ganchos, asegurando una correcta.

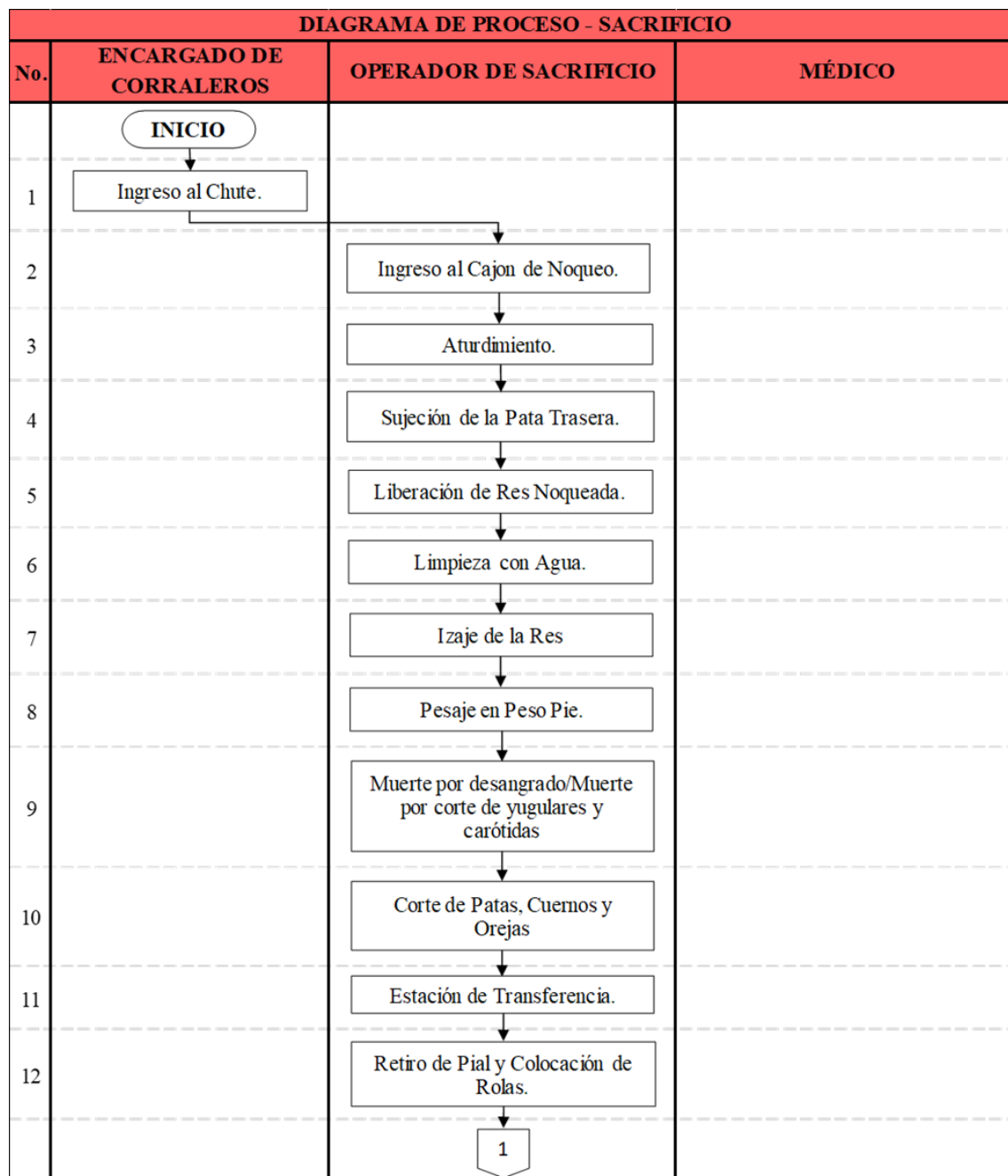
7.3 Diagrama de Proceso de Sacrificio Normal

En el cumplimiento del primer objetivo específico de la investigación, se procedió a la caracterización detallada de la secuencia operativa dentro del área de Sacrificio normal. Mediante observación directa en piso, se elaboró el diagrama de flujo del proceso actual, herramienta que permite visualizar la interacción lógica entre las 38 estaciones de trabajo identificadas y el movimiento físico de la canal a través de las distintas zonas sanitarias de la planta.

La **Figura 1** ilustra la cadena de valor completa, iniciando con la recepción del ganado que es llevado al cajón de noqueo y finalizando con el resguardo en cámaras de refrigeración por los canaleros.

Figura 1

Diagrama de flujo proceso de sacrificio



Nota: Elaboración propia

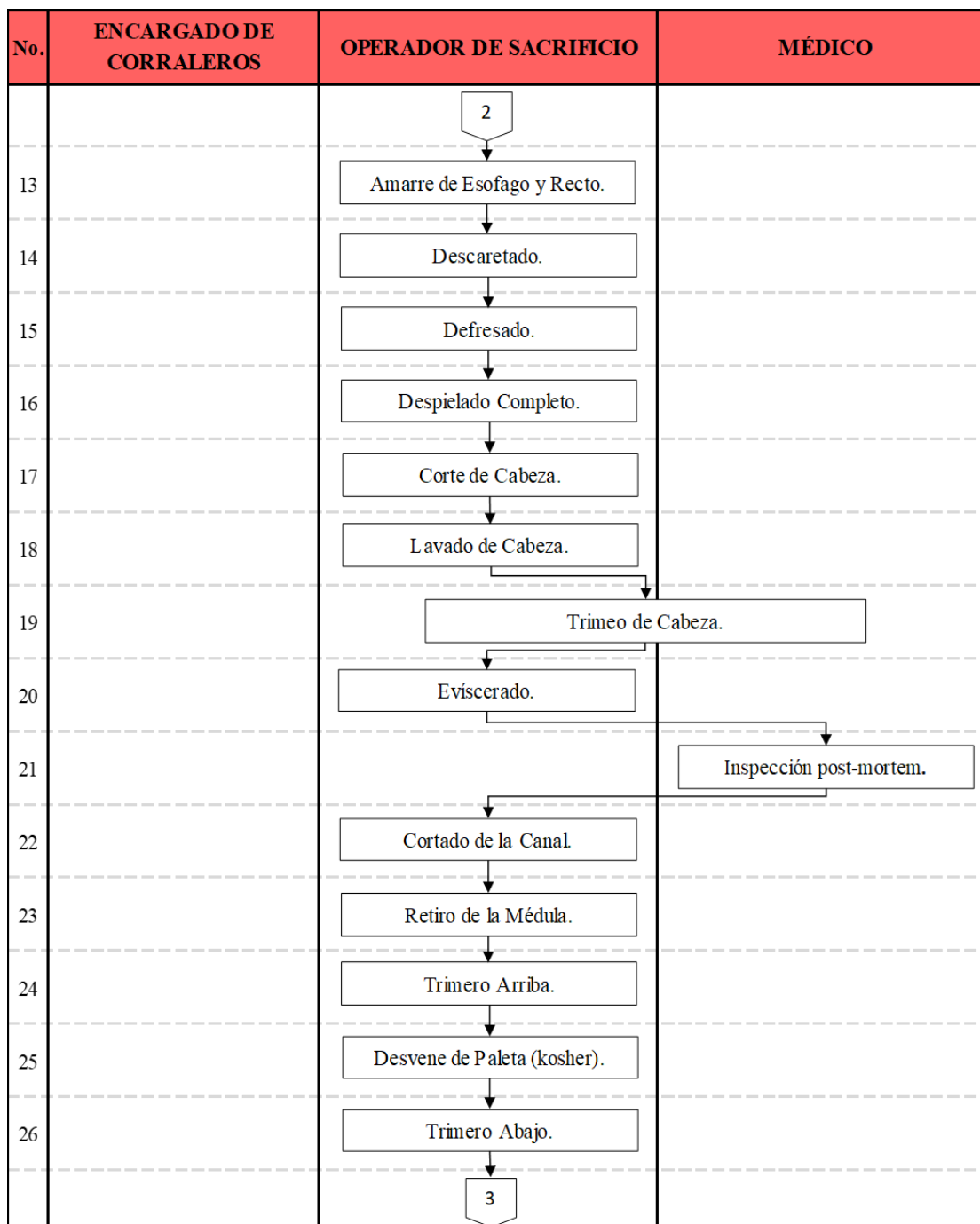
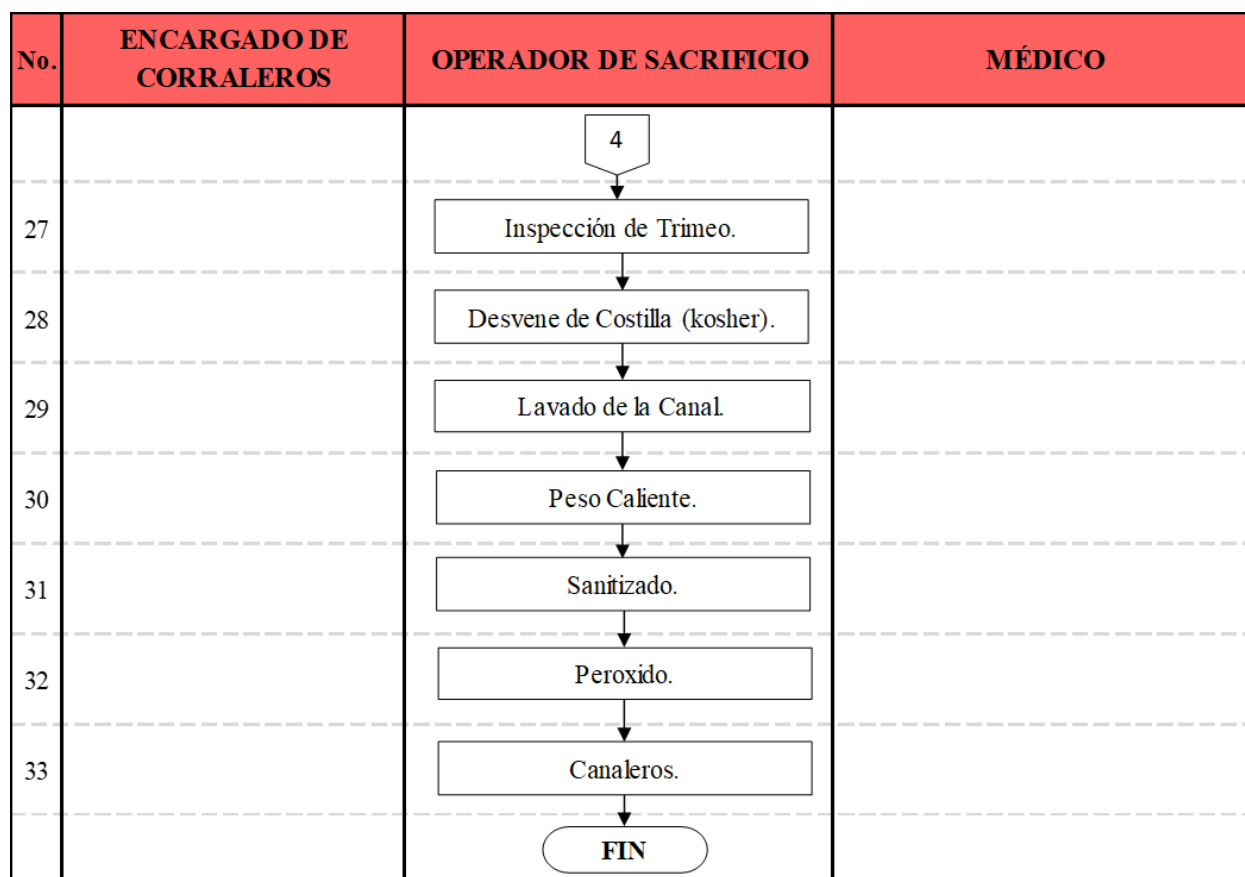
Figura 2*Parte 2 diagrama de flujo proceso de sacrificio***Nota:** Elaboración propia

