



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE MEJORA DE PROCESO PARA AUMENTO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN
EN PLANTA DE RENDERING UBICADA EN GUATEMALA POR MEDIO DE ANÁLISIS DE
FLUJO DE PROCESO**

Hector Emanuel Orantes García

Asesorado por el Ing. Agr. Erick Mauricio Ramírez Córdova

Guatemala, abril 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE MEJORA DE PROCESO PARA AUMENTO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN
EN PLANTA DE RENDERING UBICADA EN GUATEMALA POR MEDIO DE ANÁLISIS DE
FLUJO DE PROCESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HECTOR EMANUEL ORANTES GARCIA

ASESORADO POR M.A. ING. AGR. ERICK MAURICIO RAMÍREZ CÓRDOVA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, ABRIL 2024



EEPFI-PP-0337-2023
Guatemala, 13 de abril de 2023

Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela De Ingenieria Mecanica Electrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE MEJORA DE PROCESO PARA AUMENTO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN PLANTA DE RENDERING UBICADA EN GUATEMALA POR MEDIO DE ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Área de Operaciones - Optimización de operaciones y procesos**, presentado por el estudiante **Hector Emanuel Orantes Garcia** carné número **201114231**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Erick Mauricio Ramirez Cordova
Asesor(a)

Erick Mauricio Ramirez Cordova
Ingeniero Agrónomo S.P.A.
Colegiado 7111

Mtro. Edgar Dario Alvarez Coti
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador(a) de Maestría





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.186.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE MEJORA DE PROCESO PARA AUMENTO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN PLANTA DE RENDERING UBICADA EN GUATEMALA POR MEDIO DE ANÁLISIS DE FLUJO DE PROCESO**, presentado por: **Hector Emanuel Orantes Garcia** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, abril de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 186 CUI: 1926893550101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIA	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Aníbal Silva de los Ángeles
EXAMINADOR	Ing. José Antonio de León Escobar
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE MEJORA DE PROCESO PARA AUMENTO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN
EN PLANTA DE RENDERING UBICADA EN GUATEMALA POR MEDIO DE ANÁLISIS DE
FLUJO DE PROCESO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 13 de abril 2023



Hector Emanuel Orantes Garcia

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitir culminar una meta tan importante en mi vida
Mis padres	Marta García y Hector Orantes por guiarme en cada paso de mi vida, por ser el apoyo que me permite hoy dar gracias por culminar esta meta
Mi esposa e hija	Diana Ramírez y Fátima Orantes por ser el motivo y motor que me hace superar cada meta
Mis hermanos	Denisse y Luis Orantes, Fátima Molina, por su constante apoyo y aliento para cumplir mis metas
Mis amigos	Por el apoyo incondicional en cada paso del camino para culminar esta meta

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Gracias por ser el faro de mi formación y el cimiento de mis sueños. Mi eterna gratitud y orgullo

Facultad de Ingeniería

Por moldear mi mente, fortalecer mi carácter y encender mi pasión

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
3.1. Descripción del problema	7
3.2. Formulación del problema	10
3.2.1. Pregunta central.....	10
3.2.2. Preguntas de investigación	10
3.3. Delimitación de estudio.....	11
3.3.1. Límite temporal	11
3.3.2. Límite geográfico.	11
3.3.3. Límite espacial.....	11
3.4. Viabilidad.....	12
3.5. Consecuencias	12
3.5.1. De realizarse.....	13
3.5.2. De no realizarse.....	13
4. JUSTIFICACION	15

5.	OBJETIVOS	17
5.1.	General	17
5.2.	Específicos.....	17
6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	19
7.	MARCO TEÓRICO	21
7.1.	Planta de <i>rendering</i>	21
7.1.1.	Ubicación y giro de negocio.....	21
7.1.2.	Maquinaria.....	22
7.1.2.1.	Transporte de tronillo	22
7.1.2.2.	Bomba lamella	23
7.1.2.3.	Cocedores	23
7.1.2.4.	Prensa de harina cárnica	24
7.1.2.5.	Enfriadora de harina	25
7.1.2.6.	Molino.....	25
7.1.2.7.	Decantador de aceite.....	26
7.1.3.	Producto final	26
7.1.3.1.	Harina cárnica	26
7.1.3.2.	Aceite cárnico	27
7.2.	Proceso de producción de <i>rendering</i>	27
7.2.1.	Recepción y carga de producto	28
7.2.2.	Cocción de producto.....	29
7.2.3.	Traslado de productos	30
7.2.4.	Prensado de producto	30
7.2.5.	Ensaque de producto	31
7.2.6.	Despachos	31
7.3.	Optimización de proceso.....	32
7.3.1.	KPI de producción.	32

7.3.2.	Procesos estandarizados.....	33
7.3.3.	Modificación de maquinaria.....	34
7.3.4.	Análisis de flujos.	34
7.3.5.	Análisis de tiempos de producción.....	34
7.3.6.	Diagramas de procesos	35
7.3.7.	Mejora continua	36
7.3.8.	Ishikawa.....	36
7.3.9.	Pareto	37
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	39
9.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	41
9.1.	Enfoque	41
9.2.	Diseño	42
9.3.	Tipo	42
9.4.	Alcance.....	42
9.5.	Variables e indicadores	43
9.6.	Matriz de consistencia	45
9.7.	Fases de la investigación.....	47
9.7.1.	Fase 1. Revisión documental	48
9.7.2.	Fase 2. Diagnóstico	49
9.7.3.	Fase 3. Definición de la estrategia	51
9.7.4.	Fase 4. Definición de evaluación de desempeño ...	52
9.8.	Población y muestra	53
9.9.	Técnicas y metodología	54
9.10.	Resultados esperados	55
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS	57

11. CRONOGRAMA 59

12. FACTIBILIDAD DE ESTUDIO..... 61

REFERENCIAS..... 63

APÉNDICES 67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Cronograma de investigación	59
------------------	-----------------------------------	----

TABLAS

Tabla 1.	Matriz de consistencia	45
Tabla 2.	Tabla de factibilidad	61

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar de la población
e	Error de la muestra.
Q	Quetzal
n	Tamaño de muestra
N	Tamaño de la población.
Z	Tipificación de nivel de confianza de la distribución normal.

GLOSARIO

Aceite	Producto líquido obtenido del proceso de <i>rendering</i> , utilizado en la fabricación de productos industriales y cosméticos
Bombas lamella	Equipos utilizados para bombear y transportar fluidos en el proceso de <i>rendering</i>
Cocción de producto	Proceso de calentamiento de los subproductos animales para separar las grasas y eliminar el agua.
Cocedores	Equipos utilizados para calentar y cocinar los subproductos animales en el proceso de <i>rendering</i> .
Decanter	Equipo utilizado para separar líquidos y sólidos en el proceso de <i>rendering</i> .
Enfriadoras	Equipos utilizados para enfriar los productos del proceso de <i>rendering</i> antes de su almacenamiento o empaque.
Harina	Producto sólido obtenido del proceso de <i>rendering</i> , utilizado como ingrediente en la fabricación de alimentos para animales.

Ishikawa	Método de análisis de causas y efectos utilizado para identificar los factores que contribuyen a un problema o variabilidad en un proceso.
KPI de producción	Indicadores clave de rendimiento utilizados para medir la eficacia y eficiencia de un proceso de producción.
Molino	Máquina utilizada para triturar y pulverizar materiales sólidos en el proceso de <i>rendering</i> .
<i>Rendering</i>	Proceso de conversión de subproductos animales en productos útiles, como harina y aceite.

RESUMEN

Este trabajo de investigación se centra en la implementación de una estrategia para optimizar la producción en una planta de *rendering* en Guatemala. La necesidad de este estudio surge de los desafíos operativos que enfrenta la planta, incluyendo la calidad de la materia prima, la rotación de personal y la eficiencia en los procesos de producción. La finalidad de este proyecto de investigación es identificar las causas subyacentes de estos problemas y desarrollar soluciones efectivas, lo cual es esencial para la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa.

A través de un análisis detallado de los procesos y la identificación de áreas críticas, se busca mejorar la capacidad de producción de la planta, por medio de una mejor eficiencia y productividad. Además, esto permitirá establecer indicadores claves de rendimiento que facilitaran la medición de las mejoras implementadas y ayudaran en la toma de decisiones para garantizar los beneficios económicos de la empresa.

Este estudio se desarrollará a través de un enfoque mixto, fusionando técnicas cuantitativas y cualitativas. Dado que el diseño de la investigación es no experimental y transversal, permitirá una exploración exhaustiva de los procesos de producción en un punto específico en el tiempo. Se emplearán diversas metodologías, incluyendo encuestas, entrevistas y análisis estadístico, para la recolección y evaluación de los datos. La metodología de este estudio permitirá identificar los desafíos y los puntos críticos en los procesos de la planta, y establecer estrategias para optimizar estos procesos.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como objetivo proponer una solución para mejorar la eficiencia de producción en una planta de *rendering* ubicada en Guatemala, utilizando técnicas de análisis de procesos y optimización de operaciones. Se trata de una propuesta de sistematización de los procesos productivos que busca incrementar la productividad y reducir los costos de la empresa. Este estudio se sitúa en la línea de investigación de Optimización de Operaciones y Procesos del área de Operaciones de la maestría de Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La importancia de esta solución radica en el potencial para aumentar la rentabilidad de la empresa, mejorando la eficiencia de los procesos productivos y reduciendo el tiempo y los costos de producción. Se espera obtener resultados significativos en términos de reducción de costos, incremento de la producción y mejora de la calidad de los productos.

En cuanto al esquema de solución, se propone un enfoque en cuatro fases que abarcan la identificación de los procesos productivos, el análisis y evaluación de estos, la definición y diseño de mejoras, y la implementación y seguimiento de las mejoras propuestas. Para llevar a cabo este proyecto se utilizarán diversas técnicas de recolección de datos y análisis estadístico.

En resumen, este proyecto se enfoca en mejorar la eficiencia de producción de una planta de *rendering* en Guatemala mediante el análisis de procesos. La solución propuesta involucra la implementación de gestión de procesos y la capacitación del personal en técnicas de mejora continua. Se

espera que este trabajo de investigación genere resultados concretos en términos de reducción de costos, aumento de la productividad y mejora en la calidad de los productos finales. La factibilidad de la solución se basa en el bajo costo y la disponibilidad de recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

El informe final se dividirá en tres capítulos principales: Desarrollo de Resultados, Presentación de Resultados y Discusión de Resultados. El desarrollo de resultados incluirá una descripción detallada de cada fase del proyecto, desde la evaluación inicial de la planta de *rendering* hasta el diseño de las soluciones propuestas. Se explicará cómo se llevaron a cabo las pruebas y experimentos, así como las herramientas y tecnologías utilizadas para recopilar y analizar los datos.

En la presentación de resultados se mostrarán los hallazgos más importantes de esta investigación, incluyendo los problemas identificados en la planta de *rendering* y las soluciones propuestas para abordarlos. Se presentarán gráficos, tablas y otras visualizaciones para ilustrar los datos recopilados y se detallarán los resultados obtenidos de cada prueba realizada. En la discusión de resultados se analizarán los resultados obtenidos en el estudio y se discutirán los posibles impactos de las soluciones propuestas en la eficiencia de la planta de *rendering*. También se identificarán las limitaciones del estudio y se darán recomendaciones para futuras investigaciones que puedan ayudar a mejorar aún más la eficiencia de la planta y reducir los costos adicionales que se han generado debido a los problemas identificados.

