



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Implementación de un Modelo de Mejora usando Herramientas Lean
Manufacturing para Incrementar la Eficiencia de los Equipos de la línea de
Embutidos en una Planta Procesadora de Cárnicos

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR(ES)

Benites Milla, Pedro Pablo (0009-0002-0968-4771)

Gómez Romero, Angie Isis (0000-0002-4458-9086)

ASESOR(ES)

Cadillo Cárdenas, Isabel (0009-0003-9564-0720)

Lima, 9 de junio del 2024

Dedicatoria

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a nuestros padres, hermanos y abuelos por apoyarnos en esta nueva etapa profesional; sus consejos y amor incondicional fueron nuestra principal motivación en cada obstáculo superado.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios y a la Virgen por habernos juntado para este trabajo de suficiencia profesional de una manera muy graciosa e inesperada.

Resumen

Este documento profundiza en las causas de los problemas que aquejan a la industria de embutidos y presenta una solución sistemática para empresas cárnicas que buscan revertir la constante disminución de su eficiencia. La viabilidad de la propuesta se respalda en resultados concretos obtenidos en una empresa peruana, líder en la elaboración de chorizos, donde se experimentó un incremento del 15% en la eficiencia, lo que se tradujo en una reducción del 80% en sus desperdicios y defectos. Para una mejor asimilación de la solución planteada, se presentan los principios básicos de la metodología Lean Manufacturing, cuyo propósito es optimizar los procesos y eliminar los desperdicios. La implementación de esta metodología se realizó a través de herramientas esenciales como el Mantenimiento Productivo Total (TPM) apoyado de los pilares 5S, los cuales en conjunto establecieron un marco sólido para alcanzar la excelencia operativa. Tras establecer los fundamentos teóricos, este documento presenta información que demuestran la relación causal entre los problemas identificados en la industria de embutidos y la solución propuesta. Posteriormente, se definen objetivos claros y específicos que se alinean con la estrategia general de aumentar la eficiencia en la empresa y se efectúa la validación funcional de la solución, evaluando su impacto económico y no económico en la industria estudiada, en base a los resultados obtenidos. Finalmente, se presentan recomendaciones y conclusiones finales para el proyecto de implementación.

Palabras clave: Lean Manufacturing ,5S, Mantenimiento Productivo Total, Embutidos y Eficiencia.

Implementation of an Improvement Model using Lean Manufacturing to Increase the Efficiency of the Sausage Line Equipment in a Meat Processing Plant Company.

Abstract

This document delves into the causes of the problems plaguing the sausage industry and presents a systematic solution for meat companies seeking to reverse the constant decline in their efficiency. The viability of the proposal is supported by concrete results obtained in a Peruvian company, a leader in the production of chorizos, where a 15% increase in efficiency was experienced, which translated into an 80% reduction in waste and defects. For a better assimilation of the proposed solution, the basic principles of the Lean Manufacturing methodology are presented, whose purpose is to optimize processes and eliminate waste. The implementation of this methodology was carried out through essential tools such as Total Productive Maintenance (TPM) supported by the 5S pillars, which together established a solid framework to achieve operational excellence. After establishing the theoretical foundations, this document presents information that demonstrates the causal relationship between the problems identified in the sausage industry and the proposed solution. Subsequently, clear and specific objectives are defined that are aligned with the general strategy of increasing efficiency in the company and the functional validation of the solution is carried out, evaluating its economic and non-economic impact in the industry studied, based on the results obtained. Finally, recommendations and final conclusions for the implementation project are presented.

Keywords: Lean Manufacturing ,5S, Total Productive Maintenance, Sausages and Efficiency.