Figura 3*Parte 3 diagrama de flujo proceso de sacrificio*

Nota: Elaboración propia a partir de observación directa (2025). El diagrama distingue las etapas operativas críticas y el flujo líneas requerido para evitar contaminación cruzada.

El diagrama revela que el proceso opera bajo un sistema de flujo lineal continuo, dividido estrictamente en dos sectores para cumplir con la normativa de inocuidad: El Área gris (Zona sucia), que comprende desde el aturdimiento hasta el

corte de cabeza, y el Área blanca (zona limpia), que abarca desde la limpieza de cabeza hasta el canalero.

Durante el levantamiento del diagrama, se detectó que la secuencia es correcta y cumple con los lineamientos establecidos para que exista un flujo continuo de las actividades, al igual de la estructuración del mismo.

7.4 Herramientas de Calidad Implementadas

En el contexto de la optimización de procesos industriales, particularmente en el área de sacrificio en las plantas Tipo Inspección Federal (TIF) reguladas por SENASICA, la aplicación de métodos cuantitativos representa una herramienta fundamental para identificar ineficiencias, estandarizar operaciones y fomentar la mejora continua. Este proyecto se basa en técnicas como el estudio de tiempos y movimientos, inspirados en los principios de gestión científica de Frederick Taylor, que permiten descomponer tareas repetitivas, tales como las que se han mencionado, que han fomentado el auto aumento de tiempos muertos, al igual que otras observaciones previstas para futuros proyectos, se emplean herramientas analíticas como el diagrama de Pareto, fundamentado en el principio 80/20 de Pareto, para priorizar causas principales de demoras, y el sombreado de colores para visualizar niveles de criticidad en los tiempos registrados.

7.4.1 *Tabla de Tiempos y Movimientos*

En atención al segundo y tercer objetivo, se realizó el estudio de tiempos y movimientos el cuál fue supervisado por la ingeniera a cargo de los procesos dentro del rastro TIF 651.

Se analizaron los 38 puestos de trabajo que influyen directamente en el proceso de la línea de sacrificio normal, tomando en cuenta los apartados de movimientos (necesarios, innecesarios y repetitivos) al igual que los tiempos muertos por actividad.

Se realizó la toma de 12 tiempos por tarea, aplicando las variaciones de ritmo de trabajo que pueden conllevar como un ritmo lento ≤ 1 y para rápido ≥ 1 , al igual que los suplementos: por fatiga (4%), necesidades personales (3%), contingencia (3%) y políticas de la empresa (1%).

7.4.1.1 Beneficios clave de realizar este estudio: Eficiencia: "Aumenta la productividad operativa al optimizar los flujos de trabajo y reducir cuellos de botella en líneas de producción" (Krajewski et al., 2021, p. 145). Costos: "Reduce los tiempos de espera y el desperdicio (Muda), disminuyendo los costos operativos asociados a la inactividad laboral" (Liker, 2021, p. 89). Seguridad: "Mejora la ergonomía del puesto de trabajo, reduciendo significativamente la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y lesiones" (Stack et al., 2021, p. 310).

Figura 4
Formato de registro de tiempos y movimientos

		Productores Pecuarios de Petatlán S.A.P.I. de C.V. MEZQUITAL NO. 183 GUASAVE, S.N.															REVISIÓN 1 CLAVE CONS/FORM01					
ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS ESTABLECIMIENTO TIF NO. 651																						
LUGAR Y FECHA: GUASAVE, SINALOA, A 15 DE ABRIL DE 2025													ENCARGADO:		ING. MAGDITA ABIGAIL ACOSTA GUTIÉRREZ							
RESPONSABLE DE MEDICIÓN: ING. CLAUDETH MORENO; ING. MAGDITA ABIGAIL ACOSTA													EFE DE ÁREA A MEDIR									
PUESTOS A MEDIR: 46 PUESTOS DE TRABAJO EN ÁREA DE SACRIFICIO													Ulises									
INSTRUCCIONES:		REVISAR LAS ACTIVIDADES CON MAYOR IMPORTANCIA EN EL ÁREA DE SACRIFICIO Y ANOTAR MINUTOS DE ACTIVIDAD, REVISAR MOVIMIENTOS (NECESARIOS, INNECESARIOS, REPETITIVOS), ASÍ COMO TIEMPOS MUERTOS DURANTE EL PROCESO GENERAL.																				
MEDICIÓN DE TIEMPOS:		MINUTOS		MOVIMIENTOS: COLOCAR "1" CUANDO SE CUMPLA LA OPCIÓN										TEMPOS MUERTOS					MINUTOS			
TAREA	MEDICIÓN DE TIEMPOS												MOVIMIENTOS (1)			TIEMPO MUERTO	OBSERVACIONES	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN N° 1, 2, 3	TIEMPO NORMAL (Tiempo promedio + Valoración)	TIEMPO TIPO (Tiempo normal + (+suplementos))	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	NEC	INN	REP							
Arreador (A.G)																		#DIV/0!		#DIV/0!		
Arreador (A.G)																		#DIV/0!		#DIV/0!		
Noqueador (A.G)	0.41	0.11	0.11	0.11	0.16	0.14	0.15	0.16	0.18	0.14	0.2	0.17	1		1	7.1	En la primer toma de tiempo, tuvo que	0.131	0.131	0.146		
Izado (A.G)	0.47	0.51	0.49	0.49	0.48	0.60	0.51	0.47	0.52	0.52	0.47	0.56	1			5.5		0.508	0.508	0.563		
Peso Izado (A.G)	0.20	0.30	0.50	0.59	0.31	0.54	1.57	0.54	0.31	0.46	0.41	1.15		1		30	El aumento en el peso del desangre aprovecha parte de su tiempo	0.573	0.573	0.636		
Desangre (A.G)	0.43	0.40	0.42	0.42	0.31	1.19	0.49	0.45	0.47	0.40	0.38	1.04		1		10.5		0.533	0.533	0.592		
Corte de Cuernos (A.G)	0.25	0.57	0.24	0.37	0.33	0.34	0.38	0.36	0.30	0.33	0.37	0.34	1			11.4		0.348	0.348	0.387		
Transferencia 1 (A.G)	1.44	1.15	1.23	1.48	1.36	1.41	1.33	1.38	1.34	1.36	1.35	1.21	1			10		1.337	1.337	1.484		
Transferencia 2 (A.G)	1.47	1.20	1.36	2.02	1.35	1.23	1.22	1.30	1.17	1.27	1.19	1.31				2.13	Durante la toma de tiempos se observó	1.348	1.348	1.496		
Transferencia 3 (A.G)	1.16	1.17	1.40	1.24	1.13	1.15	1.00	1.36	1.13	1.14	1.05	1.14	1			14		1.173	1.173	1.301		
Amarre de Esófago (A.G)	0.37	0.29	0.36	0.34	0.43	0.30	0.21	0.31	0.42	0.49	0.28	0.29			1	10	Platica mucho	0.341	0.341	0.378		
Amarre de Recto (A.G)	2.15	1.55	1.28	1.29	1.30	1.25	1.45	1.50	1.42	1.24	1.20	1.21	1			18		1.403	1.403	1.558		
Defresado 1 (A.G)	0.37	0.52	0.60	0.46	0.45	0.53	0.60	0.53	0.56	0.58	0.60	0.56	1			32	La alta concentración de tiempos muertos en la	0.530	0.530	0.588		
Defresado 2 (A.G)	0.41	0.42	0.43	0.41	0.48	0.53	0.35	0.42	0.45	0.43	0.51	0.51	1			29	La operadora recibía apoyo por eso la	0.446	0.446	0.495		
Descaretado (A.G)	0.40	0.28	0.56	0.38	0.56	0.48	0.58	0.49	0.53	1.12	0.47	0.44	1			10		0.524	0.524	0.582		
Despieladora (A.G)	0.54	0.58	0.59	1.07	1.11	0.52	1.04	0.56	1.34	0.60	0.53	0.56	1			36		0.753	0.753	0.836		
Despieladora (A.G)	0.49	0.53	0.54	1.02	1.07	0.47	1.00	0.51	1.29	0.56	0.48	0.52	1			14.2	La diferencia de tiempo radica en que un	0.707	0.707	0.784		
Corte de Cabeza (A.G)	0.28	0.32	0.35	0.33	0.27	0.30	0.34	0.27	1.07	0.28	0.29	0.31	1			26	Sacar filo	0.368	0.368	0.408		
Lavado de Cabeza (A.B)	1.09	0.54	0.41	0.46	0.20	0.45	0.29	1.19	1.17	1.04	0.53	0.51		1		21	Fuera de su área	0.657	0.657	0.729		
Trimeo de Cabeza (A.B)	1.37	0.46	2.21	0.42	1.34	1.29	1.17	1.03	1.52	1.54	0.50	0.46	1			21		1.109	1.109	1.231		
Viscera Verde (A.B)	0.49	0.45	1.20	0.40	0.44	1.00	0.51	0.44	0.59	0.58	0.42	1.05	1			21		0.631	0.631	0.700		
Viscera Roja (A.B)	0.42	1.14	1.10	0.41	0.54	0.53	0.50	0.57	0.49	0.40	0.43	0.53	1			23.57		0.588	0.588	0.653		
Inspección de Cabeza (A.B)	2.53	2.55	2.17	2.17	2.24	2.11	2.26	2.38	1.58	1.21	1.52	2.57	1			4.25		2.108	2.108	2.339		
Tobogán (A.B)	0.18	0.21	0.14	0.15	0.16	0.20	0.20	0.14	0.14	0.17	0.18	0.18	1			4.16		0.171	0.171	0.190		
Inspección Viscera Roja (A.B)	0.28	0.33	0.27	0.31	0.19	0.25	0.30	0.24	0.32	0.24	0.33	0.25	1			0.16	Durante la inspección tanto de cabeza como	0.276	0.276	0.306		
Carroo V. Roja y Cabeza (A.B)	0.46	0.28	0.14	0.21	0.18	0.16	0.19	0.20	0.17	0.18	0.19	0.19	1			6		0.213	0.213	0.236		
Sierra Simétrica (A.B)	0.35	0.31	0.34	0.37	0.39	0.35	0.32	0.42	0.41	0.30	0.47	0.29	1			7.3		0.360	0.360	0.400		
Trimeo Arriba (A.B)	0.25	0.34	0.38	0.28	0.33	0.38	0.33	0.41	0.49	0.34	0.32	0.37	1			13		0.352	0.352	0.390		
Trimeo Arriba (A.B)	0.37	0.36	0.34	0.48	0.34	0.47	0.38	0.44	0.44	0.37	0.35	0.49	1			3		0.403	0.403	0.447		
Trimeo Abajo (A.B)	1.10	1.05	1.03	1.30	1.07	1.04	2.22	1.11	2.06	0.58	1.29	1.15	1			5	El operador tuvo que utilizar una sierra en 2	1.250	1.250	1.388		
Trimeo Abajo (A.B)	1.15	1.21	1.17	0.34	0.45	0.56	0.52	0.33	1.45	1.19	1.15	1.10	1			4		0.885	0.885	0.982		
Inspector Trimeo (A.B)	1.38	0.52	1.13	0.55	0.58	0.54	0.48	0.57	1.04	0.55	1.04	1.15	1			7	La operadora tenía que hacer parte de el	0.794	0.794	0.882		
Inspector Trimeo (A.B)	1.04	0.21	0.33	0.42	0.43	0.34	0.46	0.40	0.38	0.21	0.28	0.49	1			2		0.416	0.416	0.462		
Lavado de Canales (A.B)	0.53	1.05	1.06	1.06	1.00	1.04	0.51	0.47	0.43	1.03	0.51	0.58	1			4.56		0.773	0.773	0.857		
Peso Caliente (A.B)	0.21	0.26	0.30	0.31	0.30	0.45	0.25	0.24	0.22	0.28	0.26	0.27	1			4.26		0.279	0.279	0.310		
Peróxido	0.24	0.22	0.26	0.30	0.31	0.23	0.30	0.25	0.25	0.27	0.23	0.32	1			4.55		0.265	0.265	0.294		
Peróxido	0.18	0.15	0.13	0.20	0.19	0.26	0.17	0.15	0.12	0.16	0.14	0.32		1		0.34	Cuando se hizo la toma de la muestra al	0.181	0.181	0.201		
Canaleros	0.16	0.27	0.23	0.17	0.19	0.27	0.23	0.21	0.18	0.16	0.18	0.23	1			3.15		0.207	0.207	0.229		
Sierra de Pecho	1.00	0.43	0.50	1.19	1.02	0.56	0.58	0.49	0.51	0.59	0.58	0.59	1			8		0.670	0.670	0.744		
Retiro de Médula	2.05	1.41	1.30	0.57	1.05	0.51	1.29	1.04	1.28	1.31	1.35	1.04	1			8		1.183	1.183	1.314		
													33	4	2	441.13			TIEMPO ESTÁNDAR: 27.517			
VALORACIÓN DE ACTIVIDADES																			SUPLEMENTOS			
LENTO		MENOR A 100%		≤ 100%		≤ 1		FATIGA BÁSICA		%		%										
NORMAL		IGUAL A 100%		= 100%		1		NECESIDADES PERSONALES		3%		0.3										
RÁPIDO		MAYOR A 100%		≥ 100%		≥ 1		CONTINGENCIA		3%		0.3										
								POLÍTICAS DE LA EMPRESA		1%		0.1										
													SUMA:		11%		0.11					