2. ANTECEDENTES

Los antecedentes de una investigación son fundamentales para entender el contexto en el que se desarrolla el problema y para identificar los conocimientos previos que se tienen sobre el tema en cuestión. Este trabajo de investigación se enfoca en el proceso de producción de harina y aceite en una planta de *rendering*. Por lo tanto, es importante revisar estudios previos que aborden temas relacionados con la producción de harina y aceite, el procesamiento de materia prima y el uso de la maquinaria en la industria alimentaria. De esta manera, se podrán identificar las fortalezas y debilidades de las técnicas de producción utilizadas en el pasado y se podrán establecer comparaciones con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación.

Baquero (2020) realiza una propuesta administrativa que permite mitigar los riesgos inherentes del proceso de *rendering* y mejorar el ambiente de la planta. El objetivo principal de Baquero es mejorar el ambiente laboral con el fin de mantener un control del proceso adecuado por medio de los colaboradores. Además, busca que los cambios del proceso sean bien vistos por el personal para que se adecuen con más eficiencia al cambio. Debido a que la planta de *rendering* no está totalmente automatizada muchas la investigación de Baquero aporta información para esta investigación sobre cómo influir en los colaboradores con el fin mejorar los procesos. Debido a que el proceso de *rendering* es difícil en tema de carga bacteriana y en olores, las personas deben de estar instruidas para el manejo de estos productos. Baquero en su investigación proporciona estrategias para ayudar a hacer más eficiente los procesos por medio de la capacitación del personal.

Estrada Cabrera (2020) analiza la optimización de una línea de caramelo duro, él se basa en la teoría de restricciones con el objetivo de optimizar la línea de producción, para ello estrada Cabrera utiliza esquemas de producción, encuestas, Pareto, diagramas de causa y efecto. El trabajo de estrada aporta a esta investigación una guía de cómo analizar las capacidades de la maquinaria en el proceso he identificar los problemas que causa un equipo antiguo o mal utilizado en el rendimiento del proceso. También aporta con técnicas de obtención de datos orientadas al análisis del funcionamiento de la maquinaria recopilada los operarios de la maquinaria. Este aporte ayuda a determinar las causas raíz de los problemas en la planta de *rendering* estudiada en este trabajo de investigación

Castellón (2019) evalúa la eficiencia energética y productiva de una planta productora de harina de subproductos de pollo. El estudio lo realiza mediante un análisis energético avanzado y termo económico

El análisis de Castellón identifica la eficiencia de la productividad por medio de la comparación de la materia prima que ingresa al proceso y el producto resultante, que en este caso es harina y aceite, estos dos productos son el resultado de prensar los subproductos de las plantas de faenado ya cocinados. El análisis energético se encarga de analizar de eficiencia termodinámica de los equipos que se encuentran en el proceso, como lo son los cocedores de los subproductos de las plantas de faenado.

El estudio de Castellón aporta a esta investiga un ejemplo de cómo realizar una medición de eficiencia energética en los cocedores de la planta de *rendering*. Esta medición será útil ya que los cocedores están demorando un aproximado de 6 horas en realizar la cocción de la materia prima, y el tiempo adecuado debería de ser 3 horas aproximadamente. Además, nos

brinda un comparativo de eficiencia de la productividad para realizar indicadores.

Vásquez (2017) realiza un trabajo de investigación para mejora de proceso en donde el objetivo principal optimizar el desempeño del personal mediante la simplificación de tareas realizadas. Evalúa el proceso por conceptos y clases, realizando una selección de ellos representarlos en un flujograma con el fin de estudiar cada proceso por individual. Por medio del análisis presenta oportunidades de mejora, define alcances, evalúa desempeños y mediante estos resultados rediseña el proceso. Este rediseño lo acompaña con un análisis de movimientos y estudio de tiempos en cada actividad. El aporte a esta investigación es una guía de análisis de proceso para poder identificar los puntos de mejora y reducción de tiempos en cada proceso mediante un análisis detallado de cada actividad.

Clavijo y Rodríguez (2016) investigan sobre el diseño de parámetros para el proceso de secado de harina de sangre en una planta de *rendering* por medio de una herramienta de optimización. La herramienta que utilizan es un diseño de experimentos de tipo factorial.

El objetivo principal de Clavijo y Rodríguez es realizar un nuevo diseño de producción que permita robustecer el proceso de harina de sangre en una planta de *rendering* de Alconpo. La investigación se realiza mediante la manipulación en forma controlada las variables que afectan el proceso que convierte la sangre en harina.

El estudio de Clavijo y Rodríguez contribuye a esta investigación con información y métodos para desarrollar un análisis del proceso, es decir encontrar el valor o el rango de operación de los factores controlables, de

manera que el proceso sea afectado en forma mínima por la variabilidad de los factores no controlables. También aporta información de proceso e indicadores para harina de sangre.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Planta de *rendering* ubicada en Guatemala con capacidad de procesamiento excedida. La planta presenta varios cuellos de botella que afectan su eficiencia y productividad. En primer lugar, la demora en el proceso de cocción de la materia prima implica una menor capacidad de procesamiento en un tiempo determinado. Además, la utilización de materia prima con poco tiempo de vida útil para procesar exacerba el problema de la demora en la cocción, al mismo tiempo el aumento de la cantidad de materia prima en descomposición debido al alto tiempo de espera a ser procesada. Por último, la mala calidad del producto cocido resultante por el largo tiempo en los cocedores genera una mayor demora en el área de prensado, lo que agrava los problemas anteriores. Todos estos factores combinados impiden que la planta alcance su capacidad teórica y generan problemas en el procesamiento y desperdicio de materia prima.

3.1. Descripción del problema

La planta de *rendering* es una instalación industrial especializada en el procesamiento de subproductos animales no aptos para el consumo humano, como vísceras, huesos, plumas, sangre y otros desechos orgánicos. Estos subproductos son procesados para obtener harinas cárnicas, aceites y otros subproductos con valor comercial. El proceso de *rendering* implica el cocinado de los subproductos en grandes recipientes llamados cocedores, utilizando vapor para transferir calor indirectamente. El objetivo es deshidratar los subproductos y eliminar la humedad, al mismo tiempo que se separan los

aceites y grasas. Luego, el producto se prensa para extraer las grasas y se seca para producir la harina cárnica.

Las plantas de *rendering* son importantes para la industria alimentaria, ya que permiten aprovechar al máximo los recursos animales y reducir el impacto ambiental de los residuos orgánicos. Además, los subproductos obtenidos de la planta de *rendering* se utilizan en la producción de alimentos para animales, productos farmacéuticos, jabones, lubricantes y otros productos. Sin embargo, las plantas de *rendering* pueden presentar desafíos en términos de eficiencia, debido a la variabilidad en la calidad y cantidad de los subproductos recibidos. Además, el procesamiento de subproductos animales puede ser un proceso complejo y que requiere de altos estándares de seguridad e higiene para evitar la propagación de enfermedades.

En la planta procesan subproductos provenientes de plantas de beneficiado de animal. Debido al crecimiento de la demanda en el mercado la corporación ha aumentado, la cantidad de materia prima a procesar a aumentado en un treinta por ciento. Este aumento de materia prima a procesar ha puesto en evidencia los problemas de eficiencia en la planta de *rendering*. El mayor problema es que al no poder procesar toda la materia prima, esta genera mayor costo en tratamientos de conservación y en pagar para que se procese en instalaciones de terceros.

La planta de *rendering* inicia su proceso con la descargar de materia prima y selección de esta para definir receta y cantidad de producto a carga a en los cocedores. Como segundo paso cargan la materia prima a los cocedores, estos cocinan los subproductos por transferencia indirecta calor por medio de vapor, como tercer proceso el producto se percola para eliminar el exceso de aceites. Como cuatro procesos realizan el prensado para

convertir el producto cocinado en harina. Enfrían la harina y la ensacan para su distribución. Según, fichas técnicas de los equipos que procesan el producto.

La planta está capacitada para poder procesar la materia prima que es enviada por las plantas de beneficio animal. En planta han podido observar tiempos largos de espera de materia prima para ser cargada a cocedores, esta espera ocasiona degradación en la materia prima. Además, de tiempo de espera en producto para ser cargado han podido evidenciar que el tiempo de cocción llega a ser el doble que indican fichas técnicas de cocedores. El tiempo de espera sumado al tiempo que el producto pasa en los cocedores ocasiona que el producto ya cocinado no tenga una consistencia adecuada para que los equipos de prensado lo procesen con eficiencia.

El proceso de prensado genera harina y aceite, la harina es enfriada y ensacada para distribución a venta. El aceite es recolectado, decantado y almacenado en pipas para distribución y venta. Cuando el equipo de prensado posea producto con una consistencia no adecuada, las características bajan su calidad, y el aceite es más difícil de trasladar y decantar, los operarios se han percatado de problemas de taponamientos en equipos, esto les ha causado paros en el proceso de producción.

Han reportado poca disponibilidad de equipos para mantenimiento debido a que la planta funciona las 24 horas del día y los 7 días de la semana. Los paros de maquinaria causados por las características del producto más los paros por fallos de maquinaria hacen que la empresa gaste en más químicos para retardar la degradación de la materia prima. Además de pagar para que plantas de *rendering* que no son parte de la corporación procesen los subproductos generados por las plantas en donde se benefician a los pollos

y cerdos. Estos problemas han llegado a afectar directamente el costo libra de carne producido, debido a los gastos extras ocasionados por la ineficiencia de la planta de *rendering* de la corporación.

3.2. Formulación del problema

La corporación busca un giro de negocio para la planta de *rendering* producción de harina cárnica procesando los subproductos de las plantas que se dedican al faenado de cerdo y pollo en la corporación. Debido a que han tenido un crecimiento sin control y falta de inversión se ha generado un costo extra a la corporación por no poder procesar todos los subproductos generados.

3.2.1. Pregunta central

¿Cuál es el mejor método por utilizar para identificar los problemas raíces que atrasan el proceso de una planta de *rendering* ubicada en Guatemala, con el fin de implementar una estrategia adecuada para optimizar sus procesos?

3.2.2. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es la mejor forma de realizar los procesos para poder garantizar una alta eficiencia en el área de producción en una planta de *rendering*?
- ¿Cuáles son los puntos críticos de un proceso de *rendering* para garantizar la calidad del producto sin afectar tiempos en proceso?
- ¿Cómo se medirán los tiempos de implementación a la mejora en el proceso de producción y a la vez efectividad del cambio?

3.3. Delimitación de estudio

La investigación enfocará en el diseño de una estrategia para mejorar la capacidad de producción en una planta de *rendering* ubicada en Guatemala. Se considerarán aspectos como la disponibilidad de materia prima, los procesos de producción, la utilización de maquinaria y la gestión de recursos humanos. El análisis se enfocará en la identificación de los cuellos de botella y áreas de mejora, así como en la propuesta de soluciones para mejorar la eficiencia y aumentar la capacidad de producción de la planta.