BENITES_GOMEZ_PTI8_FINAL.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

4%

2

upc.aws.openrepository.com

Fuente de Internet

<1%

3

Submitted to Universidad Tecnológica
Indoamerica

Trabajo del estudiante

<1%

Tabla de contenido

1. Capítulo I-Antecedentes del Proyecto	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Marco Teórico.....	2
1.2.1 Gestión de Procesos.....	2
1.2.2 Eficiencia.....	2
1.2.3 Lean Manufacturing.....	3
1.2.3.1 Total Productive Maintenance (TPM).....	3
1.2.3.2 Pilares 5S.....	3
2. Capítulo II - Problemática de la Organización	4
2.1 Descripción de la Organización.....	4
2.1.1 Mapa de Desarrollo Operativo.....	4
2.1.2 Especificaciones del Producto.....	5
2.2 Identificación del problema.....	6
2.2.1 Brecha técnica.....	6
2.2.2 Impacto económico.....	6
2.3 Análisis de las Causas.....	6
2.3.1 Árbol de Problemas.....	7
2.3.1.1 Motivo 1.....	7
2.3.1.2 Motivo 2.....	7
2.3.1.3 Motivo 3.....	7
2.4 Planteamiento de Objetivos.....	8
2.4.1 Objetivo General.....	9
2.4.2 Objetivo Específicos.....	9
3. Capítulo III – Propuesta de Ingeniería	10
3.1 Vinculación de Causa con la Solución.....	10
3.2 Diseño Detallado de la Solución.....	10
3.2.1 5S como base de la Implementación TPM.....	11
3.2.1.1 Diseño de implementación del pilar “Seiri”.....	11

3.2.1.2	Diseño de implementación del pilar “Seiton”	12
3.2.1.3	Diseño de implementación del pilar “Seiso”	12
3.2.1.4	Diseño de implementación del pilar “Seiketsu”	12
3.2.1.5	Diseño de implementación del pilar “Shitsuke”	13
3.2.2	Implementación TPM	13
3.2.2.1	Análisis MTBF Y MTTR.....	13
3.2.2.2	Análisis AMEF	14
3.2.2.3	Análisis OEE.....	14
3.2.2.4	Proclamación de Limpieza en Máquinas	15
3.2.2.5	Sistema de Intervenciones de Mantenimiento	15
3.2.2.6	Inspección de los Componentes de las Maquinarias.....	15
3.3	Diseño de indicadores	16
3.3.1	Grado de cumplimiento.....	16
3.3.2	Tiempo de Reparación en Máquina (MTTR)	16
3.3.3	Tiempo entre Fallos (MTBF).....	16
3.3.4	Disponibilidad del Equipo	16
3.3.5	Eficiencia General del Equipo	16
3.3.6	Indicadores de Mejora.....	16
3.4	Consideraciones para la implementación.....	17
3.5	Presupuesto de la solución	17
3.5.1	Costo Intangible	17
3.5.2	Costo Tangible	18
3.5.3	Costos de los Recursos.....	19
3.6	Cronograma Tentativo del Desarrollo del Proyecto	19
4.	Capítulo IV – Resultados del Proyecto	21
4.1	Validación funcional.....	21
4.1.1	Implementación TPM	21
4.1.2	Resultados Finales de la Implementación TPM.....	22
4.2	Evaluación de Impacto Económico	23
4.3	Evaluación de Impacto no Económicos	24

Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Bibliografía	28
Anexos	31

Índice de Tablas

Tabla 1:Características del Chorizo Clásico	5
Tabla 2:Eficiencia de la producción y porcentaje real de tiempo productivo de chorizos	14
Tabla 3:Indicadores de Mejora	17
Tabla 4:Costos Intangibles de la Implementación	18
Tabla 5:Costo Tangibles de la Implementación.....	19
Tabla 6:Cronograma de Implementación de la Solución.....	20
Tabla 7:Eficiencia Productiva Final.....	22
Tabla 8:Evaluación Económica	23
Tabla 9:Van y Tir de la Implementación	24
Tabla 10:Factores de la Matriz de Leopold	25

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de Procesos Operativos para la Producción de Chorizos	5
Figura 2: Árbol de Problemas	8
Figura 3: Árbol de Objetivos	9
Figura 4: Diseño de Implementación TPM.....	11