Nota: Elaboración propia

Este es el formato utilizado para la toma de tiempos y movimientos, el cual contiene el nombre de la tarea. 12 espacios para realizar la toma del tiempo, un apartado para conocer y marcar con un 1 si acaso se vio un movimiento necesario,

innecesario o repetitivo, el tiempo normal total, el tiempo, el tiempo promedio y el tiempo tipo.

7.4.1.2 Resultados: Los resultados desde el punto de vista productivo revelaron variaciones significativas respecto al tiempo estándar.

Tiempo estándar 27.517 minutos (aproximadamente 27.31 minutos) para procesar 12 reses.

Con el siguiente dato se hace el cálculo aproximado para conocer cuantas reses salen por hora:

Primero se hace el cambio de minutos a segundos:

$$T=(27 \times 60)+31=1620+31=1651 \text{ segundos}$$

Posterior ya se realiza el cálculo para saber el aproximado de reses

$$\frac{12 \times 3600}{1651} \approx 26.1659$$

Lo cual nos da un aproximado de 26 reses por hora, que basado en lo establecido por la alta dirección del rastro TIF 651 es una disminución en la capacidad que es aproximadamente de 30 reses por hora

Los movimientos observados nos dieron:

- Necesarios: 33
- Innecesarios: 4
- Repetitivos: 2

Lo cual nos da a observar que hay pequeñas variantes que generan ligeras problemáticas que serán abordadas en el siguiente punto.

Síntesis final: El llenado de la tabla misma nos da resultados anormales en tiempos muertos, dando como resultado una variación de tiempos de tarea sorprendentes en diferentes tareas como, por ejemplo. peso izado, desangre o despieladora, que gracias a las notas que se incluyeron en el formato varían entre cuestiones de movimientos como la dificultad del reconocimiento de la res por el ocultamiento del arete de reconocimiento, en el desangre por temas de errores en el sacrificio de la res, como el no acuchillar la res en el punto correcto para el desangre, o de tiempo muerto, como en la despieladora que es más por una cuestión de fallas mecánicas en el elevador. Lo más agravante de este punto no es la cuestión del desarrollo de las tareas como tal, si no, la gran cantidad de tiempos muertos existentes en muchas de las fases, aunque los tiempos muertos hayan sido registrados en tareas en concreto, estas ocurrieron por fallas mecánicas en otras áreas, lo cual no da como resultado tiempos muertos mortales para una línea de trabajo de una TIF, estos mismos han sido puestos en la determinación de varios Paretos para visualizar de diferentes ángulos el cómo afecta a las tareas en particular y general los tiempos muertos inducidos por estas afectaciones. (ver Figura 4)

7.4.2 Criterios de Color

Para la interpretación y jerarquización de los hallazgos cuantitativos, se empleó la herramienta de **análisis de escalas de color** (Criterios de color) mediante el software Microsoft Excel 365. Esta técnica de gestión visual se seleccionó por su capacidad para transformar grandes volúmenes de datos numéricos en patrones visuales intuitivos, permitiendo una detección inmediata de las estaciones con desempeño crítico sin la necesidad de revisar exhaustivamente cada celda de la base de datos.

Se configuró el formato condicional bajo un esquema de semaforización, donde los gradientes de color indican el nivel de desviación respecto al tiempo estándar: el color verde denota operaciones bajo control, mientras que la intensidad del color rojo alerta sobre tiempos muertos excesivos o variabilidad fuera de norma.

7.4.2.1 Beneficios clave de realizar este estudio: Gestión Visual: "La implementación de ayudas visuales, como la semaforización de datos, permite detectar anomalías en tiempo real, facilitando la corrección inmediata de desviaciones" (García Alcaraz, et al., 2021). Toma de Decisiones: "El análisis visual transforma la información cruda en conocimiento útil, permitiendo identificar patrones y cuellos de botella que no son evidentes en tablas numéricas, agilizando la respuesta estratégica" (The Bridge, 2024). Priorización: Permite aplicar el principio de administración por excepción, enfocando los esfuerzos únicamente en las áreas marcadas en rojo.