3.3.1. Límite temporal

En cuanto al tiempo, se considera únicamente el periodo de recolección de datos el diseño de una estrategia para mejorar la capacidad de producción en la planta de *rendering* el cual será en un lapso de 7 meses. a partir de la aprobación del protocolo que se estima ser aprobado 1 de mayo del 2023 y finalizando la con la reacción del informe final el 24 de noviembre del mismo año, según el cronograma de actividades propuesto.

3.3.2. Límite geográfico

En términos geográficos, el estudio se enfoca solamente en la región en la que se encuentra la planta, Guatemala, y no se extiende a otras áreas.

3.3.3. Límite espacial

En cuanto al espacio, el estudio se limita a la planta de *rendering* ubicada en Guatemala. El estudio se enfoca solamente en la región en la que

se encuentra la planta y no se extiende a otras áreas. Además, cabe mencionar que este estudio se centra únicamente en el proceso de producción en la planta de *rendering* y no considera otras áreas o procesos de la compañía.

3.4. Viabilidad

La investigación es viable debido a que se cuenta con la información necesaria y las herramientas adecuadas para llevarla a cabo. Además, se ha identificado claramente el problema a resolver y se han establecido los objetivos y las metas específicas que se desean lograr. La metodología planteada permitirá recolectar la información necesaria para identificar los puntos críticos y desarrollar estrategias para optimizar los procesos de producción en la planta de *rendering*. Por lo tanto, se espera que los resultados obtenidos de esta investigación ayuden a mejorar la eficiencia y la productividad de la planta, lo que se traducirá en beneficios económicos y mejoras en la calidad del producto final.

3.5. Consecuencias

La realización de una investigación en una planta de *rendering* puede tener importantes consecuencias para la eficiencia y rentabilidad de esta. El análisis de los procesos y la identificación de posibles cuellos de botella pueden llevar a mejoras significativas en la producción y reducción de costos. Por otro lado, la falta de investigación y análisis puede llevar a la planta a problemas de ineficiencia y desperdicio de materia prima, lo que puede impactar negativamente en la rentabilidad de la empresa.

3.5.1. De realizarse

La implementación de este proyecto permitiría incrementar la capacidad de producción, mejorar la eficiencia y reducir los costos, lo que se traduciría en una mayor rentabilidad para la empresa. Además, la implementación de un análisis de flujo de proceso permitiría identificar cuellos de botella y áreas de mejora, lo que a su vez podría contribuir a una mayor satisfacción de los clientes. En resumen, la realización de la investigación puede contribuir a mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de la planta de *rendering*.

3.5.2. De no realizarse

La falta de investigación y análisis puede limitar la capacidad de la planta de renderizar una mayor cantidad de materia prima, lo que puede afectar su capacidad para satisfacer la demanda del mercado y competir con otras empresas del sector. En resumen, de no realizarse este trabajo de investigación puede llevar a la ineficiencia, pérdida de materia prima, disminución de la calidad del producto y la pérdida de competitividad en el mercado.

4. JUSTIFICACION

El estudio se sitúa en la línea de investigación de Optimización de Operaciones y Procesos del área de Operaciones de la maestría de Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ya que se enfoca en mejorar la eficiencia de producción mediante el análisis de procesos en una planta de *rendering* ubicada en Guatemala.

La necesidad de la investigación esta investigación busca establecer estándares de proceso para poder ampliar la capacidad de producción en una planta de *rendering* ubicada en Guatemala, mediante el correcto aprovechamiento de la maquinaria, correcto ordenamiento de procesos y correcta gestión de recurso humano.

La importancia de la investigación radica en permitir a la planta de *rendering* de la corporación poder procesar de manera ecológica los subproductos del faenado de cerdo y pollo. Generando ganancias por medio de este proceso. Es de suma importancia poder procesar todos los subproductos generados de las plantas de faenado para no tener pérdidas por altos costos por el tratamiento de estos subproductos.

La motivación de esta investigación busca impactar de forma positiva las ganancias de la corporación, garantizando una alta eficiencia en la producción de la planta de *rendering* por medio de análisis de los procesos de la planta, y proponiendo soluciones viables para mejorar la eficiencia en el procesamiento de la materia prima.

Los beneficios de la investigación son de gran importancia para la planta de *rendering* y para la corporación en general. Al implementar las soluciones propuestas, se logrará evitar pérdidas en las ganancias de la corporación al reducir los costos de producción y aumentar la capacidad de producción sin la necesidad de implementar nueva maquinaria en la planta de *rendering*. Además, al mejorar la eficiencia de la planta, se asegura una mayor calidad del producto final y se reduce el riesgo de paros en la producción debido a problemas de maquinaria o degradación de la materia prima

Los beneficiarios serán los colaboradores que trabajan en la planta de *rendering* de la corporación, se les brindara conocimientos para realizar operaciones con el esfuerzo mínimo necesario. La corporación se beneficiará por el aumento de ganancias en producción y la disminución de costos en tratamiento de subproductos de faenado.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Aplicar un análisis de proceso para identificar los problemas raíces que atrasan el proceso de una planta de *rendering* con el fin de implementar una estrategia adecuada para optimizar procesos de fabricación.

5.2. Específicos

1. Evaluar los procesos de una planta de *rendering* en Guatemala, por medio de herramientas de análisis de procesos según la causa raíz de los problemas que afectan la capacidad de producción.
2. Clasificar los puntos críticos de un proceso de *rendering* para generar una estrategia que permita optimizar sus procesos.
3. Diseñar indicadores de implementación de mejoras además de indicadores para llevar el control en el área de producción en la planta de *rendering*.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En el contexto específico del problema de la planta de *rendering* ubicada en Guatemala, las necesidades que el trabajo de investigación pretende cubrir son las siguientes:

Personal comprometido y capacitado. La planta necesita personal comprometido y capacitado que pueda garantizar la eficiencia y calidad de los procesos de producción. Se requiere una estrategia para la capacitación y motivación del personal, así como un sistema de evaluación de desempeño para asegurar su compromiso y mejoría continua.

Procesos de producción eficientes. La lentitud en el proceso de materia prima en la maquinaria está limitando la capacidad de producción de la planta. Es necesario diseñar un esquema que permita mejorar la eficiencia de los procesos, identificando cuellos de botella y optimizando los flujos de trabajo.

Materia prima de calidad. Los problemas con la calidad de la materia prima a procesar están afectando la calidad de los productos finales. Se necesita una estrategia para garantizar la calidad de la materia prima, identificando y eliminando las fuentes de contaminación y mejorando los procesos de selección.

Productos finales de calidad: los productos finales con mala calidad están afectando la reputación y competitividad de la planta en el mercado. Se necesita una estrategia para mejorar la calidad de los productos, estableciendo

estándares de calidad y un sistema de control de calidad que permita garantizar su cumplimiento.

El esquema de solución propuesto se divide en cuatro fases: la revisión documental, el diagnóstico, la definición de la estrategia y la definición de la evaluación de desempeño. En la primera fase se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la documentación disponible sobre el proceso de producción de la planta de *rendering*. En la segunda fase, se aplicarán herramientas de análisis de procesos para identificar los problemas raíz que están afectando la capacidad de producción de la planta. En la tercera fase se definirá una estrategia para optimizar los procesos de fabricación y se diseñarán indicadores de implementación de mejoras y para el control en el área de producción. Finalmente, en la cuarta fase se definirán las métricas para evaluar el desempeño de la planta después de implementar la estrategia de mejora.

Este esquema de solución es viable porque se basa en un enfoque sistemático y estructurado para abordar los problemas identificados en la planta de *rendering*. La revisión documental permitirá obtener información valiosa sobre los procesos de producción, los equipos y la materia prima utilizada. El diagnóstico, a través de las herramientas de análisis de procesos, ayudará a identificar los problemas raíz que están afectando la capacidad de producción. La definición de la estrategia permitirá establecer un plan de acción claro y conciso para implementar mejoras en los procesos de fabricación. Finalmente, la definición de la evaluación de desempeño permitirá medir los resultados obtenidos después de implementar la estrategia de mejora, asegurando que las mejoras sean efectivas y sostenibles a largo plazo.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Planta de *rendering*

Según Wondwosen & Alemu (2021), una planta de *rendering* es instalación industrial que se utiliza para procesar subproductos animales, como los restos de mataderos, los huesos, la grasa y los tejidos, para convertirlos en productos útiles como harina de carne y hueso, grasa animal y otros subproductos. El proceso de *rendering* implica cocinar los subproductos animales a altas temperaturas en grandes recipientes llamados digestores o cocedores, lo que permite separar los componentes valiosos de los no utilizables. Los componentes útiles se extraen y procesan en diferentes formas, dependiendo de su uso final.

Los productos derivados del *rendering* se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, como indica Meeker (2006), incluyendo alimentos para mascotas, alimentos para animales de granja, lubricantes, jabones y productos químicos industriales. La planta de *rendering* es un componente importante de la industria cárnica y es esencial para el reciclaje y la gestión sostenible de los subproductos animales.

7.1.1. Ubicación y giro de negocio

Los rastros se encargan de procesar a un animal con el fin de obtener materia canica para consumo humano, a esto se le llama faenado. Este proceso genera subproductos que puede ser aprovechada para otro sector de la industria.

Al proceso de transformación los desechos del faenado en un producto balanceado para consumo animal se le conoce como *rendering*.

Los subproductos de faenado son:

- Vísceras
- Huesos
- Carne
- Sangre
- Grasa animal

El giro de negocio para la corporación es procesar los subproductos del faenado en la planta de *rendering* ubicada en Guatemala para generar harinas bases para el alimento de los animales que son sacrificados en los rastros. Cerrando de esta forma un sistema de producción en ganancias.

7.1.2. Maquinaria

Las plantas de *rendering* constan de equipos básicos para poder procesar los subproductos de faenado, estos se encargan de transportar, cocinar y prensar los subproductos hasta convertirlos en harinas.

7.1.2.1. Transporte de tronillo

Los transportadores de tornillo son un tipo de equipo de transporte utilizado en la industria de *rendering* para transportar materiales sólidos y semisólidos. Según Miravete (2021), nos indica que un transportador de tornillo es un dispositivo que se utiliza para el transporte de material en forma de polvo, gránulos, y materiales húmedos y pegajosos a lo largo de una distancia horizontal, inclinada o vertical, utilizando una hélice giratoria.

El diseño correcto de estos equipos según la etapa del proceso es importante para no dañar el producto. Un buen diseño garantiza transportar el producto a la velocidad que el proceso necesita y garantiza que el producto llegue lo más intacto a los cocedores y a las prensas de harina.

7.1.2.2. Bomba lamella

Las bombas de paletas, también conocidas como bombas lamelares, son dispositivos mecánicos que se utilizan para bombear líquidos o gases de manera eficiente y confiable según Sánchez (1997). Estas bombas funcionan mediante el movimiento de paletas deslizantes que se extienden radialmente desde el centro del rotor, creando cámaras que se expanden y contraen durante la rotación. Las bombas de paletas son utilizadas en diversas aplicaciones, como la industria petroquímica, la manipulación de productos químicos y en sistemas de vacío en la industria de semiconductores, gracias a su capacidad para manejar líquidos viscosos y mantener un flujo constante a pesar de las variaciones de presión.