Índice de Anexos

Anexo 1: Tarjeta de Acción	31
Anexo 2: Nuevo Layout del Almacén de Insumos	31
Anexo 3: Listado de Grupos de Limpieza	32
Anexo 4: Políticas 5S.....	32
Anexo 5: Auditorías 5S.....	33
Anexo 6: MTBF Y MTTR.....	33
Anexo 7: Tablas AMEF	34
Anexo 8: Modelo de Simulación Antes de la Mejora.....	37
Anexo 9: Modelo de Simulación Posterior a la Implementación	38
Anexo 10: Acciones con Posibles Efectos de la Matriz Leopold	39

1. Capítulo I-Antecedentes del Proyecto

Adentrándose en el mundo de la industria alimentaria, este documento pone su lupa en los productos derivados de las carnes. Inicia con un recorrido por los antecedentes más relevantes, para luego identificar los desafíos más comunes que enfrenta la producción de estos productos. Con el objetivo de orientar el análisis, se establecen las definiciones clave dentro de un marco teórico sólido.

1.1 Antecedentes

La industria de alimentos en el Perú es reconocida por ser el principal motor en el desarrollo económico del país, ya que según el diario El Peruano, este sector representó un 35% del PBI en el 2021(El Peruano,2021); simultáneamente, el Instituto de Estadística e Informática documentó que el 59% de esta industria estuvo compuesta por el sector cárnico. En dicho año, se consumió un total de 60.700 toneladas de embutidos, siendo la salchicha la más vendida con un 47%, seguida por la jamonada con un 17% y, por último, el chorizo con un 11% del total de ventas. (Instituto Nacional de Estadística e Informática ,2021). En vista a lo expuesto, el diario Perú 21 realizó una investigación en los supermercados con el fin de identificar el top tres de empresas más populares en chorizos. El resultado arrojó como ganador a la empresa Braedt, seguida de San Fernando y, finalmente, Suiza Embutidos (Perú 21, 2021). Con respecto al aumento de ventas de la charcutería, la empresa de datos Kantar aseguró que este fenómeno se originó debido al entorno económico del país a causa del COVID-19. Desde mediados de la pandemia, muchos hogares replazaron las carnes por embutidos, debido a que estos poseen el mismo valor nutricional, pero a un menor costo (Kantar,2022). Debido a este incremento de la demanda, las empresas tuvieron dificultades para cubrir la producción de embutidos. Estas dificultades se tradujeron en problemas con el empaquetado, la cadena de frío y la calidad de los productos con un 3,91%, 3,9% y 3,74% respectivamente del total de fallas (Canales et al., 2019).

1.2 Marco Teórico

1.2.1 *Gestión de Procesos*

Disciplina fundamental para el éxito empresarial, encargándose de optimizar cada paso en el flujo de trabajo y maximizar la productividad en todos los niveles. Su enfoque metódico permite tomar el control del rendimiento tanto de los trabajadores como de las máquinas, brindando una visión clara y precisa de los indicadores clave que impulsan el crecimiento del negocio (Mallar, 2010).

También se puede definir como una metodología de gestión empresarial que adopta una perspectiva holística. En este enfoque, se integran todas las áreas y actividades relacionadas con los procesos cruciales de la organización, buscando mejorar simultáneamente la eficiencia, la calidad y la efectividad (Cruz et al., 2020).

1.2.2 *Eficiencia*

El indicador de eficiencia se define como la capacidad de una empresa para alcanzar el máximo rendimiento posible utilizando la menor cantidad de recursos financieros, humanos y de tiempo (Crisóstomo & Jiménez, 2021), en otras palabras, busca medir la idoneidad de las acciones dentro de un plan económico, minimizando la necesidad de nuevos procedimientos para cumplir con los objetivos de la organización (Salvador et al., 2023).

Cabe destacar que también se puede definir como la capacidad de realizar un proyecto de manera adecuada, logrando una relación óptima entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos (Rojas & Castro et al., 2022). Dicho de otro modo, busca maximizar los logros obtenidos con un mínimo de recursos (Quiroz & Vega, 2022).