Figura 5

Valores Críticos de color

TAREA	MEDICIÓN DE TIEMPOS												MOVIMIENTOS (1)			TIEMPO MUERTO	OBSERVACIONES	TIEMPO PROMEDIO	VALORACIÓN S1, 1, ≥1	TIEMPO NORMAL (Tiempo promedio + Valoración)	TIEMPO TIPO (Tiempo normal * (1+suplementos))
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	NEC	INN	REP						
Noqueador (A.G)	0.41	0.11	0.11	0.11	0.16	0.14	0.15	0.16	0.18	0.14	0.2	0.17	1		1	7.1		0.131	0.131	0.146	
Izado (A.G)	0.47	0.51	0.49	0.49	0.48	0.60	0.51	0.47	0.52	0.52	0.47	0.56	1			5.5		0.508	0.508	0.563	
Peso Izado	0.20	0.30	0.50	0.59	0.31	0.54	1.57	0.54	0.31	0.46	0.41	1.15		1		30		0.573	0.573	0.636	
Desangre (A.G)	0.43	0.40	0.42	0.42	0.31	1.19	0.49	0.45	0.47	0.40	0.38	1.04		1		10.5		0.533	0.533	0.592	
Corte de Cuernos	0.25	0.57	0.24	0.37	0.33	0.34	0.38	0.36	0.30	0.33	0.37	0.34	1			11.4		0.348	0.348	0.387	
Transferencia 1	1.44	1.15	1.23	1.48	1.36	1.41	1.33	1.38	1.34	1.36	1.35	1.21	1			10		1.337	1.337	1.484	
Transferencia 2	1.47	1.20	1.36	2.02	1.35	1.23	1.22	1.30	1.17	1.27	1.19	1.39	1			2.13		1.348	1.348	1.496	
Transferencia 3	1.16	1.17	1.40	1.24	1.13	1.15	1.00	1.36	1.13	1.14	1.05	1.14	1			14		1.173	1.173	1.301	
Amarre de	0.37	0.29	0.36	0.34	0.43	0.30	0.21	0.31	0.42	0.49	0.28	0.29			1	10		0.341	0.341	0.378	
Amarre de	2.15	1.55	1.28	1.29	1.30	1.25	1.45	1.50	1.42	1.24	1.20	1.21	1			18		1.403	1.403	1.558	
Defresado 1	0.37	0.52	0.60	0.46	0.45	0.53	0.60	0.53	0.56	0.58	0.60	0.56	1			32		0.530	0.530	0.588	
Defresado 2	0.41	0.42	0.43	0.41	0.48	0.53	0.35	0.42	0.45	0.43	0.51	0.51	1			29		0.446	0.446	0.495	
Descartado	0.40	0.28	0.56	0.38	0.56	0.48	0.58	0.49	0.53	1.12	0.47	0.44	1			10		0.524	0.524	0.582	
Despioladora	0.54	0.58	0.59	1.07	1.11	0.52	1.04	0.56	1.34	0.60	0.53	0.56	1			36		0.753	0.753	0.836	
Despioladora	0.49	0.53	0.54	1.02	1.07	0.47	1.00	0.51	1.29	0.56	0.48	0.52	1			8		0.707	0.707	0.784	
Corte de Cabeza	0.28	0.32	0.35	0.33	0.27	0.30	0.34	0.27	1.07	0.28	0.29	0.31	1			26		0.368	0.368	0.408	
Lavado de	1.09	0.54	0.41	0.46	0.20	0.45	0.29	1.19	1.17	1.04	0.53	0.51		1		21		0.657	0.657	0.729	
Trimeo de	1.37	0.46	2.21	0.42	1.34	1.29	1.17	1.03	1.52	1.54	0.50	0.46	1			21		1.109	1.109	1.231	
Viscera Verde	0.49	0.45	1.20	0.40	0.44	1.00	0.51	0.44	0.59	0.58	0.42	1.05	1			21		0.631	0.631	0.700	
Viscera Roja	0.42	1.14	1.10	0.41	0.54	0.53	0.50	0.57	0.49	0.40	0.43	0.53	1			23.57		0.588	0.588	0.653	
Inspección de	2.53	2.55	2.17	2.17	2.24	2.11	2.26	2.38	1.58	1.21	1.52	2.57	1			4.25		2.108	2.108	2.339	
Tobogán (A.B)	0.18	0.21	0.14	0.15	0.16	0.20	0.20	0.14	0.14	0.17	0.18	0.18	1			4.16		0.171	0.171	0.190	
Inspección	0.28	0.33	0.27	0.31	0.19	0.25	0.30	0.24	0.32	0.24	0.33	0.25	1			0.16		0.276	0.276	0.306	
Acarreo V. Roja	0.46	0.28	0.14	0.21	0.18	0.16	0.19	0.20	0.17	0.18	0.19	0.19	1			6		0.213	0.213	0.236	
Sierra Simetric	0.35	0.31	0.34	0.37	0.39	0.35	0.32	0.42	0.41	0.30	0.47	0.29	1			7.3		0.360	0.360	0.400	
Trimeo Arriba	0.25	0.34	0.38	0.28	0.33	0.38	0.33	0.41	0.49	0.34	0.32	0.37	1			13		0.352	0.352	0.390	
Trimeo Arriba	0.37	0.36	0.34	0.48	0.34	0.47	0.38	0.44	0.44	0.37	0.35	0.49	1			3		0.403	0.403	0.447	
Trimeo Abajo	1.10	1.05	1.03	1.30	1.07	1.04	2.22	1.11	2.06	0.58	1.29	1.15	1			5		1.250	1.250	1.388	
Trimeo Abajo	1.15	1.21	1.17	0.34	0.45	0.56	0.52	0.33	1.45	1.19	1.15	1.10	1			4		0.885	0.885	0.982	
Inspector Trimeo	1.38	0.52	1.13	0.55	0.58	0.54	0.48	0.57	1.04	0.55	1.04	1.15	1			7		0.794	0.794	0.882	
Inspector Trimeo	1.04	0.21	0.33	0.42	0.43	0.34	0.46	0.40	0.38	0.21	0.28	0.49	1			2		0.416	0.416	0.462	
Lavado de	0.53	1.05	1.06	1.06	1.00	1.04	0.51	0.47	0.43	1.03	0.51	0.58	1			4.56		0.773	0.773	0.857	
Peso Caliente	0.21	0.26	0.30	0.31	0.30	0.45	0.25	0.24	0.22	0.28	0.26	0.27	1			4.26		0.279	0.279	0.310	
Peróxido	0.24	0.22	0.26	0.30	0.31	0.23	0.30	0.25	0.25	0.27	0.23	0.32	1			4.55		0.265	0.265	0.294	
Peróxido	0.18	0.15	0.13	0.20	0.19	0.26	0.17	0.15	0.12	0.16	0.14	0.32		1		0.34		0.181	0.181	0.201	
Canaleros	0.16	0.27	0.23	0.17	0.19	0.27	0.23	0.21	0.18	0.16	0.18	0.23	1			3.15		0.207	0.207	0.229	
Sierra de	1.00	0.43	0.50	1.19	1.02	0.56	0.58	0.49	0.51	0.59	0.58	0.59	1			8		0.670	0.670	0.744	
Retiro de	2.05	1.41	1.30	0.57	1.05	0.51	1.29	1.04	1.28	1.31	1.35	1.04	1			8		1.183	1.183	1.314	

Nota: Elaboración propia

7.4.2.2 Resultados: En la utilización de esta herramienta podemos ver más fácilmente el cómo existen diferentes áreas en las cuales existe una gran discrepancia entre los tiempos muertos.

El análisis de la matriz de tiempos arroja la siguiente distribución cuantitativa de las estaciones de trabajo según su nivel de ineficiencia:

Nivel Crítico (Rojo - Tiempos Muertos > 28 minutos): Se identificaron **4 estaciones** en estado crítico, lo que representa el **10.2%** del total de la línea. Estas estaciones son los principales focos de interrupción del flujo continuo:

- *Despieladora* (36 m.)
- *Defresado 1* (32 m.)
- *Peso Izado* (30 m.)
- *Defresado 2* (29 m.)

Nivel de Alerta (Naranja - Tiempos Muertos entre 20 minutos y 28 minutos): Se detectaron **4 estaciones** en nivel de alerta, representando otro **10.2%** del proceso. Aunque no detienen la línea inmediatamente, generan micro-paros constantes que afectan el ritmo del operario siguiente:

- *Lavado de Cabeza* (26 m.)
- *Viscera Roja* (23.57 m.)
- *Trimeo de Cabeza* (21 m.)
- *Viscera Verde* (21 m.)

Nivel Tolerable (Amarillo/Verde - Tiempos Muertos < 20 minutos): El resto de las **31 estaciones** (79.6%) presentan tiempos muertos menores, que oscilan entre los micro-descansos naturales del operario y esperas técnicas breves.

La semaforización confirma visualmente el **Principio de Pareto**, ya que la suma de las estaciones en **Rojo** y **Naranja** (8 estaciones) constituye aproximadamente el **20%** de las actividades, las cuales son responsables de las caídas drásticas en la productividad.

- **Zona Roja (Fallas Sistémicas):** La concentración de color rojo en *Peso Izado* y *Despieladora* no obedece a la lentitud del operario, sino a factores externos (suciedad en aretes y fallas mecánicas), lo que valida la necesidad de mantenimiento preventivo y nuevas tecnologías de identificación.
- **Zona Naranja (Desbalanceo):** Las estaciones naranjas se concentran en el manejo de vísceras y cabezas, indicando que estas áreas están desbalanceadas o existe un alto porcentaje de inutilización del personal respecto a la velocidad del resto de la línea.

Síntesis Final: La herramienta de criterios por color demostró que el flujo de sacrificio no es uniforme. Mientras el 80% de la línea (zonas amarillas/verdes) opera con fluidez, existen "tapones" operativos perfectamente localizados en las zonas rojas. La presencia de 4 estaciones críticas con tiempos muertos superiores a medio hora por ciclo de 12 reses es insostenible para una planta TIF de alto rendimiento, validando la urgencia de las acciones correctivas propuestas en mantenimiento y tecnología.

7.4.3 Diagramas de Pareto

El diagrama de Pareto es una técnica cuantitativa que combina un gráfico de barras y una línea para identificar y priorizar las causas principales de un problema, basándose en el principio 80/20 de Pareto, que establece que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas.

En el contexto operativo de la planta TIF 651, el análisis se configuró para ordenar las actividades según su contribución acumulada al tiempo muerto total, permitiendo a la gerencia enfocar los recursos limitados en los problemas que ofrecen el mayor retorno de mejora.

7.4.3.1 Beneficios: Identificación rápida: Reduce el tiempo de análisis en un 70% al visualizar gráficamente las causas principales frente a tablas numéricas (Project Management Institute [PMI], 2021, p. 180)

- **Foco en impacto:** Resalta que ~20% de las actividades (e.g., lavado de canales, sierra de pecho) causan ~80% de los tiempos muertos, optimizando recursos en mejoras clave.

- **Toma de decisiones efectiva:** Facilita auditorías TIF al presentar datos claros para gerencia, apoyando la priorización de acciones correctivas.