7.1.2.3. Cocedores

En un cocedor, el proceso de cocción se lleva a cabo mediante la transferencia de calor del vapor al producto, lo que permite que los componentes sólidos y líquidos del producto se separen de manera eficiente según Pearson (2007). El vapor se inyecta en el cocedor a alta temperatura y presión, lo que provoca que el producto se caliente rápidamente. A medida que la temperatura aumenta, el agua y la grasa contenidas en el producto se calientan y se expanden, lo que facilita la separación de estos componentes líquidos de los sólidos.

Una vez que el producto alcanza la temperatura y presión adecuadas dentro del cocedor, el proceso de evaporación del agua y la liberación de las grasas se acelera Pearson (2007). La evaporación del agua reduce la humedad del producto, mientras que las grasas se funden y se separan de los componentes sólidos. Al final del proceso de cocción, los componentes líquidos y sólidos se encuentran en diferentes estados y se pueden extraer fácilmente del cocedor. Posteriormente, estos componentes se someten a procesos adicionales de separación y purificación para obtener productos finales de alta calidad, como harinas de carne y hueso y grasas animales.

7.1.2.4. Prensa de harina cárnica

Las prensas de harina cárnica son equipos esenciales en la industria del *rendering*, ya que permiten la separación eficiente de la grasa de los sólidos de origen animal, como carne, huesos y vísceras. El proceso de prensado implica la aplicación de fuerza mecánica sobre los materiales previamente cocidos, extrayendo la grasa líquida y dejando una torta sólida de menor contenido graso, que luego se procesa para obtener harina de carne y hueso.

La harina de carne y hueso obtenida de estas prensas es un producto altamente nutritivo y rico en proteínas, utilizado en la fabricación de alimentos para animales, como pienso para aves, cerdos y peces. La eficiencia de las prensas de harina cárnica y la calidad de los productos finales dependen de la selección adecuada del equipo, así como del control preciso de las condiciones de operación, como temperatura, tiempo y presión de prensado.

El diseño y la operación de estas prensas son fundamentales para garantizar la eficiencia en la separación de grasas y sólidos, así como para

mantener la calidad de los productos finales. Las prensas de harina cárnica deben seleccionarse y operarse de acuerdo con las necesidades específicas de la planta de *rendering* y los materiales que se procesan (Pearson, 2007).

7.1.2.5. Enfriadora de harina

En el proceso de *rendering*, las enfriadoras juegan un papel importante en el manejo adecuado de los productos finales, como la harina de carne y hueso y las grasas animales (Meeker (2006)). Estos equipos de enfriamiento permiten reducir la temperatura de los productos calientes que salen de las prensas o los cocedores antes de su almacenamiento o empaque, lo que garantiza la estabilidad y calidad de los productos.

Meeker también nos indica que las enfriadoras funcionan mediante la transferencia de calor entre los productos calientes y un medio de enfriamiento, como aire o agua. Dependiendo del tipo de enfriadora y las necesidades específicas de la planta de *rendering*, se pueden utilizar diferentes sistemas de enfriamiento, como enfriadores de placas, de tornillo, de tambor o de lecho fluidizado. La selección adecuada y la operación eficiente de las enfriadoras son esenciales para mantener la calidad de los productos finales y reducir el riesgo de contaminación o deterioro durante el almacenamiento y transporte.

7.1.2.6. Molino

En la industria del *rendering*, los molinos son equipos clave para procesar los sólidos obtenidos después del prensado. Según Meeker (2006). Estos equipos de reducción de tamaño trituran y pulverizan los sólidos en partículas más pequeñas, lo que facilita el manejo, almacenamiento y

utilización de los productos finales. Los molinos, como los de martillos o de rodillos, varían en diseño y tamaño según las necesidades específicas de la planta de *rendering* y el tipo de material que se procesa.

7.1.2.7. Decantador de aceite

Los decantadores son dispositivos de separación centrífuga utilizados en el proceso de *rendering* para separar y purificar aún más las grasas y líquidos residuales del proceso de cocción y prensado Pearson (2007). Estos equipos funcionan mediante la aplicación de fuerza centrífuga, lo que provoca que las partículas más pesadas se acumulen en el exterior del decanter, mientras que las sustancias más ligeras, como las grasas, se concentran en el centro. Los decanters permiten una separación más eficiente y la obtención de productos de mayor calidad en comparación con los métodos de separación por gravedad.

7.1.3. Producto final

Los subproductos procesados en la planta generan 2 tipos principales de productos, harina y aceite.

7.1.3.1. Harina cárnica

La harina de carne y hueso es un subproducto del proceso de *rendering* que se obtiene al procesar y secar los sólidos resultantes de la cocción y el prensado de materiales de origen animal Pearson (2007). Esta harina es rica en proteínas y minerales, lo que la convierte en un ingrediente valioso para la fabricación de alimentos para animales, como piensos para aves, cerdos y peces.

La calidad de la harina de carne y hueso depende de varios factores, como la selección de materias primas, el control de los parámetros de procesamiento y las prácticas de almacenamiento. Meeker indica que un manejo adecuado de estos aspectos asegura que la harina de carne y hueso mantenga su valor nutricional y sea segura para su uso en la alimentación animal.

7.1.3.2. Aceite cárnico

El aceite cárnico, también conocido como grasa animal, es otro producto importante del proceso de *rendering*. Este aceite se obtiene a partir de la separación y purificación de las grasas extraídas durante el proceso de cocción y prensado de materiales de origen animal según Pearson (2007). El aceite cárnico es rico en ácidos grasos y energía, lo que lo hace útil en una variedad de aplicaciones, como la fabricación de biodiesel, piensos para animales y productos industriales.

La calidad del aceite cárnico también depende de la selección de materias primas y el control de los parámetros de procesamiento, así como de las prácticas de almacenamiento y transporte. Garantizar la calidad y estabilidad del aceite cárnico es crucial para su uso en aplicaciones de alimentos y energía, así como para maximizar su valor en el mercado.

7.2. Proceso de producción de *rendering*

El proceso de producción de *rendering* es una serie de operaciones que se llevan a cabo para transformar subproductos de origen animal en productos finales, como la harina de carne y hueso y el aceite cárnico. Este proceso es

esencial para aprovechar al máximo los recursos animales y minimizar el desperdicio, al mismo tiempo que produce ingredientes valiosos para la industria de alimentos para animales y otras aplicaciones industriales.

El proceso de *rendering* comienza con la recepción y carga de subproductos animales, como huesos, vísceras y desechos de carne. En el proceso Meeker (2006) indica que los materiales se someten a una cocción a alta temperatura y presión para extraer las grasas y eliminar cualquier patógeno potencialmente presente en el material. A continuación, los productos cocidos se someten a una etapa de prensado, donde se extraen las grasas líquidas y se obtiene una torta sólida que contiene proteínas y minerales.

Esta harina se procesa posteriormente en un molino para obtener harina de carne y hueso, mientras que las grasas líquidas se someten a etapas adicionales de purificación y separación, como la decantación y el uso de enfriadoras. Al final del proceso de *rendering*, se obtienen productos finales de alta calidad, como harina de carne y hueso y aceite cárnico, que se utilizan en diversas aplicaciones en la industria de alimentos y energía.

7.2.1. Recepción y carga de producto

La recepción y carga de productos en una planta de *rendering* consiste en la llegada y manejo de subproductos animales, como huesos, vísceras y desechos de carne como nos indica Pearson (2007). Durante esta etapa, los materiales son pesados y clasificados según su calidad y tipo, esto con el fin de realizar una mejor cocción en los cocedores. Los equipos utilizados en esta etapa incluyen plataformas de pesaje, grúas, cintas transportadoras y tolvas de almacenamiento como indica Meeker (2006). La materia prima se traslada

desde el área de recepción hasta las áreas de procesamiento mediante sistemas de transporte, como cintas transportadoras, transportadores de tornillo o sistemas de bombeo.

Una vez clasificados y pesados, se trasladan a los cocedores. Es fundamental mantener buenas prácticas de higiene y seguridad en esta etapa para prevenir la contaminación y garantizar la calidad del producto final. En este punto es de mucha importancia el recurso humano para verificar que todo vaya acorde a los planes de producción.

7.2.2. Cocción de producto

La cocción de productos en el proceso de *rendering* implica calentar la materia prima a altas temperaturas y presiones en equipos llamados cocedores (Pearson, 2007). Estos cocedores, que pueden ser de tipo *batch* o continuo, permiten extraer grasas, eliminar patógenos y reducir la humedad de la materia prima Pearson (2007). Los cocedores continuos son más comunes en la industria actual debido a su eficiencia y capacidad para procesar grandes volúmenes de material.

Después de la cocción, el material se enfría y se separa en diferentes fases, como sólidos y líquidos. Los sólidos, ricos en proteínas y minerales, se destinan a la producción de harina, mientras que los líquidos, que contienen grasas y agua, se someten a etapas adicionales de separación y purificación (Pearson, 2007).

7.2.3. Traslado de productos

Una vez que la cocción y separación inicial de los productos se ha completado, los productos sólidos y líquidos se trasladan a las siguientes etapas de procesamiento. Los sistemas de transporte, como cintas transportadoras, tuberías y bombas, se utilizan para mover los productos de una etapa a otra de manera eficiente Pearson (2007). El diseño y mantenimiento adecuado de estos sistemas son cruciales para garantizar la calidad y seguridad del producto final.

El correcto funcionamiento de los equipos y sistemas de transporte es esencial para minimizar la contaminación cruzada y prevenir la formación de cuellos de botella en la producción. Además, un buen manejo y mantenimiento de estos sistemas permiten un mayor control y monitoreo del proceso de *rendering*, lo que contribuye a una producción más eficiente y rentable, (Pearson, 2007).

7.2.4. Prensado de producto

El prensado es una etapa crítica en el proceso de *rendering*, ya que permite la extracción adicional de grasas y aceites de los productos sólidos obtenidos después de la cocción, (Pearson, 2007). Las prensas mecánicas, como las prensas de tornillo, se utilizan para aplicar presión y separar la grasa líquida de los sólidos. Los sólidos prensados, que contienen proteínas y minerales, se conocen como torta de prensa y se destinan a la producción de harina de carne y hueso.

El proceso de prensado debe optimizarse para maximizar la extracción de grasas y reducir el contenido de humedad en la torta de prensa. Un

presado eficiente permite obtener productos finales de mayor calidad y reducir los costos de producción, esta optimización y calidad depende de la temperatura y consistencia del producto al momento de ingreso a la prensa.

7.2.5. Ensaque de producto

Después de la producción de harina de carne y hueso a partir del presado, el producto se ensaca para su almacenamiento y transporte. Los sistemas de ensacado automático o semiautomático se utilizan comúnmente para llenar y sellar sacos o bolsas de diferentes capacidades. Estos sistemas garantizan que la harina se envasa de manera uniforme y eficiente, reduciendo la posibilidad de contaminación y manteniendo la calidad del producto.

El almacenamiento adecuado de los productos ensacados es esencial para mantener la calidad y la vida útil del producto final. Los sacos de harina deben almacenarse en lugares frescos, secos y protegidos de la luz solar directa, así como de plagas y otros contaminantes.

7.2.6. Despachos

El despacho de los productos finales, como la harina de carne y hueso y los aceites y grasas animales, implica su distribución y transporte a los clientes o usuarios finales. Los productos se transportan en camiones cisterna, contenedores o sacos, dependiendo de su forma y características. Es fundamental cumplir con las normativas y regulaciones locales e internacionales en cuanto a la manipulación, transporte y etiquetado de estos productos.