1.2.3 Lean Manufacturing

El surgimiento de esta metodología responde a la necesidad de las empresas de contar con herramientas prácticas para mejorar sus indicadores de eficiencia y productividad. (Apaza, 2021). Por lo tanto, se hacía imprescindible disminuir los desperdicios en cada fase del proceso productivo, ya que estos estaban generando un impacto económico adverso debido al alza de los costos (Gazules et al., 2022).

1.2.3.1 Total Productive Maintenance (TPM)

Enmarcada dentro de la metodología Lean Manufacturing, la filosofía Total Productive Maintenance (TPM) busca erradicar las pérdidas en el sistema de producción a lo largo de su ciclo de vida, optimizando así su eficiencia al promover la sinergia entre el factor humano, los equipos y las operaciones (Apaza, 2021).

1.2.3.2 Pilares 5S

Dentro del ámbito del Lean Manufacturing, destaca la filosofía 5S, cuyo nombre proviene de los cinco pilares japoneses: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke (Shahriar et al., 2022). Se emplea ampliamente debido a su simpleza y facilidad de implementación, con el objetivo principal de establecer y mantener entornos de trabajo de alta calidad (Fening et al., 2023). Entre los principales beneficios de esta herramienta se encuentran una reducción notable en la incidencia de accidentes y el ausentismo laboral, un incremento en la satisfacción del cliente y la agilidad en las respuestas, un aumento en la productividad y la promoción de un ambiente laboral positivo, y la eliminación total de desperdicios. (Rojas &Castro et al., 2022).

2. Capítulo II - Problemática de la Organización

Se describen las características más importantes de la organización, que corresponde a la empresa embutidora, y las especificaciones de su producto, el chorizo, ya que este es líder en ventas a nivel nacional; posteriormente, se identifica el problema que esta posee en su línea productiva de chorizos y las causas raíces de este problema; y por último, se plantean objetivos con el fin de indicar los resultados obtenidos.

2.1 Descripción de la Organización

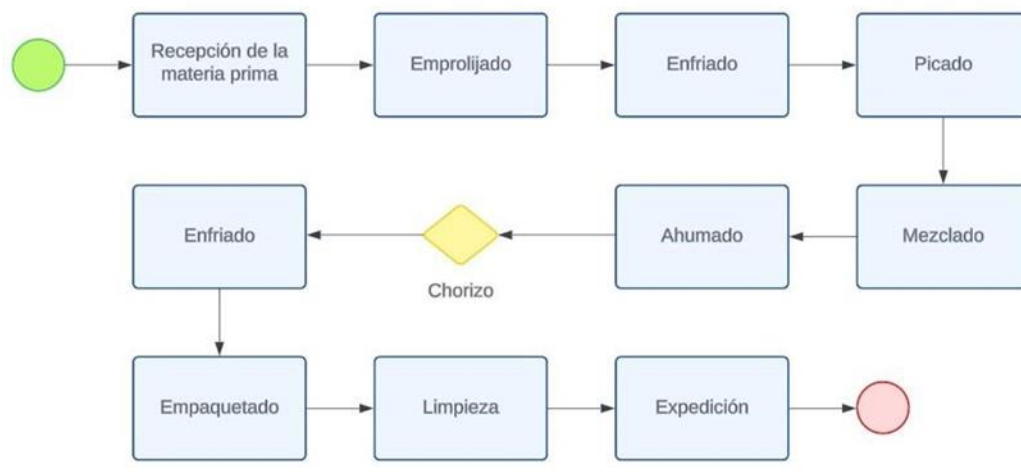
La empresa, se dedica a la producción y comercialización de embutidos de alta calidad en el Perú desde el año 2013. A partir del 2016, logró posicionarse en el mercado gracias a acuerdos comerciales con los hoteles y supermercados más importantes del país. Sin embargo, el éxito definitivo llegó en el año 2019 con la renovación de las recetas de sus principales productos charcuteros y la incorporación de ingredientes importados directamente desde Europa. Esta estrategia le valió el premio Effie Awards 2019 en la categoría de mejor relanzamiento de un producto. La noticia del premio generó un incremento inesperado de la demanda, lo que se tradujo en un ingreso económico anual de 1.500 millones de soles (La empresa, 2022).