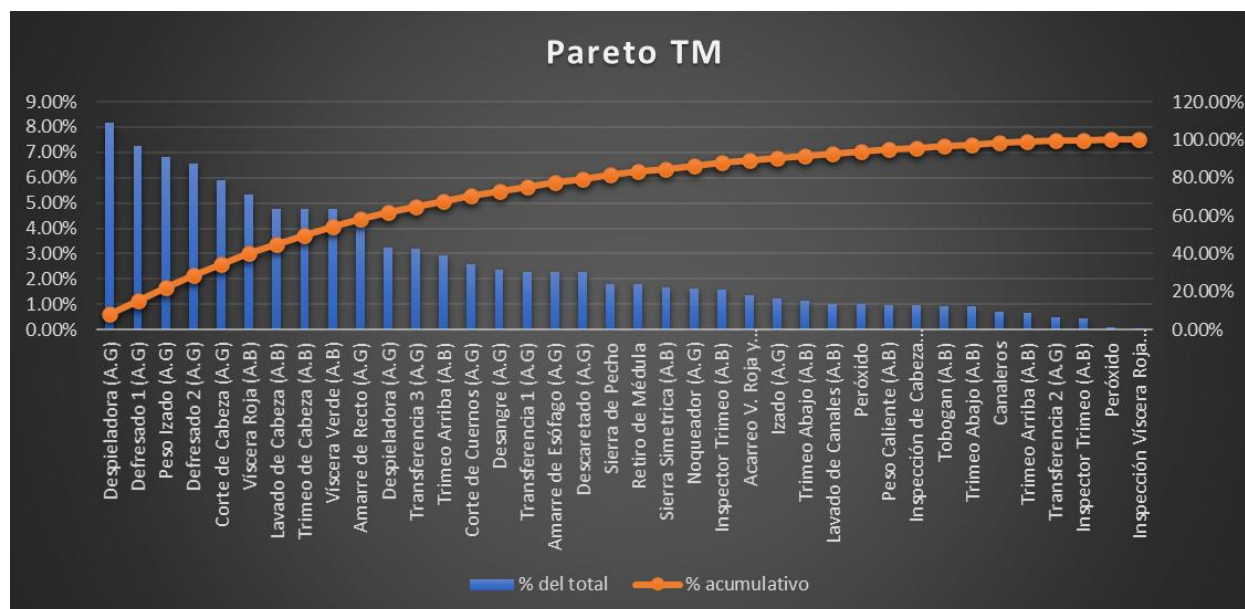
El Pareto que se muestra en la Figura 6 está ordenado del tiempo muerto más largo al más corto, al igual que su contribución para llegar al 20% del problema, contemplando en porcentaje lo que aporta al tiempo final.

Tabla 4**Pareto Tiempo muerto**

Tarea	Tiempo Tipo	% del total	% acumulativo
Despieladora (A.G)	36.000	8.28%	8.28%
Defresado 1 (A.G)	32.000	7.36%	15.63%
Peso Izado (A.G)	30.000	6.90%	22.53%
Defresado 2 (A.G)	29.000	6.67%	29.20%
Corte de Cabeza (A.G)	26.000	5.98%	35.18%
Viscera Roja (A.B)	23.570	5.42%	40.60%
Lavado de Cabeza (A.B)	21.000	4.83%	45.43%
Trimeo de Cabeza (A.B)	21.000	4.83%	50.25%
Viscera Verde (A.B)	21.000	4.83%	55.08%
Amarre de Recto (A.G)	18.000	4.14%	59.22%
Despieladora (A.G)	8.000	1.84%	61.06%
Transferencia 3 (A.G)	14.000	3.22%	64.28%
Trimeo Arriba (A.B)	13.000	2.99%	67.27%
Corte de Cuernos (A.G)	11.400	2.62%	69.89%
Desangre (A.G)	10.500	2.41%	72.30%
Transferencia 1 (A.G)	10.000	2.30%	74.60%
Amarre de Esófago (A.G)	10.000	2.30%	76.90%
Descaretado (A.G)	10.000	2.30%	79.20%
Sierra de Pecho	8.000	1.84%	81.04%
Retiro de Médula	8.000	1.84%	82.88%
Sierra Simétrica (A.B)	7.300	1.68%	84.56%
Noqueador (A.G)	7.100	1.63%	86.19%
Inspector Trimeo (A.B)	7.000	1.61%	87.80%
Acarreo V. Roja y Cabeza (A.B)	6.000	1.38%	89.18%
Izado (A.G)	5.500	1.26%	90.44%
Trimeo Abajo (A.B)	5.000	1.15%	91.59%
Lavado de Canales (A.B)	4.560	1.05%	92.64%
Peróxido	4.550	1.05%	93.69%
Peso Caliente (A.B)	4.260	0.98%	94.67%
Inspección de Cabeza (A.B)	4.250	0.98%	95.65%
Tobogan (A.B)	4.160	0.96%	96.60%
Trimeo Abajo (A.B)	4.000	0.92%	97.52%
Canaleros	3.150	0.72%	98.25%
Trimeo Arriba (A.B)	3.000	0.69%	98.94%
Transferencia 2 (A.G)	2.130	0.49%	99.43%
Inspector Trimeo (A.B)	2.000	0.46%	99.89%
Peróxido	0.340	0.08%	99.96%
Inspección Viscera Roja (A.B)	0.160	0.04%	100.00%
Total	434.930		100.00%

Nota: Elaboración propia

Figura 6
Pareto tiempos y Movimientos



Nota: elaboración propia

7.4.3.2 Resultados del Pareto. El análisis realizado desprende que las técnicas de despieladora, defresado 1 y 2, junto con peso izado conforman el 20% del tiempo muerto.

- Despieladora 8.28%. (8.28% acumulado)
- Defresado 1. 7.36% (15.63% acumulado).
- Defresado 2. 6.90% (22.53% acumulado).
- Peso izado 6.67% (29.20% acumulado).

Se eligió los 2 defresado en conjunto, aunque la regla del 20% haya sido completada, esto debido a que son 2 tareas las cuales normalmente suelen suponerse al mismo tiempo, por lo cual contienen los mismos comentarios y casi la misma variabilidad de tiempo muerto, por lo cual se podrían tomar como un área en concreto o como una tarea. En la Figura 6, se muestra el Pareto que busca enfrentar lo que serían los tiempos normales contra el tiempo muerto promediado entre el número de tareas para visualizar la diferencia.

Síntesis Final de Hallazgos: El diagrama de Pareto permitió descartar que los tiempos muertos fueran un problema generalizado. La evidencia estadística demuestra que el sistema productivo sufre de interrupciones sistémicas focalizadas. Mientras que el resto de las tareas presentan variaciones mínimas, las estaciones de *Despieladora*, *Defresado* y *Peso Izado* actúan como barreras de flujo. La intervención correctiva en estos puntos específicos (mantenimiento a la despieladora y digitalización del peso izado) tiene el potencial matemático de recuperar la capacidad perdida, validando que la estrategia de mejora no requiere reestructurar toda la línea, sino corregir estos "pocos vitales".

Tabla 5
Pareto Tiempo muerto contra los tiempos normales

Tarea	Tiempo Tipo	% del total	% acumulativo
Inspección de Cabeza (A.B)	2.339	5.93%	5.93%
Amarre de Recto (A.G)	1.558	3.95%	9.88%
Transferencia 2 (A.G)	1.496	3.79%	13.67%
Transferencia 1 (A.G)	1.484	3.76%	17.44%
Trimeo Abajo (A.B)	1.388	3.52%	20.95%
Retiro de Médula	1.314	3.33%	24.28%
Transferencia 3 (A.G)	1.301	3.30%	27.58%
Trimeo de Cabeza (A.B)	1.231	3.12%	30.71%
Trimeo Abajo (A.B)	0.982	2.49%	33.20%
Inspector Trimeo (A.B)	0.882	2.24%	35.43%
Lavado de Canales (A.B)	0.857	2.17%	37.61%
Despieladora (A.G)	0.836	2.12%	39.73%
Despieladora (A.G)	0.784	1.99%	41.71%
Sierra de Pecho	0.744	1.89%	43.60%
Lavado de Cabeza (A.B)	0.729	1.85%	45.45%
Víscera Verde (A.B)	0.700	1.78%	47.22%
Víscera Roja (A.B)	0.653	1.66%	48.88%
Peso Izado (A.G)	0.636	1.61%	50.49%
Desangre (A.G)	0.592	1.50%	51.99%
Defresado 1 (A.G)	0.588	1.49%	53.49%
Descaretado (A.G)	0.582	1.48%	54.96%
Izado (A.G)	0.563	1.43%	56.39%
Defresado 2 (A.G)	0.495	1.25%	57.64%
Inspector Trimeo (A.B)	0.462	1.17%	58.81%
Trimeo Arriba (A.B)	0.447	1.13%	59.95%
Corte de Cabeza (A.G)	0.408	1.03%	60.98%
Sierra Simetrica (A.B)	0.400	1.01%	61.99%
Trimeo Arriba (A.B)	0.390	0.99%	62.98%
Corte de Cuernos (A.G)	0.387	0.98%	63.96%
Amarre de Esófago (A.G)	0.378	0.96%	64.92%
Peso Caliente (A.B)	0.310	0.79%	65.71%
Inspección Víscera Roja (A.B)	0.306	0.78%	66.49%
Peróxido	0.294	0.75%	67.23%
Acarreo V. Roja y Cabeza (A.B)	0.236	0.60%	67.83%
Canaleros	0.229	0.58%	68.41%
Peróxido	0.201	0.51%	68.92%
Tobogan (A.B)	0.190	0.48%	69.40%
Noqueador (A.G)	0.146	0.37%	69.77%
Tiempo muerto	11.922	30.23%	100.00%
Total	39.440		100.00%

Nota: Elaboración propia.

Para descartar la hipótesis de que las ineficiencias fueran causadas por lentitud en la ejecución manual de los operarios, se realizó un análisis de contraste entre el **Tiempo Normal de Operación** (el tiempo que debería tardar la tarea) y el **Tiempo Muerto Promedio** del sistema.