El seguimiento y control de calidad durante el proceso de despacho es crucial para garantizar la satisfacción del cliente y mantener la reputación de la empresa en el mercado. La trazabilidad de los productos desde su origen hasta su destino final es un aspecto clave para cumplir con los estándares de calidad y seguridad alimentaria según (Swisher, 2015).

7.3. Optimización de proceso

La optimización de proceso en una planta de *rendering* implica el uso de diferentes técnicas y herramientas para mejorar la eficiencia y la rentabilidad del proceso de producción. Algunas de estas técnicas incluyen el seguimiento de los indicadores clave de desempeño (KPI), la estandarización de procesos, la modificación de maquinaria y el análisis de flujos.

La optimización de procesos es una práctica esencial en la industria para mejorar la eficiencia y la rentabilidad de los procesos productivos. La optimización implica el análisis y la mejora de los diferentes aspectos de un proceso, desde el diseño de la maquinaria hasta la organización del flujo de trabajo y la implementación de mejores prácticas, (Bhote, 2000). La optimización de procesos también puede incluir la identificación y eliminación de actividades innecesarias o redundantes y la minimización de los tiempos de espera.

7.3.1. KPI de producción.

Los indicadores clave de rendimiento (KPI) son métricas que se utilizan para evaluar el desempeño y la eficiencia de un proceso de producción. Estos indicadores permiten a los gerentes y operadores monitorear el progreso hacia los objetivos establecidos y tomar decisiones informadas sobre la

implementación de mejoras en el proceso, Parmenter (2010). Algunos ejemplos de KPI en la producción incluyen la tasa de producción, el tiempo de ciclo, el rendimiento y la calidad del producto final.

La selección y seguimiento adecuados de los KPI de producción son fundamentales para la gestión efectiva de los procesos y el logro de los objetivos empresariales. Estos indicadores deben ser relevantes, medibles y accionables para garantizar que se utilicen de manera efectiva en la optimización de procesos (Parmenter, 2010).

7.3.2. Procesos estandarizados

Los procesos estandarizados son un conjunto de pasos claramente definidos que deben seguirse para realizar una tarea específica en una planta de *rendering*. Estos procesos están diseñados para garantizar la consistencia y la calidad del producto y para reducir la variabilidad en el proceso de producción. La estandarización de procesos también permite una mayor eficiencia y una reducción en los tiempos de ciclo de producción.

La estandarización de procesos es una práctica clave en la optimización de procesos y la mejora continua. Consiste en desarrollar y documentar procedimientos y métodos de trabajo específicos para garantizar que todas las tareas se realicen de manera uniforme y consistente, (Bicheno & Holweg, 2016). La estandarización permite reducir la variabilidad en los procesos y mejorar la calidad, la eficiencia y la previsibilidad de los resultados, (Liker, 2004).

La implementación de procesos estandarizados también facilita la capacitación y la incorporación de nuevos empleados, ya que proporciona un

conjunto claro de instrucciones y expectativas para las tareas y responsabilidades. Además, la estandarización sirve como base para la identificación de oportunidades de mejora y la implementación de cambios en el proceso.

7.3.3. Modificación de maquinaria

La modificación de maquinaria se refiere a la realización de cambios en los equipos de la planta de *rendering* para mejorar el rendimiento y la eficiencia del proceso de producción. Esto puede incluir la actualización de equipos antiguos, la adición de nuevas máquinas o la modificación de las existentes. La modificación de maquinaria puede mejorar la calidad del producto, reducir los tiempos de ciclo de producción y reducir los costos de producción.

7.3.4. Análisis de flujos

El análisis de flujos implica la identificación y el estudio detallado de los procesos y flujos de materiales en una planta de *rendering*. El objetivo de este análisis es identificar cuellos de botella y áreas problemáticas en el proceso de producción, con el fin de mejorar la eficiencia y la calidad del producto. El análisis de flujos puede incluir el uso de herramientas como diagramas de flujo y mapas de procesos para visualizar el proceso de producción y los flujos de materiales.

7.3.5. Análisis de tiempos de producción

El análisis de tiempos de producción es una herramienta importante en la optimización de procesos de la industria del *rendering*. Esta técnica se utiliza para medir y evaluar el tiempo que tarda cada proceso en completarse, lo que

permite identificar posibles cuellos de botella o retrasos en la producción. La información obtenida a través del análisis de tiempos de producción se puede utilizar para mejorar los procesos y aumentar la eficiencia de la planta de *rendering*. Además, este análisis puede ayudar a determinar los costos de producción y, en última instancia, mejorar la rentabilidad de la empresa.

Un ejemplo de cómo se puede utilizar el análisis de tiempos de producción en la industria del *rendering* es en el proceso de cocción del material de origen animal. Se pueden medir y analizar los tiempos de cocción y enfriamiento para determinar si se están utilizando los tiempos óptimos para alcanzar los objetivos de calidad y seguridad del producto. Además, se pueden identificar las áreas que requieren mejoras en los procesos, como la instalación de equipos de enfriamiento más eficientes o la modificación de los tiempos de cocción para reducir el consumo de energía.

7.3.6. Diagramas de procesos

Los diagramas de procesos son una herramienta visual que se utiliza para representar los procesos de producción de la planta de *rendering*. Estos diagramas permiten una mejor comprensión de cómo se lleva a cabo cada proceso y cómo se relaciona con otros procesos en la cadena de producción. Los diagramas de procesos también pueden ser utilizados para identificar posibles problemas en los procesos y para diseñar mejoras que aumenten la eficiencia y reduzcan los costos.

Un ejemplo de cómo se pueden utilizar los diagramas de procesos en la industria del *rendering* es en la identificación de los puntos críticos de control (PCC) en el proceso de cocción. Los PCC son aquellos puntos en el proceso donde se pueden controlar los peligros para la seguridad alimentaria. Al utilizar

un diagrama de proceso, se pueden identificar los PCC en el proceso de cocción y diseñar un plan de control de peligros que incluya medidas preventivas para reducir el riesgo de contaminación microbológica. Además, los diagramas de procesos pueden ayudar en la formación de nuevos empleados y en la comprensión de los procedimientos de producción para la mejora continua.

7.3.7. Mejora continua

La mejora continua es un proceso en el que una empresa busca constantemente hacer pequeñas mejoras en su producción, procesos y productos para lograr una mayor eficiencia, calidad y satisfacción del cliente. Este enfoque se basa en la idea de que incluso las mejoras pequeñas y graduales pueden tener un impacto significativo en el éxito a largo plazo de una empresa. La mejora continua puede implicar la implementación de nuevos procesos y tecnologías, el desarrollo de nuevos productos y servicios, la mejora de la comunicación interna y externa, y la formación de los empleados para mejorar sus habilidades y conocimientos. En última instancia, la mejora continua se trata de trabajar en equipo y esfuerzos constantes para hacer que la empresa sea lo mejor posible.

7.3.8. Ishikawa

El método Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto, es una herramienta utilizada para identificar las posibles causas de un problema específico. Fue desarrollado por Kaoru Ishikawa, un ingeniero japonés, en la década de 1960. El diagrama se divide en una cabeza de pescado (el problema a analizar) y varias espinas (posibles causas del problema). Las espinas se dividen en categorías, como

personas, procesos, materiales y entorno, lo que permite a los equipos de mejora identificar rápidamente las posibles causas y trabajar en soluciones para mejorar el proceso. Esta herramienta es ampliamente utilizada en la mejora de la calidad y la resolución de problemas en diferentes tipos de industrias.

7.3.9. Pareto

La ley de Pareto, también conocida como el principio de Pareto o el principio 80/20, es una herramienta utilizada en la mejora continua de procesos y productos. Fue desarrollada por el economista italiano Vilfredo Pareto, quien observó que el 80 % de la riqueza de Italia estaba en manos del 20 % de la población. Este principio se puede aplicar a cualquier proceso o situación en la que se puedan identificar dos variables: una variable principal y otras variables secundarias. El principio de Pareto establece que el 80 % de los efectos provienen del 20 % de las causas, lo que significa que el 20 % de las variables secundarias pueden ser responsables del 80 % de los problemas o deficiencias en el proceso o producto. La ley de Pareto es una herramienta útil para priorizar y enfocarse en las variables más importantes y, por lo tanto, maximizar los resultados de la mejora continua.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Planta de *rendering*
 - 1.1.1. Ubicación y giro de negocio
 - 1.1.2. Maquinaria
 - 1.1.2.1. Transportadores de tornillo
 - 1.1.2.2. Bomba lamella
 - 1.1.2.3. Cocedores
 - 1.1.2.4. Prensa de harina cárnica
 - 1.1.2.5. Enfriadora de harina
 - 1.1.2.6. Molino
 - 1.1.2.7. Decantador de aceite
 - 1.1.3. Producto final
 - 1.1.3.1. Harina cárnica
 - 1.1.3.2. Aceite cárnico
- 1.2. Proceso de producción de *rendering*
 - 1.2.1. Recepción y carga de producto
 - 1.2.2. Cocción de producto
 - 1.2.3. Traslado de productos
 - 1.2.4. Prensado de producto

- 1.2.5. Ensaque de producto
- 1.2.6. Despachos
- 1.3. Optimización de proceso
 - 1.3.1. KPI de producción
 - 1.3.2. Procesos estandarizados
 - 1.3.3. Modificación de maquinaria
 - 1.3.4. Análisis de flujos
 - 1.3.5. Análisis de tiempos de producción
 - 1.3.6. Diagramas de procesos
 - 1.3.7. Mejora continua
 - 1.3.8. Ishikawa
 - 1.3.9. Pareto **¡Error! Marcador no definido.**
- 2. DESARROLLO DE RESULTADOS
- 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
- 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación se encarga de guiar la recolección, análisis e interpretación de datos. En este sentido, una adecuada metodología de investigación puede garantizar la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. En esta investigación, se desarrollará una metodología de investigación con enfoque mixta, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas para abordar el problema de investigación. Se utilizarán diversas herramientas como encuestas, entrevistas y análisis estadístico para recopilar y analizar los datos, lo que permitirá obtener una visión amplia y detallada de los problemas que causan la deficiencia en la capacidad de producción de la planta de *rendering*.

9.1. Enfoque

El enfoque de la investigación posee un enfoque mixto. Cuantitativo debido a que se centrará en el análisis de datos objetivos, con el fin de identificar las causas de los problemas de capacidad excedida en el área de producción de la planta de *rendering* en Guatemala. Se utilizarán herramientas y técnicas estadísticas para analizar la información recopilada y generar una estrategia adecuada para optimizar los procesos de fabricación. Cualitativa debido a que el proceso de la planta de *rendering* tiene problemas con calidad de materia prima y capacidad de personal.

9.2. Diseño

El enfoque de la investigación posee un enfoque mixto. Cuantitativo debido a que se centrará en el análisis de datos objetivos, con el fin de identificar las causas de los problemas de capacidad excedida en el área de producción de la planta de *rendering* en Guatemala. Se utilizarán herramientas y técnicas estadísticas para analizar la información recopilada y generar una estrategia adecuada para optimizar los procesos de fabricación. Cualitativa debido a que el proceso de la planta de *rendering* tiene problemas con calidad de materia prima y capacidad de personal.