2.1.1 *Mapa de Desarrollo Operativo*

La empresa (2022) reportó que el chorizo fue su producto más vendido en el año 2021, generando el 38% del total de las ventas, posicionándolo como su producto estrella. Debido a su importancia, se realizó un análisis detallado de la gestión operativa de la línea de chorizos, identificando los pasos y alcances del proceso productivo con el objetivo de encontrar oportunidades de mejora.

Figura 1

Mapa de Procesos Operativos para la Producción de Chorizos



Nota. La empresa, 2021, mapa de procesos operativos para la producción de chorizos, Perú.

2.1.2 Especificaciones del Producto

Como se mencionó en el mapa de desarrollo operativo de la figura 1, el chorizo es el producto estrella de la empresa (2021). Por ello, fue fundamental cumplir con estrictas características analíticas que garantizaran su calidad y salubridad para el consumidor. Estas características presentadas en la tabla 1, brindan un valor agregado y un elemento diferenciador frente a la competencia.

Tabla1

2. Características del Chorizo Clásico

Características Físico-Química	
Humedad	< 45%
Grasa	< 57%
Proteína	> 30%
Nitritos	< 50 Mg/Kg
Nitratos	< 250 mg/kg

Nota. La empresa, 2021, características del chorizo clásico, Perú.

2.2 Identificación del problema

El documento se enfocó en la evolución del producto estrella de la empresa, ya que según Kantar (2022), debido a la crisis económica las carnes fueron remplazadas por los embutidos, provocando un aumento de la demanda en los chorizos de forma progresiva. Bajo estas circunstancias la empresa (2021), observó un proceso operativo deficiente en su línea productiva de chorizos.

2.2.1 Brecha técnica

Según Flores (2021), el indicador de eficiencia productiva en las empresas cárnicas se encuentra dentro de un rango que va del 76,3% al 78%; este indicador refleja la capacidad de una empresa para convertir sus recursos en productos finales de manera eficiente. Sin embargo, una auditoría reveló que la empresa se encontraba por debajo del promedio de la industria cárnica en términos de eficiencia productiva; ya que obtuvo un indicador de eficiencia del 68,5% en su proceso operativo, lo que significaba que estaba operando por debajo de su potencial.

2.2.2 Impacto económico

La brecha técnica descrita anteriormente tuvo un impacto significativo en la planificación económica de insumos y materia prima de la empresa. El uso de recursos no programados en mayor cantidad generó un desfase con el presupuesto establecido, lo que se tradujo en un gasto adicional de 206,744.69 soles (La empresa, 2021).

2.3 Análisis de las Causas

Para identificar el problema, se realizó un análisis exhaustivo del deficiente proceso operativo de la línea de producción de chorizos en la empresa peruana, basados en los registros proporcionados por la misma.

2.3.1 Árbol de Problemas

Se muestra en la figura 2, qué el deficiente proceso operativo en la línea de chorizos fue motivado por las fallas de funcionalidad en el equipo de termosellado y el desaseo en el sector de empaquetado con un 47,5%, seguidamente por los defectos de funcionamiento en el equipo de enfriado del sector de congelado con un 28,7% y por último por el fallo operativo del equipo embutidor y la poca limpieza del sector de mezclado con un 23,8% del total de problemas.

2.3.1.1 Motivo 1

En primer lugar, las fallas de funcionalidad en el equipo de termosellado del sector de empaquetado fueron generadas por la falta de mantenimiento preventivo en la máquina termo selladora ya que esta presentó defectos en los sensores de temperatura, que trajo como consecuencia empaques de chorizos mal sellados; otra causa fue el desaseo en el sector de empaquetado que fue originado por la inexistencia de un programa de limpieza y orden en el almacén de empaques puesto que, al estar sucia provocó la deformación de los rollos laminados que se usan para empaquetar los productos finales (La empresa ,2021).