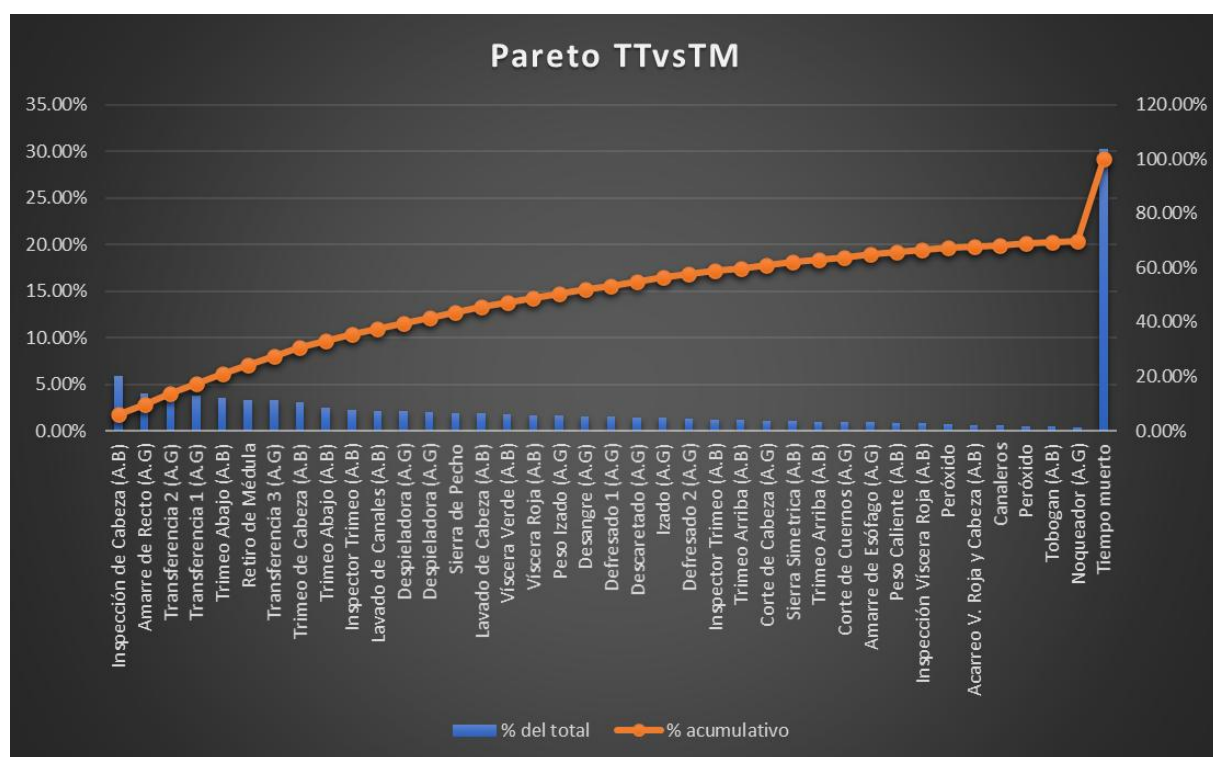
Esta técnica permite visualizar la desproporción existente entre el ciclo productivo y las interrupciones externas, evidenciando si el problema radica en el factor humano (método de trabajo) o en el factor sistémico (mantenimiento y flujo).

7.4.3.3 Beneficios de este análisis: Diagnóstico de Causa Raíz:

Permite distinguir si el cuello de botella es operativo (falta de destreza) o técnico (fallas externas). **Validación de Capacidad:** Confirma que los operarios tienen la habilidad para cumplir con la cuota de producción si se eliminan las barreras externas.

Figura 7

Comparativa de Tiempo Muerto Promedio vs. Tiempo Normal.



Nota: Elaboración propia. La gráfica evidencia la magnitud de las interrupciones frente a la ejecución real del trabajo.

7.4.3.4 Análisis de resultados. El análisis de los datos presentados en la Figura 7 arroja hallazgos contundentes sobre la dinámica de la línea:

Disparidad de Tiempos (Factor 4x)

El hallazgo más significativo es la relación de magnitud entre el tiempo de espera y el de trabajo. Se identificó que el **promedio de tiempo muerto por tarea es cuatro veces mayor** ($4\times$) que el tiempo de ciclo de la tarea operativa más lenta, que corresponde a la *Inspección de Cabeza* (2.339 min).

- **Interpretación:** Esto significa que el sistema pasa más tiempo detenido o en espera de resolución de fallas que ejecutando la operación más compleja de la línea.

Puntos Críticos de Conectividad

Al eliminar la variable de tiempo muerto y analizar solo la ejecución, se observó que los tiempos de realización de tarea son mínimos y competitivos. Sin embargo, tareas como *Inspección de Cabeza*, *Transferencia 1 y 2* y *Amarre de Recto* se identificaron como **puntos críticos de vulnerabilidad**. Aunque algunas (como la *Inspección*) no intervienen directamente en la tracción mecánica de la línea principal, su dependencia del flujo continuo las hace susceptibles a detenerse inmediatamente ante cualquier fallo aguas arriba.

Síntesis Final: La evidencia confirma que la pérdida de productividad no es un problema de velocidad humana. Los operarios ejecutan sus tareas en tiempos óptimos. El problema mayor es la **"pérdida de disponibilidad"** del sistema, donde las interrupciones mecánicas dominan el ciclo total.

7.4.4 Actividades no generadoras de valor y movimientos innecesarios.

A partir de la detección de movimientos innecesarios y tiempos muertos, se profundizó en el análisis de tres estaciones críticas donde la intervención operativa puede generar mejoras inmediatas sin requerir grandes inversiones de capital.

7.4.5 Peso Izado

En esta etapa del proceso, se denotó una pérdida significativa de tiempo atribuible al método de identificación. Al realizar el pesaje, el reconocimiento de la res

mediante el arete visual se ve obstaculizado frecuentemente por la presencia de sangre o barro, lo que impide la lectura inmediata y obliga al operario a realizar limpiezas manuales no programadas.

- **Propuesta de Mejora Tecnológica:** Aunque el Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) exige el arete obligatorio, la modalidad de lectura manual resulta obsoleta para el ritmo de la planta. Se propone la implementación de un **sistema de identificación por código de barras o QR** lavable.

- **Integración al Sistema MEAT:** Se sugiere actualizar el sistema MEAT para permitir el grabado automático mediante lectores ópticos. Este procedimiento debería recorrerse a la etapa de Lavado, previo al izado. De esta manera, la res llegaría a la báscula ya identificada digitalmente, eliminando el 100% de los tiempos muertos por lectura visual y asegurando la trazabilidad exigida por el cliente.

Figura 8

Arete de reconocimiento



Nota: Elaboración propia. La imagen ilustra la transición del arete visual tradicional a uno de lectura óptica para agilizar el flujo.

Desangre. El análisis de micro movimientos reveló que el operador de desangre posee tiempos de espera técnica (mientras la res se desangra) que actualmente son improductivos.

- **Rediseño de la Operación:** Se propone que, durante estos intervalos,

el operador de desangre asuma las tareas auxiliares de **corte de patas delanteras y orejas**.

- **Impacto en el Balanceo:** Esta absorción de tareas permite prescindir de la estación dedicada exclusivamente al "Corte de Cuernos". El recurso humano liberado (un operario) puede ser reasignado estratégicamente al área de **Trimeo de Cabeza**, un Punto Crítico de Control donde la búsqueda minuciosa de abscesos requiere mayor tiempo y atención para garantizar la inocuidad.

El punto negativo de esta medida es prescindir de este operador, por lo cual se podría hacer un rediseño donde el operador pueda apoyar en otro punto el cual este más sobre abarrotado como el trimeo de cabeza, en el cual al ser un punto crítico de control se es necesario tener mayor cuidado en lo que concierne con la búsqueda de abscesos.

7.4.6 Lavado de cabeza

Se identificó que el operador de Lavado de Cabeza presenta una saturación laboral baja, con frecuentes salidas de su zona de trabajo debido a que su ciclo es más rápido que el flujo de la línea.

- **Propuesta de Fusión:** Se recomienda fusionar esta estación con la de **Corte de Cabeza**. Dado el bajo tiempo de ciclo de ambas actividades, un solo operario puede realizar el corte y el lavado secuencial sin afectar el *Takt Time* de la línea principal, optimizando así la mano de obra.

7.4.7 Estandarizar los procesos bajo estudio.

En este punto no se encuentra ningún proceso el cual deba ser estandarizado o no mantenga una estandarización adecuada según lo permitido por SENASICA más bien lo que se es necesario, adecuar un sistema en el cuál 2 o 3 operadores puedan tener el suficiente entrenamiento en una o dos áreas más, lo cual permitirá mayor flexibilidad el momento de estar en el proceso, ya que en caso de algún evento

extraordinario, se pueda hacer función de operadores que están fuera de la línea principal de trabajo, como por ejemplo, acarreo de cabeza y acarreo de vísceras rojas, que son 2 tareas las cuales están en la misma zona y pueden ser hechas por una sola persona, mientras que la otra hace el apoyo correspondiente en el área a suplir.

Este tipo de medidas nos proporcionará mayor flexibilidad en el proceso, debido a que se puede prescindir de estas personas, ya preasignadas a ciertas operaciones a que puedan hacer el auxilio en las zonas u áreas correspondientes.

7.4.8 Generar propuesta de métodos de trabajo más eficientes.

Fuera de las metodologías de cambio ya expuestas, no se identifican mejoras sustanciales en las áreas restantes, dado que el déficit principal radica en los tiempos muertos ocasionados por fallas mecánicas. Estas interrupciones no solo comprometen el flujo continuo del proceso, sino que impactan negativamente en el factor humano. De acuerdo con Guastello (2021), los periodos de inactividad no programada generan un estado de "subcarga" cognitiva que reduce los niveles de vigilancia y alerta del operador. Esta pérdida de atención, derivada de la monotonía de la espera, provoca que, al reanudarse abruptamente la operación, el trabajador presente una respuesta tardía o "inercia cognitiva", incrementando significativamente la probabilidad de cometer errores operativos o sufrir accidentes graves (Stack et al., 2021). Proyectar mejora en la productividad del proceso sin comprometer la calidad sanitaria ni el bienestar animal.