9.3. Tipo

El tipo transversal de investigación se enfoca en el análisis de datos obtenidos en un momento específico, con el fin de identificar las variables que afectan los procesos de fabricación en la planta de *rendering* en Guatemala. Este tipo de investigación permitirá recolectar información en un corto periodo de tiempo, lo que será útil para la identificación de los problemas que causan la capacidad excedida en el área de producción.

9.4. Alcance

El alcance de la investigación es descriptivo. Se enfocará en identificar las variables que afectan la capacidad de producción en la planta de *rendering* en Guatemala. Las variables para estudiar incluirán el personal comprometido y capacitado, los procesos de producción ineficientes por los cocedores lentos y un mal sistema de transportadores de tornillos, la mala calidad de la materia prima y la mala calidad de los productos finales. Para medir estas variables se

diseñarán indicadores que permitan llevar un control y evaluar la implementación de mejoras.

9.5. Variables e indicadores

Las variables por medir nos permiten identificar los problemas que causan los cuellos de botella en el proceso además de identificar las causalidades de tiempos perdidos y procesos mal realizados. Las variables para estudiar se dividen en 5 áreas; personal, materia prima, procesos de producción, sistema de transporte de producto procesado y producto terminado.

Personal:

- Número empleados capacitados, cuantitativo

Esta variable determina que cantidad del personal está capacitado para poder realizar el trabajo según las necesidades del proceso. Se medirá según documentación. Esta variable servirá como indicador.

- Índice de rotación de personal, cuantitativo

Nos da un indicador de que como es el clima laborar en la planta de *rendering*. Mide que cantidad de personas han renunciado en un periodo de tiempo elegido.

Se calcula:

Índice de rotación anual % = [Cantidad de empleados que se fueron / (Cantidad inicial de empleados + Cantidad final de empleados) /2] X 100

Procesos de producción ineficientes:

- Tiempo de ciclo de producción, cuantitativo
- Tiempo de carga, cuantitativo
- Tiempo de cocción, cuantitativo
- Temperatura de cocción, cuantitativo
- Índice de desperdicio de materiales, cuantitativo

Sistema de transportadores de tornillos:

- Número de transportadores de tornillos, cuantitativa
- Estado de los transportadores de tornillos, cualitativa
- Tiempo de inactividad de los transportadores de tornillos, cuantitativa
- Capacidad de los transportadores de tornillos, cuantitativa

Calidad de la materia prima:

- Nivel de humedad de la materia prima, cualitativa
- Calidad de materia prima, se establece como calidad A, B, C y D según el estado en descomposición en el que se encuentre, cualitativa
- Calidad de producto a prensar. Se establece como A, B y C según la consistencia y temperatura del producto al salir del sistema de percolado, cualitativa

Calidad de los productos finales:

- Nivel de humedad de los productos finales
- Contenido de grasa de los productos finales
- Contenido de proteína de los productos finales
- Contenido de impurezas de los productos finales

Indicadores:

- Cantidad de harina generada
- Cantidad de aceite generada
- Productividad: producción según tiempo en la que se realizó.
Productividad= producción/tiempo laborado.
- Producción: cantidad de productos generados.
Producción = cantidad de harina generada + cantidad de aceite generada.
- Eficiencia de producción: cantidad de harina total según cantidad de materia prima procesada.

9.6. Matriz de consistencia

La tabla que se presenta a continuación tiene como objetivo establecer una relación clara entre las variables que se estudiarán en la investigación, los objetivos de esta y las técnicas de recolección de datos que se utilizarán para cada variable.

Tabla 1.

Matriz de consistencia

Objetivo	Variable	Definición conceptual	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
Evaluar los procesos de una planta de <i>rendering</i> en Guatemala, por	Número empleados capacitados	Empleados aptos para realizar el trabajo asignado según las necesidades de producción	Cuantitativo	Lista de capacitaciones	Entrevista, lista de chequeo, digitación de datos

Continuación de la Tabla 1.

Objetivo	Variable	Definición conceptual	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
medio de herramientas de análisis de procesos según la causa raíz de los problemas que afectan la capacidad de producción.	Índice de rotación de personal	Calidad de ambiente laboral	Cuantitativo	personas que renuncian	análisis de documentación, digitación de datos
	Tiempo de ciclo de producción	tiempo en terminar todo el proceso	Cuantitativo	tiempos de proceso	medición, análisis de documentación, digitación de datos
	Tiempo de carga	Tiempo de carga materia prima a cocedores	Cuantitativo	Tiempo en cargar en su totalidad a un cocedor	medición, análisis de documentación, digitación de datos
Clasificar los puntos críticos de un proceso de <i>rendering</i> para generar una estrategia que permita optimizar sus procesos	Tiempo de cocción	Tiempo de cocción de materia prima dentro de cocedores	Cuantitativo	calidad de cocción	medición, análisis de documentación, digitación de datos
	Temperatura de cocción	Temperatura durante el tiempo de cocción	Cuantitativo	calidad de cocción	medición, análisis de documentación, digitación de datos
	Nivel de humedad de la materia prima	Cantidad de agua en materia prima	Cualitativo	cantidad de agua en materia prima	observación, análisis de documentación, digitación, encuesta
	Nivel de humedad de los productos finales	Cantidad de agua en harina y aceite cárnico	Cuantitativo	Calidad de producto final	medición, análisis de documentación, digitación de datos
Diseñar indicadores de implementación de	Calidad de materia prima	Esta de descomposición de materia prima	Cualitativo	Descomposición de materia prima	observación, análisis de documentación, digitación, encuesta

Continuación de la Tabla 1.

Objetivo	Variable	Definición conceptual	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
mejoras además de indicadores para llevar el control en el área de producción en la planta de <i>rendering</i> .	Calidad de producto a prensar	Estado de consistencia y temperatura de producto a prensar	Cualitativo	Desgaste en equipos, calidad de material a procesar	observación, análisis de documentación, digitación, encuesta
	Índice de desperdicio de materiales	Cantidad de producto final comparado con materia prima a inicio de proceso	Cuantitativo	calidad de materia prima y de proceso	medición, análisis de documentación, digitación de datos

Nota. Detalles variables por objetivo del proyecto de investigación, tipo de variable, indicadores y técnicas de recolección. Elaboración propia, realizado con Excel.

9.7. Fases de la investigación

El objetivo principal del proyecto es mejorar la capacidad de producción de una planta de *rendering* ubicada en Guatemala a través de un análisis de flujo de proceso y la identificación de problemas raíces que están afectando el proceso de fabricación. Para lograr esto, se han establecido objetivos específicos que incluyen la evaluación de cada proceso mediante un flujograma, la clasificación de los puntos críticos y la definición de una estrategia para optimizar los procesos de fabricación. Además, se diseñarán indicadores para el control y seguimiento de la implementación de mejoras en la planta de *rendering*.

Entre los problemas principales identificados se encuentran el personal no capacitado, la alta rotación de personal, el tiempo alargado en la cocción

de la materia prima, el mal transporte de material ya cocinado en transportadores de tornillo, la mala calidad de la materia prima y el exceso de cantidad de agua.

Para abordar estos problemas, se han dividido el proyecto en cuatro fases: la revisión documental, el diagnóstico, la definición de la estrategia y la definición de la evaluación del desempeño. En la fase de revisión documental, se analizará toda la documentación relevante relacionada con la producción en la planta de *rendering*. En la fase de diagnóstico, se realizará una evaluación detallada de cada proceso para identificar los problemas y puntos críticos que están afectando la capacidad de producción de la planta. En la fase de definición de la estrategia, se diseñará una estrategia adecuada para optimizar los procesos de fabricación, incluyendo la capacitación del personal, mejoras en los procesos de cocción y transporte de materiales, y la mejora de la calidad de la materia prima. Finalmente, en la fase de definición de la evaluación del desempeño, se diseñarán indicadores para medir el éxito de la implementación de mejoras y se llevará un seguimiento y control del desempeño en la planta de *rendering*.

9.7.1. Fase 1. Revisión documental

En esta fase, se realizará una revisión detallada de la documentación relacionada con los procesos de fabricación en la planta de *rendering* ubicada en Guatemala. Se analizará toda la documentación disponible, incluyendo manuales de operación, registros de producción, informes de calidad, entre otros. Se espera que esta revisión proporcione una visión general de los procesos de fabricación en la planta, así como una comprensión de los problemas que están afectando la capacidad de producción. Además, esta

fase permitirá identificar las áreas en las que se necesitan mejoras y diseñar una estrategia adecuada para abordar estos problemas.

La revisión documental también incluirá una evaluación del personal de la planta de *rendering*, incluyendo su nivel de capacitación y la tasa de rotación. Esto permitirá comprender mejor la situación del personal en la planta y determinar las medidas necesarias para mejorar su capacitación y reducir la tasa de rotación.

9.7.2. Fase 2. Diagnóstico

En esta fase, se realizará un análisis detallado de cada proceso de fabricación en la planta de *rendering*. Se evaluará el flujo de proceso, incluyendo la cocción, el transporte y la calidad de la materia prima, y se identificarán los puntos críticos que están afectando la capacidad de producción. Se llevará a cabo una evaluación detallada de los problemas identificados en la revisión documental, como la mala calidad de la materia prima y el exceso de cantidad de agua. Además, se evaluará el transporte de material ya cocinado en transportadores de tornillo y se identificarán los problemas que están afectando la eficiencia del proceso.

En esta fase, también se evaluará la capacitación del personal de la planta y la tasa de rotación. Se identificarán las áreas donde se necesita capacitación adicional y se definirán las medidas necesarias para reducir la tasa de rotación. El diagnóstico permitirá obtener una comprensión completa de los problemas que afectan la capacidad de producción de la planta de *rendering* y permitirá diseñar una estrategia adecuada para abordarlos.

Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de cada uno de los procesos en la planta de *rendering*. Para ello, se utilizarán diversas herramientas de análisis de proceso que permitirán identificar los problemas raíz que afectan la eficiencia y capacidad de producción de la planta. Entre las herramientas que se utilizarán se incluyen:

Análisis de flujo de proceso, que permite visualizar el proceso de producción y encontrar cuellos de botella o problemas de calidad en las diferentes etapas.

Herramientas de mapeo de procesos para identificar los pasos redundantes o ineficientes en la producción.

Análisis de Pareto: esta herramienta permite identificar los problemas críticos que afectan la producción. Se analizarán los datos de producción y se identificarán los problemas más comunes. De esta forma, se podrán priorizar los problemas que deben resolverse primero.

Diagrama de Ishikawa: también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa y efecto, esta herramienta se utilizará para identificar las causas de los problemas identificados en el análisis de Pareto. Con esta herramienta, se podrán identificar las diferentes categorías de causas que están afectando los procesos.

Análisis de tiempos y movimientos: esta herramienta se utiliza para identificar las tareas que están consumiendo más tiempo y esfuerzo en los procesos. Se analizarán los tiempos de ciclo, los tiempos de espera y los movimientos innecesarios. Con esta herramienta, se podrán identificar las

tareas que pueden ser eliminadas o mejoradas para aumentar la eficiencia de los procesos.

Análisis de falla de modo y efecto para identificar los riesgos de calidad en el proceso y desarrollar medidas preventivas y correctivas adecuadas.