2.3.1.2 Motivo 2

En segundo lugar, las fallas de funcionalidad en el equipo de enfriado del sector de congelado, fueron causadas por la omisión del mantenimiento preventivo de la máquina congeladora ya que dentro de este equipo se almacenaba la materia prima para elaborar los chorizos, y al excluirla del programa de mantenimiento trajo como consecuencia que esta no cumpliera con los estándares físicos y microbiológicos impuestos (La empresa ,2021).

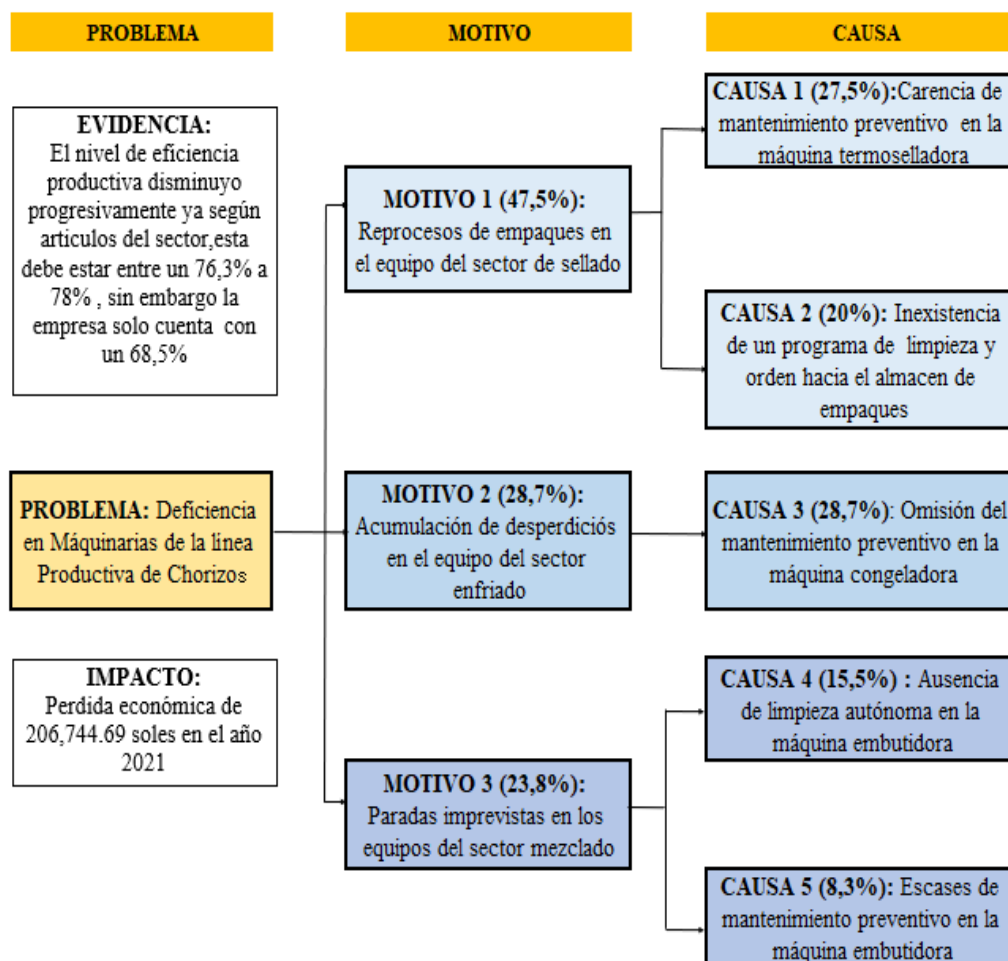
2.3.1.3 Motivo 3

Por último, las fallas de funcionalidad en el equipo embutidor en el sector de mezclado fueron causadas por la escasez de mantenimiento preventivo al equipo, ya que su motor solía sobrecalentarse muy a menudo, trayendo como consecuencia la interrupción de la producción de

chorizos; Un factor adicional que contribuía a la problemática era la ausencia de un sistema de limpieza autónoma en la máquina embutidora. Tras cada lote de producción, residuos de carne solían quedar atorados en la maquinaria, lo que generaba una contaminación cruzada en los siguientes lotes de chorizos. (La empresa ,2021).