Con base a lo mencionado anteriormente, el análisis de tiempos muertos y reasignación de cargas de trabajo que no tienen que ver con la cuestión de las fallas mecánicas dentro de la operación, se proyecta una mejora integral en la productividad de la línea de sacrificio, esta proyección sustentada por 3 pilares fundamentales como lo son la tecnificación de la identificación, balanceo de líneas y gestión del factor humano, garantiza el estricto de la normativa por SENASICA.

La implementación del sistema de lectura por código de barras durante la etapa

de lavado previo al izado eliminará las paradas no programadas ocasionadas por la falta de reconocimiento visual de los aretes sucios o con sangre, lo cual porta un impacto en la productividad son una reducción significativa en los tiempos de labor del operador, lo cual disminuirá su fatiga o el tener que obligatoriamente retirar el exceso de suciedad por cuenta propia lo cual también impacta en las necesidades de aplicar correctamente lo que pide SENASICA.

Por otro lado, el rediseño de las operaciones, al fusionar las actividades con baja carga laboral y la absorción de cortes de patas orejas y cuernos por el operador de desangre en tiempos muertos, permite liberar capital humano estratégicamente, lo cual puede ser aprovechado para introducirlo en zonas más delicadas o con mayor necesidad de atención como el trimeo de cabeza y así cumplir de mejor manera con lo establecido por SENASICA.

Atendiendo a la problemática de la "somnolencia laboral" derivada de los tiempos muertos y paros mecánicos (Ziegler Barranco & Torres Candia), la estandarización y el entrenamiento cruzado (polivalencia) para acarreo de vísceras rojas y cabezas mantendrán a los operarios activos y alertas.

Al igual de impactar directamente a las demás áreas las cuales tendrán menos tiempos muertos o momentos donde podrían no estar alertas con lo que supone la operación.

7.4.9 Cálculo aproximado de pérdidas por tiempo muerto.

Para dimensionar el impacto financiero de las ineficiencias operativas detectadas, se procedió a realizar una estimación de costos basada en los tiempos muertos acumulados durante el periodo de muestreo.

La **Tabla 6** resume las variables económicas y operativas fijas que intervienen en la línea de sacrificio. Cabe señalar que, por motivos de confidencialidad empresarial, las cifras presentadas son aproximaciones representativas que reflejan la estructura de costos real sin vulnerar datos sensibles de la organización.

Tabla 6

Elementos de costo y operación en la línea de sacrificio

Tipo	Tiempo	Unidad de medición
Tiempo muerto total	441.13	minutos
Costo por hora trabajada (operador)	350	pesos mexicanos
Gasto energético	694	pesos mexicanos (costo aproximado x hora)
Total estándar de reses sacrificadas por hora	30	Reses cada hora
Total real de reses sacrificadas por hora	26	Reses cada hora
Costo aproximado de mantenimiento	87	pesos por hora
Total de operadores	60	operadores

Nota: Elaboración propia.

Con base en los datos anteriores, se desarrolló un modelo matemático para cuantificar el "Costo de la No Calidad" (despilfarro) generado exclusivamente por los tiempos de inactividad.

El cálculo se realizó integrando el costo de la nómina detenida y los gastos fijos operativos que se siguen incurriendo a pesar de que la línea no esté produciendo. La fórmula empleada se desglosa de la siguiente manera:

- **Conversión del Tiempo Muerto a Horas (Th):**

$$Th = \frac{441.13 \text{ min}}{60 \text{ min}} \approx 7.35 \text{ horas improductivas}$$

- **Costo Horario Integrado (CH):**

Se suma el costo de la mano de obra total más los gastos indirectos (energía y mantenimiento):

$$CH = (350 \times 60) + 694 + 87$$

$$CH = 21,00 + 781 = \$21,781.00 \text{ MXN/hora}$$

- **Cálculo de la Pérdida Total (PT):**

$$PT = 21,781 \times 7.35 \approx \$160,139.31 \text{ MXN}$$

7.4.9.1 Análisis de Resultados Financieros: La **Figura 9** ilustra el impacto económico total derivado de las interrupciones mecánicas y operativas durante el periodo de estudio (aproximadamente 5 días laborales).

Figura 9

Costo del total de desperdicio

Costo total de desperdicio por tiempo muerto	\$ 160,139.31
--	---------------

Nota: Elaboración propia.

Interpretación:

El análisis financiero revela que la planta incurrió en una pérdida bruta de **\$160,139.31 MXN** durante la semana de observación debido a la inactividad no programada.

Esto se traduce en un costo de oportunidad diario promedio de:

$$\text{Pérdida diaria} = \frac{160,139.31}{5} \approx 32,027.86 \text{ MXN/día}$$

Esta cifra es crítica, ya que representa recursos financieros que la empresa eroga sin obtener retorno productivo (retribución a 60 operadores parados y consumo de energía basal). Aunado a esto, no se están contabilizando los costos de oportunidad variables, como la venta no realizada de las 4 reses por hora que se dejan de procesar (diferencia entre las 30 estándar y las 26 reales), lo que incrementaría sustancialmente la cifra real de pérdidas.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones de Proyecto y recomendaciones

La presente investigación cumplió con el objetivo general de realizar un estudio de tiempos y movimientos para optimizar el área de sacrificio normal en la planta TIF 651. A partir del análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recolectados, se presentan las siguientes conclusiones que sintetizan el estado actual del proceso y validan la hipótesis de trabajo.

8.1.1. Sobre la Eficiencia Operativa y Capacidad.

Se concluye que el proceso actual opera por debajo de su capacidad de diseño. El análisis de tiempos estándar reveló que la línea procesa un promedio real de **26 reses por hora**, frente al estándar directivo de **30 reses por hora**. Esta brecha de eficiencia del 13.3% no es atribuible a la falta de destreza de los operarios, sino a la baja disponibilidad mecánica y técnica del sistema. La evidencia confirma que el sistema pierde una proporción significativa de tiempo en "esperas" y "resolución de fallas", más que en la transformación productiva del producto.

8.1.2. Sobre las Causas Raíz de los Tiempos Muertos.

La aplicación del Diagrama de Pareto permitió identificar que la ineficiencia no es un problema generalizado, sino focalizado en puntos críticos específicos. Se determinó que el 20% de las estaciones de trabajo son responsables de aproximadamente el 29% de las interrupciones totales.

- **Despieladora y Sierras:** Se identificaron como los principales cuellos de botella mecánicos. La falta de un programa de mantenimiento preventivo riguroso ha convertido a estos equipos en fuentes constantes de paros no programados, afectando la continuidad del flujo en las áreas de Defresado.
- **Peso Izado:** Se concluye que el método actual de identificación visual es obsoleto para el ritmo de la planta. La ilegibilidad de los aretes por suciedad genera

detenciones manuales recurrentes que, aunque breves, rompen el ritmo de la línea y acumulan pérdidas significativas al final del turno.

8.1.3. Sobre el Impacto Económico.

La ineficiencia operativa tiene un costo financiero directo y cuantificable. El estudio estimó que los tiempos muertos generan pérdidas económicas sustanciales derivadas del pago de nómina improductiva y el consumo de energía basal durante los paros. Esta fuga de capital justifica plenamente la inversión en las mejoras propuestas, ya que el costo de la "no calidad" supera con creces el presupuesto requerido para la implementación de programas de mantenimiento y tecnología de identificación.

8.1.4. Sobre el Factor Humano y la Calidad Sanitaria.

Aunque el personal cumple con los procedimientos, la estructura actual de las cargas de trabajo presenta desbalance. Se detectaron estaciones con saturación baja (como Lavado de Cabeza) y otras con alta presión (como Trimeo). Esta disparidad, sumada a los periodos de inactividad por fallas mecánicas, genera riesgos de "inercia cognitiva" en los operarios, lo que podría derivar en errores operativos. Sin embargo, se confirmó que las prácticas actuales de inspección y puntos críticos de control (PCC) mantienen la inocuidad del producto, aunque la optimización del flujo reforzaría aún más la seguridad alimentaria al reducir los tiempos de exposición de la canal.

8.2 Recomendaciones

Con base en los hallazgos del estudio y con el fin de alcanzar la meta operativa de 30 reses por hora garantizando el cumplimiento normativo de SENASICA, se emiten las siguientes recomendaciones estratégicas:

8.2.1 Optimización de transferencias:

Asignar el personal adecuado basado en responsabilidad, para evitar el falló o en su defecto, proporcionar lista de asistencia mediante grupo de operadores para

efectuar el proceso un día antes del mismo, así habrá una responsabilidad directa sobre los trabajadores, además de mejorar la planeación de los procesos.

8.2.1 Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo (PDCA)

Se recomienda transitar de un modelo de mantenimiento correctivo (reparar cuando falla) a uno preventivo basado en la metodología **Plan-Do-Check-Act (PDCA)**.

- **Acción:** Desarrollar manuales específicos para los equipos críticos detectados (Despieladora, Sierra de Pecho y Canales).
- **Herramientas:** Utilizar análisis AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Falla) para predecir riesgos y gestionar las órdenes de trabajo mediante herramientas digitales en la nube (Google Drive/CMMS) para asegurar la trazabilidad.
- **Impacto:** Esta acción atacará directamente la causa raíz número uno de los tiempos muertos, estabilizando el flujo de la línea.

8.2.2 Manual de Mantenimiento:

Realización y efectuación inmediata de un manual de mantenimiento para evitar mantenimientos correctivos durante la efectuación de las tareas. En la Tabla 3, se muestra el cronograma que atiende a las necesidades básicas, cuida del tiempo de implementación para que el mismo no interfiera con la producción normal de la planta, además de que exista una mejora plausible dentro del marco de lo requerido, por lo tanto, este manual puede ser realizado de la siguiente manera:

Tabla 7

Cronograma general de implementación de manual de mantenimiento.