Al utilizar estas herramientas de análisis de proceso, se podrán identificar los problemas raíz que afectan la eficiencia y capacidad de producción de la planta de *rendering*. Esto permitirá definir las acciones necesarias para resolver los problemas y mejorar los procesos.

9.7.3. Fase 3. Definición de la estrategia

Una vez que se han identificado los problemas y los puntos críticos en los procesos de la planta de *rendering*, se deben definir estrategias para optimizar estos procesos. En esta fase, se establecerán las soluciones que se deben implementar para mejorar el rendimiento y aumentar la capacidad de producción de la planta. Es importante que se establezcan objetivos claros y alcanzables para cada una de las estrategias a implementar. Se deben analizar y considerar los recursos necesarios para implementar las soluciones y se deben establecer medidas de control y seguimiento para asegurar que se están alcanzando los objetivos establecidos. En esta fase también se deben considerar los costos asociados a la implementación de las soluciones y determinar si el retorno de inversión es beneficioso para la empresa.

Se busca establecer una estrategia adecuada para optimizar los procesos de fabricación en la planta de *rendering* en Guatemala. Esta fase requiere la implementación de una serie de acciones específicas para garantizar que se alcancen los objetivos propuestos. Primero, se deben

priorizar las mejoras identificadas en la fase anterior, es decir, aquellas que tendrán el mayor impacto en la capacidad de producción y la calidad del producto final. A continuación, se deben establecer los plazos y recursos necesarios para implementar las mejoras. Es importante considerar la capacitación del personal y la inversión en equipos y tecnología para asegurar el éxito de las mejoras. Además, se deben establecer los indicadores clave de rendimiento (KPI) que permitirán medir el éxito de las mejoras. Estos KPI pueden incluir la reducción del tiempo de cocción de la materia prima, la disminución de la rotación de personal y la mejora de la calidad de la materia prima, entre otros.

9.7.4. Fase 4. Definición de evaluación de desempeño

Definición de la evaluación de desempeño, se busca medir y evaluar el impacto de las mejoras implementadas en la capacidad de producción y la calidad del producto final en la planta de *rendering* en Guatemala. Es importante establecer los KPI específicos que se medirán, así como los plazos y responsables de la medición. Para asegurar una evaluación objetiva del desempeño, se deben establecer procedimientos de auditoría y validación. Además, se deben identificar las áreas de oportunidad para la mejora continua y el establecimiento de un sistema de seguimiento y monitoreo continuo de los KPI establecidos. Con esta información, se pueden tomar decisiones informadas sobre la optimización de los procesos de fabricación en la planta de *rendering* en Guatemala. Además, se deben establecer protocolos de comunicación para garantizar que los resultados se comuniquen de manera efectiva a todas las partes interesadas. Con esta información, se podrán hacer ajustes necesarios para continuar mejorando los procesos y optimizando la capacidad de producción de la planta de *rendering*.

En última instancia, la evaluación del desempeño es una herramienta clave para garantizar que se alcancen los objetivos propuestos y se mantenga una mejora continua en los procesos de fabricación de la planta.

9.8. Población y muestra

Para analizar la información y llevar a cabo el diseño de mejora de proceso en la planta de *rendering*, se podría utilizar una población conformada por los empleados encargados de los procesos de producción de la planta, los encargados del transporte de materiales y los encargados del control de calidad. También se tomarán la maquinaria como población para realizar mediciones de tiempos de cocción, tiempos de transporte y calidad del producto a la salida de cada equipo.

La población total de los colaboradores en la planta de *rendering* son 43 personas. Según el análisis de muestreo para determinar el tamaño de la muestra, con un nivel de confianza de 95 % y un nivel de error del 5 % se calcula:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n= tamaño de muestra

N= tamaño de la población.

σ = desviación estándar de la población. Por convención 0.5

Z = Tipificación de nivel de confianza de la distribución normal, para este caso 1.96

e = error de la muestra.

$$n = \frac{43 * 0.5^2 * 1.96^2}{(43 - 1)0.05^2 + 0.5^2 * 1.96^2} = 38.76$$

En conclusión, debido a que la muestra no varía mucho con respecto a la población total, se tomara la población total como muestra para realizar las encuestas con el fin de determinar las variables correspondientes al personal.

9.9. Técnicas y metodología

Para las técnicas de recolección a utilizar se usará:

Encuestas: se utilizarán para recolectar información de los trabajadores acerca de su nivel de satisfacción en relación con el trabajo que realizan, así como para conocer sus opiniones acerca de las áreas que necesitan mejoras. Estas encuestas permitirán obtener una visión general de la percepción de los trabajadores sobre su trabajo y la organización, lo que ayudará a identificar áreas específicas que necesitan mejoras.

Cuestionarios: se utilizarán para recopilar información sobre la calidad de la materia prima utilizada en el proceso de *rendering*. Los cuestionarios se utilizarán los criterios que solicitan los proveedores de la materia prima, con el objetivo de conocer la calidad de los productos que están suministrando, incluyendo el contenido de humedad, grasas y proteínas. Los cuestionarios también se utilizarán para recopilar información sobre el proceso de producción de los proveedores, lo que permitirá identificar posibles áreas de mejora.

Entrevistas: se utilizarán para recopilar información detallada sobre los problemas específicos que enfrenta la planta de *rendering*, especialmente en

relación con la capacitación del personal, la rotación de personal y el transporte de material cocido y el tiempo que se tarda en producto en ser cocinado. Las entrevistas se llevarán a cabo con el personal clave, como los gerentes de producción y los encargados de las áreas afectadas.

Lista de chequeo: se utilizará para llevar a cabo una evaluación detallada de cada proceso en la planta de *rendering*, con el objetivo de identificar posibles problemas en el flujo de trabajo y la calidad del producto. La lista de chequeo se centrará en áreas específicas, como la preparación de la materia prima, el proceso de cocción, el transporte de material cocido, el proceso de percolación y el proceso de prensado.

Observaciones: se utilizarán para obtener información sobre el proceso de producción en la planta de *rendering*, lo que permitirá identificar posibles problemas en el flujo de trabajo y la calidad del producto. Las observaciones se realizarán en el lugar de trabajo, para recopilar información detallada sobre el proceso de producción, así como para identificar posibles problemas en el uso de la maquinaria y el equipo.

Mediciones: se utilizarán para medir variables específicas, como el tiempo de cocción de la materia prima y la temperatura de los cocedores, con el objetivo de identificar posibles problemas en el proceso de producción. Las mediciones también se utilizarán para determinar la calidad del producto final, incluyendo la humedad, las grasas y las proteínas.

9.10. Resultados esperados

Los resultados esperados de la investigación son una mejora significativa en la capacidad de producción de la planta de *rendering* en

Guatemala. A través de la aplicación de la metodología de investigación mencionada anteriormente, se espera obtener información valiosa sobre los procesos que se llevan a cabo en la planta, los problemas existentes y las posibles soluciones a implementar.

Se espera que los resultados obtenidos a través de la revisión documental, el diagnóstico y la definición de la estrategia permitan identificar los problemas raíz que están afectando la capacidad de producción de la planta y, en consecuencia, diseñar una estrategia adecuada para optimizar los procesos de fabricación. Asimismo, se espera que los indicadores diseñados permitan evaluar la implementación de mejoras y llevar un control eficiente del desempeño del área de producción.

En cuanto a la recolección de datos, se espera obtener información valiosa sobre variables como el tiempo de cocción de la materia prima, la calidad de la materia prima, quitar el exceso de agua en el proceso, la eficiencia de la maquinaria, entre otras. La aplicación de técnicas y metodologías de recolección de datos adecuadas permitirá obtener información precisa y confiable que se utilizará para analizar los problemas existentes y proponer soluciones efectivas. En resumen, se espera que los resultados obtenidos a través de la investigación permitan optimizar los procesos de producción de la planta de *rendering* en Guatemala y mejorar significativamente su capacidad de producción.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Para el análisis de los datos recopilados durante el estudio de investigación, se utilizarán técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. En la fase 1, se utilizará la estadística descriptiva para analizar la información recolectada a través de las encuestas y cuestionarios, como la frecuencia, la media, la mediana y la moda, a fin de obtener una comprensión general de las respuestas de los participantes y caracterizar la muestra.

En la fase 2, se aplicará la estadística inferencial para evaluar la relación entre variables mediante el uso de pruebas de correlación y regresión. También se utilizará el análisis de varianza para evaluar las diferencias significativas entre grupos en relación con las variables estudiadas. Además de técnicas como:

Análisis de flujo de proceso, herramientas de mapeo de procesos, análisis de Pareto, diagrama de Ishikawa, análisis de tiempos y movimientos, análisis de falla de modo y efecto.

En la fase 3, se utilizará el análisis de contenido para examinar los datos cualitativos obtenidos de las entrevistas y observaciones. Este método permitirá identificar temas, patrones y conceptos comunes en las respuestas de los participantes.

Finalmente, en la fase 4, se utilizarán herramientas de análisis de proceso para examinar el rendimiento de la maquinaria y la eficiencia del proceso de producción. Se realizarán análisis estadísticos, como el análisis de

capacidad, para evaluar la capacidad de producción de la maquinaria y la variabilidad del proceso.

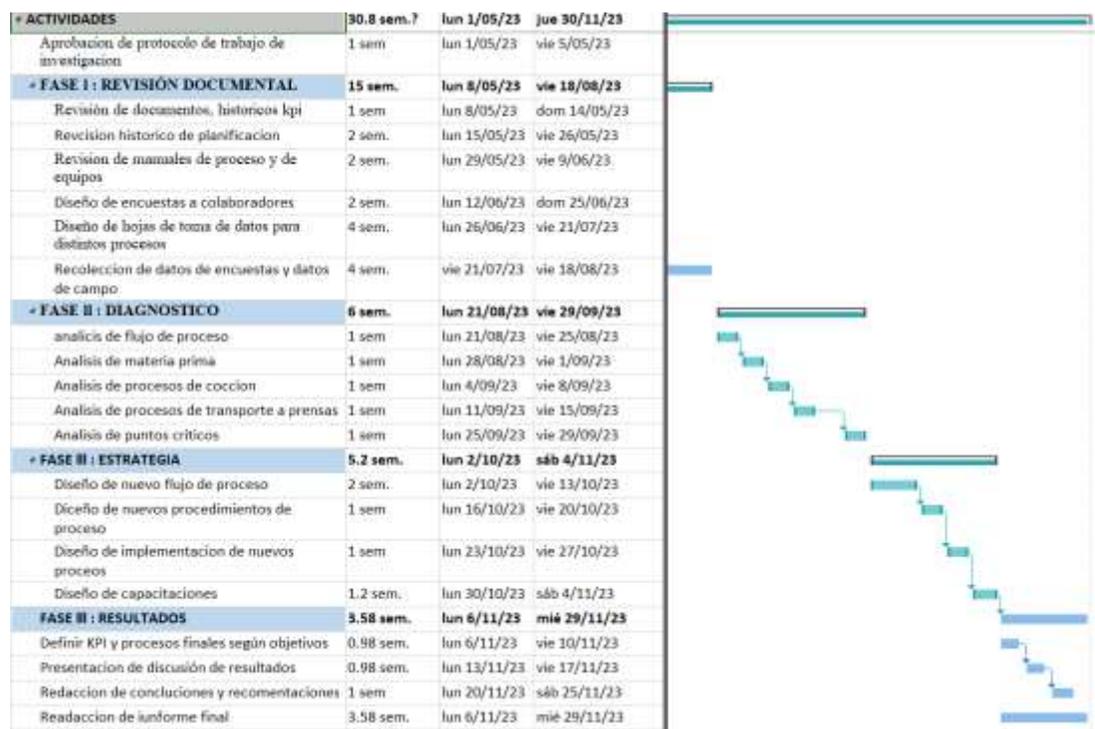
Para llevar a cabo estas técnicas de análisis, se utilizarán herramientas de software estadístico, como SPSS, Excel y Minitab, junto con expertos en estadística para la interpretación y análisis de los datos.