Figura 2

2.Árbol de Problemas



Nota. Elaboración Propia

2.4 Planteamiento de Objetivos

El presente documento se centra en la definición de objetivos generales y específicos que sirvan como base para la identificación de estrategias encaminadas a optimizar el proceso

operativo en la línea de producción de chorizos.

2.4.1 *Objetivo General*

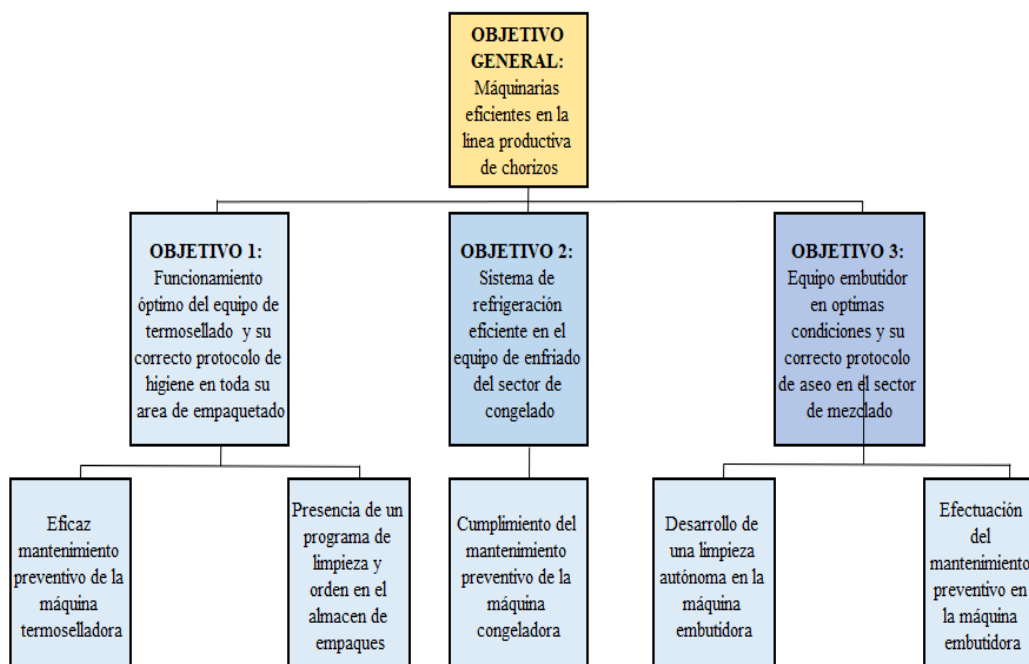
Elevar el indicador de eficiencia productiva en la línea de chorizos hasta un 78,5% para optimizar los procesos operativos y alcanzar un mayor rendimiento

2.4.2 *Objetivo Específicos*

- Disminuir las fallas de funcionalidad en el equipo de termosellado, congelado y embutidor.
- Gestionar un programa de limpieza y orden para las máquinas y almacenes.
- Cumplir con el presupuesto de compras de materia prima e insumos impuesta por la empresa.
- Ejecutar correctamente las características analíticas de la materia prima para asegurar la calidad y salubridad del producto.
- Monitorear el proceso de empaquetado para evitar anomalías en su apariencia.

Figura 3

3Árbol de Objetivos



Nota. Elaboración Propia

3. Capítulo III – Propuesta de Ingeniería

Se vincula el problema y las causas del capítulo 2, respecto a una solución mediante el modelo de gestión Lean Manufacturing; posteriormente, se detalla el diseño de indicadores, técnicas que se usaron y, por último, las consideraciones de la implementación de los pilares 5S como apoyo a la herramienta TPM en la empresa, con el fin de tener un aumento de la eficiencia.