Etapas	Actividades Principales	Responsables	Duración	Fecha Estimada
1. Planificación	Identificar activos, revisar normativas SENASICA y recopilar datos históricos.	Gerencia y equipo de mantenimiento	2 semanas	09/02/2026 - 23/02/2026
2. Desarrollo del Manual	Elaborar procedimientos, programaciones y formatos de registro.	Equipo técnico y consultores	4 semanas	24/02/2026 - 21/03/2026
3. Capacitación	Sesiones de entrenamiento para personal involucrado. Supervisores y RRHH	Supervisores y RRHH	2 semanas	22/03/2026 - 05/04/2026
4. Implementación Piloto	Aplicar en una sección del área y monitorear.	Operarios mantenimiento	3 semanas	06/04/2026 - 27/04/2026
5. Evaluación y Ajustes	Analizar indicadores, ajustar manual y escalar a toda el área.	Gerencia y calidad	2 semanas	28/04/2026 - 10/05/2026
6. Monitoreo Continuo	Revisiones mensuales post-implementación	Todo el equipo	Permanente	A partir de 11/05/2026

Nota: Elaboración propia.

8.2.2. Tecnificación del Sistema de Identificación y Trazabilidad

Es imperativo modernizar el método de reconocimiento del ganado para eliminar los paros en la báscula.

- Propuesta: Implementar tecnología de lectura óptica (Códigos QR o de Barras lavables) y recorrer el punto de lectura a la etapa de Lavado, previo al izado.

- Integración: Vincular estos lectores automáticamente al sistema MEAT, eliminando la captura manual y los errores humanos. Esto no solo agiliza el proceso, sino que robustece la trazabilidad exigida por las autoridades sanitarias.

8.2.3. Reingeniería del Layout y Balanceo de Cargas

Para optimizar el uso del capital humano y reducir la fatiga, se recomienda una redistribución estratégica de las tareas (ver propuesta de Layout en anexos):

- Fusión Operativa: Integrar la estación de Lavado de Cabeza con la de Corte de Cabeza. Dado que ambos ciclos son cortos, un solo operario puede ejecutar ambas tareas sin afectar el ritmo, eliminando tiempos de espera inactiva.
- Reforzamiento de Calidad: El recurso humano liberado por esta fusión debe ser reasignado al área de Trimeo de Cabeza. Esto fortalecerá la inspección de ganglios y la búsqueda de abscesos, mitigando riesgos de salud pública asociados a materiales de riesgo específico (MRE) y patógenos como la Salmonella, garantizando un producto más seguro para el consumidor.

El Layout es sobre el proceso de sacrificio normal (ver Figura 10), donde se hicieron los cambios propuestos, eliminando la zona de lavado de cabeza integrándola al corte de la misma y agregando ese personal faltante a la parte del trimeo de cabeza.

IX. REFERENCIAS

- Bakalis, S., Gerogiorgis, D., Argyropoulos, D. & Christos Emmanoulidis, 2022. *Industria alimentaria 4.0: Oportunidades para un futuro digital. Academic Press*, pp. 357-368.
- Barrón, R. M., 2021. *Inocuidad, normatividad y calidad como estrategia competitiva: experiencias en el sector porcícola de México y Sonora*. [En línea]
Available at: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2395-91692021000200117&script=sci_arttext
- BM EDITORES, 2023. [En línea]
Available at: <https://bmeditores.mx/porcicultura/certificacion-en-rastros-tif>
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 2012. *REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL DE SANIDAD ANIMAL*. [En línea]
Available at: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFSA.pdf
- CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN, 2024. *LEY FEDERAL DE SANIDAD ANIMAL*. [En línea]
Available at: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFSA.pdf>
- Cuevas Arteaga, C., González Montenegro, Y. Á., Torres Salazar, M. d. C. & Valladares Cisneros, M. G., 2020. *Importancia de un estudio de tiempos y movimientos*. [En línea]
Available at: <https://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/28/20>
- Diario Oficial de la Federación [DOF], 2018. *NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas..* [En línea]
Available at: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html
- Dirección General de Inocuidad Agroalimentaria Acuícola y Pesquera [DGIAAP], 2020. *MANUAL PARA LA VERIFICACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL*. [En línea]
Available at: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/557106/Manual_para_la_verificaci_n_del_Bienestar_animal.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/557106/Manual_para_la_verificacion_del_Bienestar_animal.pdf)
- El Sudcaliforniano, 2019. *Incrementa 25% productividad del Rastro TIF en Los Cabos*. [En línea]
Available at: <https://oem.com.mx/elsudcaliforniano/local/incrementa-25-productividad-del-rastro-tif-en-los-cabos-19934058>

FAO, 2024. *Codex Alimentarius*. [En línea]

Available at: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252FStandards%252FCXG%2B103-2024%252FCXG_103e.pdf

García Alcaraz, J. L., Realyvásques Vargas, A. & Z-Flores, E., 2021. Trends in Industrial Engineering Applications to Manufacturing Process. En: J. L. García Alcaraz, A. Realyvásques Vargas & E. Z-Flores, edits. *The DMAIC Methodology as a Tool for Process Improvement: The Case of a Mexican Manufacturing Company*. Ciudad Juárez: Springer, pp. 335-364.

Gobierno de México, 2020. *Capítulo 9-MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS*. [En línea]

Available at: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/465791/09ESPMedidasSanitariasYFitosanitarias.pdf>

Gobierno del estado de Sinaloa, 2025. *Ganadería*. [En línea]

Available at: <https://estadisticas.sinaloa.gob.mx/eBooks/Temas/GANADERIA2025.pdf#:~:text=En%20cuanto%20a%20existencias%20ganaderas%2C%20para%20el,caprino%2C%20de%20acuerdo%20al%20Servicio%20de%20Informaci%C3%B3n>

Groover, M., 2020. *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. 7MA edición ed. s.l.:Wiley.

Groover, M. P., 2024. *Pearson New International Edition*. [En línea]

Available at: <https://www.pearson.de/media/muster/ext/9781292053363.pdf>

International Organization for Standardization [ISO], 2021. *IESTP CABANA*. [En línea]

Available at: <https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/NORMA-ISO-22000.pdf>

Kanawaty, 2020. *Introducción al estudio del trabajo*. 4.^a ed ed. s.l.:Oficina Internacional del Trabajo.

Krajewski, L. J., Malhotra, M. K., & Ritzman, L. P. (2021). *Operations management: Processes and supply chains* (13a ed.). Pearson.

https://books.google.com.mx/books?id=B6LAqCoPSeoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Linea Directa, 2025. *Rastro TIF de Mazatlán cierra el año con 28 mil 200 unidades procesadas*. [En línea]

Available at: https://lineadirectaportal.com/sinaloa/rastro-tif-de-mazatlan-cierra-el-ano-con-28-mil-200-unidades-procesadas-2025-12-30_1546263

Liker, J. K. (2021). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer* (2a ed.). McGraw-Hill.
<https://books.google.com.pe/books?id=gaWCsozQpPIC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2020. *Ergonomía para la prevención de trastornos muscoesqueléticos*. [En línea]
 Available at: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA4383.pdf>

Rengifo Gélvez , M. E. & Gómez Serna, H. M., 2023. *ISO 14001: retos, impactos, desempeño y oportunidades para las orginzaciones*. [En línea]
 Available at: <file:///C:/Users/migue/Downloads/Dialnet-ISO14001-9281355.pdf>

SADER, 2020. *GOB*. [En línea]
 Available at: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/establecimientos-tipo-inspeccion-federal-garantia-de-carnicos-de-excelente-calidad>

SADER, 2023. *Afinan Agricultura e industria cárnica programa piloto de alto desempeño*. [En línea]
 Available at: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/afinan-agricultura-e-industria-carnica-programa-piloto-de-alto-desempeno?idiom=es>

Secretaria del Trabajo y Prevención Social [STPS], 2024. *En marzo de 2024 se hará efectiva la aplicación de la NOM-036*. [En línea]
 Available at: https://www.gob.mx/stps/prensa/en-marzo-de-2024-se-hara-efectiva-la-aplicacion-de-la-nom-036?idiom=es#:~:text=*%20Secretar%C3%ADa%20del%20Trabajo%20y%20Previsi%C3%B3n%20Social.%20*%20Prensa.

SENASICA, 2020. *GUÍA TIF BOVINO parte 4*. [En línea].

SENASICA, 2021. *Cárnicos TIF, garantía de higiene e inocuidad*. [En línea]
 Available at: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/carnicos-tif-garantia-de-higiene-e-inocuidad>

SENASICA, 2024. *Estrategia Nacional contra la Resistencia a los Antimicrobianos (RAM)*. [En línea]
 Available at: <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/resistencia-a-los-antimicrobianos-ram>

- SENASICA, 2024. *Mejor entendimiento de las acciones que operamos para fortalecer la producción de alimentos sanos y seguros..* [En línea]
Available at: <https://www.gob.mx/senasica/articulos/consulta-nuestras-reglas-de-operacion-2024>
- SENASICA, 2026. *Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria.* [En línea]
Available at: <https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/programa-de-sanidad-e-inocuidad-agroalimentaria-194083>
- SERTINA, 2023. *¿Cómo se puede reducir el desperdicio de alimentos en la producción de carne?.* [En línea]
Available at: <https://www.sertina.es/blog/como-se-puede-reducir-el-desperdicio-de-alimentos-en-la-produccion-de-carne-n10?srsId=AfmBOorThPW0RIGE9xBTN1-xjoLEVTmV3YvNzzr6hFMZPn5lcLCrd5YC>
- Stack, T., Ostrom, L. T., & Wilhelmsen, C. A. (2021). Occupational ergonomics: A practical approach (2a ed.). Wiley.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2Oj5CQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=occupational+health+and+safety+&ots=PBGvr9ZVMn&sig=2oUNQL45OCsEpPrZuWQWEIMn4Zs#v=onepage&q=occupational%20health%20and%20safety&f=false>
- The Bridge, 2024. *Tipos de análisis de datos: Comprendiendo las herramientas clave para tomar mejores decisiones.* [En línea]
Available at: <https://thebridge.tech/blog/tipos-analisis-datos/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20exploratorio%20se%20utiliza,evidentes%20con%20m%C3%A9todos%20m%C3%A1s%20estructurados.>
- TSI Group, 2024. *TSI LifeScience.* [En línea]
Available at: <https://tecnosolucionescr.net/blog/934-establecimientos-tif-en-mexico-un-pilar-para-la-calidad-agroalimentaria>

X. ANEXOS (Opcional).

10.1 Evidencias fotográficas