11. CRONOGRAMA

El cronograma brinda el seguimiento a la realización del trabajo final.

Figura 1.

Cronograma de investigación



Nota. Cronograma que muestra la planificación de elaboración del trabajo de investigación. Elaboración propia, realizado con Project.

12. FACTIBILIDAD DE ESTUDIO

Siendo la investigación descriptiva, se realizará con recursos propios. Para realizar la investigación se tomarán en cuenta los siguientes gastos.

Tabla 2.

Tabla de factibilidad

Descripción	Unidades	Costo unitario	Costo total
Recuso Humano			
Honorario de asesor	1	-----	Ad honorem
Investigador	1	-----	Ad honorem
Recursos materiales			
Impresiones	300	Q 0.50	Q 150.00
Hojas de papel Bond	500	Q70.00	Q70.00
Bolígrafos	10	Q10.00	Q100.00
Resaltadores	20	Q15.00	Q300.00
Folder	5	Q20.00	Q100.00
Servicios			
Internet	9	Q350.00	Q3,150.00
Total			Q3,870.00

Nota. Detalle del presupuesto para la realización del trabajo de investigación. Elaboración propia, realizado con Excel

Analizando los datos de gastos siendo estos bajos, se determina que es factible realizar esta investigación.

REFERENCIAS

- Bicheno, J., & Holweg, M. (2016). *The Lean Toolbox: The Essential Guide to Lean Transformation*. Picsie Books.
- Bhote, K. R. (2000). *World Class Quality: Using Design of Experiments to Make It Happen*. AMACOM.
- Castellón, L. (2016). *Evaluación de la eficiencia energética y productiva de una planta productora de harina de subproductos del pollo mediante la aplicación de un análisis exergético avanzado y termoeconómico* [Tesis de Maestría, Universidad tecnológica de Bolívar]. Archivo digital. <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0074949.pdf>
- Clavijo, T John A. Edison M. Rodríguez O. (2017). *Diseño Robusto del Proceso de Harina de Sangre de Alconpo Aplicando Diseño de Experimentos* [Tesis de Maestría, Sergio Arboleda]. Archivo digital. <https://repository.usergioarboleda.edu.co/handle/11232/1114?show=full>
- Estrada C Abel E. (2020). *Optimización de la línea de elaboración de paletas de caramelo duro, basada en la teoría de restricciones en una empresa confitera, ubicada en escuintla, Guatemala*. [Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15140/>

Figueroa, V., & Sánchez, M. (1997). *Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal*. Roma.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.

Meeker, D. L. (Ed.). (2006). *Essential Rendering: All About The Animal By-Products Industry (2nd ed.)*. National Renderers Association.

Miravete de Marco, A. (2021). *Transportadores y elevadores*. España: Reverte.

Pearson, A. M. (2013). *Inedible Meat By-Products*. Países Bajos: Springer Netherlands.

Parmenter, D. (2010). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Wiley.

Swisher, J. N. (2015). *Rendering: A Guide to Quality and Safety*. National Renderers Association.

Tania S. Baquero P. (2020). *Propuesta para una gestión administrativa que permita mitigar adecuadamente los riesgos inherentes y mejorar el ambiente de control en la industria del Rendering dentro del municipio de Sibaté*. [Tesis de Maestría, Universidad Militar]. Archivo digital. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/36804>

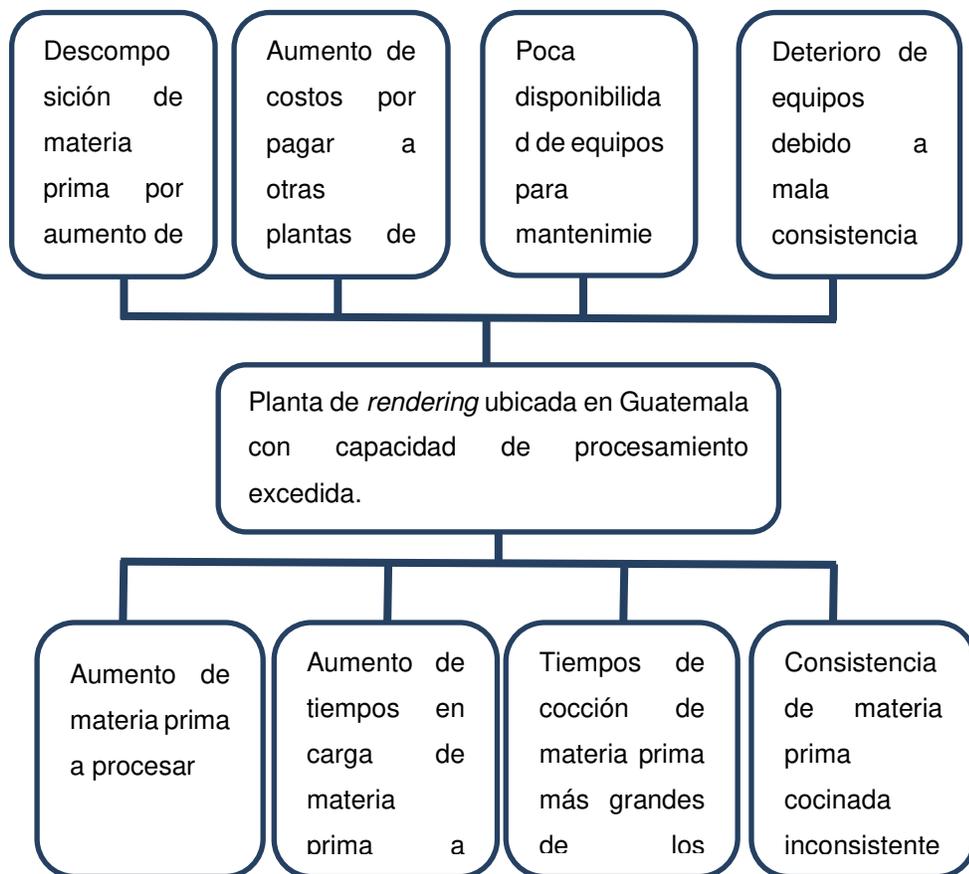
Vásquez R. (2017). *Propuesta de mejoramiento de proceso en el área de producción de la empresa de panificadora panarte a través del estudio de tiempos y movimientos*. [Tesis de Maestría, Escuela politécnica nacional]. Archivo digital.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17268>

Wondwosen, B. A., & Alemu, D. M. (2021). *Overview of rendering technology and its significance in sustainable waste management: a review*. Environmental Technology & Innovation.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Árbol del problema



Nota. Árbol de problemas. Elaboración propia, realizado con Word.

Apéndice 2.

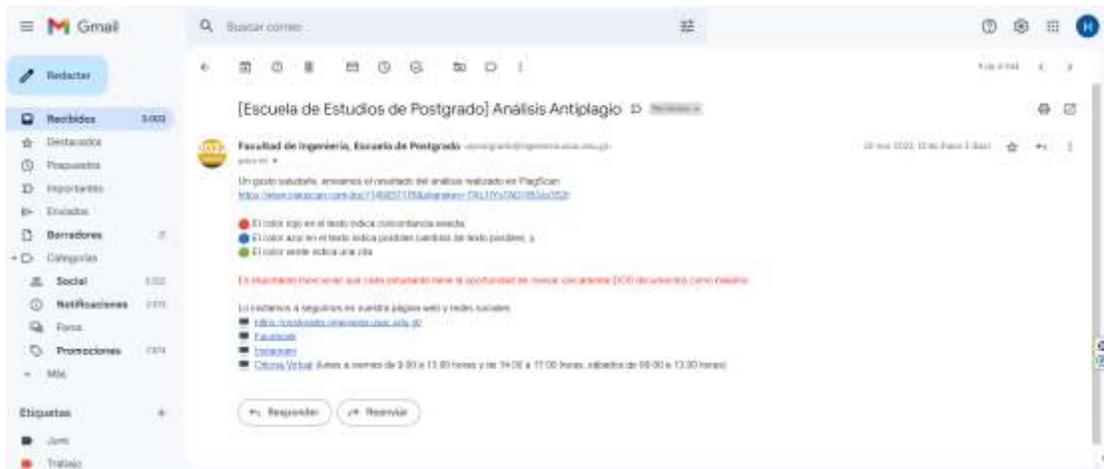
Matriz de coherencia

TEMA	TÍTULO	PROBLEMA	PREGUNTA CENTRAL	PREGUNTAS SECUNDARIAS	OBJETIVO O GUÍA	OBJETIVOS ESPECIFICOS
Eficiencia de planta de rendering	DISEÑO DE MEJORA DE PROCESO PARA AUMENTO DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN PLANTA DE RENDERING UBICADA EN GUATEMALA POR MEDIO DE ANÁLISIS DE PROCESOS.	Planta de rendering avícola y porcícola ubicada en Guatemala con capacidad de procesamiento excedida	¿Cuál es el mejor método a utilizar para identificar los problemas raíces que atrasan el proceso de una planta de rendering ubicada en Guatemala, con el fin de implementar una estrategia adecuada para optimizar sus procesos?	¿Cuál es la mejor forma de realizar los procesos para poder garantizar una alta eficiencia en el área de producción en una planta de rendering? ¿Cuáles son los puntos críticos de un proceso de rendering para garantizar la calidad del producto sin afectar tiempos en proceso? ¿Cómo se medirán los tiempos de implementación a la mejora en el proceso de producción y a la vez efectividad del cambio?	Aplicar un análisis de proceso para identificar los problemas raíces que atrasan el proceso de una planta de rendering con el fin de implementar una estrategia adecuada para optimizar procesos de fabricación	Evaluar los procesos de una planta de rendering en Guatemala, por medio de herramientas de análisis de procesos según la causa raíz de los problemas que afectan la capacidad de producción. 2. Clasificar los puntos críticos de un proceso de rendering para generar una estrategia que permita optimizar sus procesos. 3. Diseñar indicadores de implementación de mejoras además de indicadores para llevar el control en el área de producción en la planta de rendering.

Nota. Matriz de coherencia. Elaboración propia, realizado Excel

Apéndice 3.

Análisis de plagio



Nota. Correo de Facultad de Ingeniería y Escuela de Estudios de Postgrado con el resultado del antiplagio. Elaboración propia, realizado con herramienta de recorte Windows.

Apéndice 4.

Aprobación análisis de plagio



Nota. Imagen de aprobación de análisis de plagio (<https://www.plagscan.com/doc?149057176&sharekey=TRc1IYsTADl1B0Jp3S2t>).

Elaboración propia, realizado con herramienta de recorte Windows.