3.1 Vinculación de Causa con la Solución

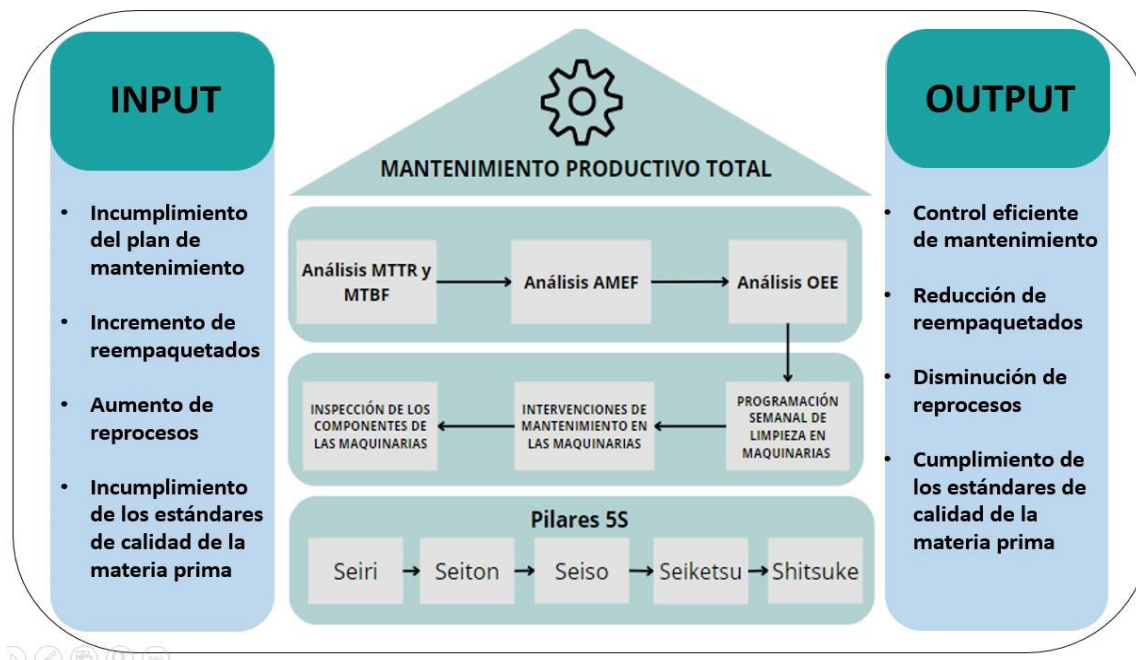
En el árbol de problemas, detallado en el capítulo 2, se analizó el impacto y las consecuencias principales del problema planteado, representando un 3% de la facturación anual de 2020. En la empresa, se identificaron cinco causas responsables de las deficiencias en las máquinas de producción de chorizos, lo que afecta negativamente a la eficiencia productiva.

3.2 Diseño Detallado de la Solución

En el capítulo 2, se identificaron como principales causas de la baja eficiencia en la producción de chorizos, la falta de limpieza y orden, así como las constantes fallas en las maquinarias. Para abordar esta problemática, se propuso la implementación de la metodología TPM. Sin embargo, en el artículo “Improvement in productivity through TPM Implementation”, los autores Thorat y Mahesha aseguran la eficacia de esta herramienta como sistema de gestión de mantenimiento, pero también advierten sobre su complejidad de implementación (Thorat & Mahesha, 2020). Por lo tanto, sugieren comenzar con la aplicación de un programa 5S, el cual ayudaría a establecer las condiciones necesarias para una exitosa adopción de los principios del TPM. Teniendo en cuenta lo mencionado para el caso de la empresa, se procedió a utilizar los pilares del 5S como base para abordar la baja eficiencia, sentando así las mejores condiciones para la implementación del TPM.

Figura 4

4. Diseño de Implementación TPM



Nota. Elaboración Propia

3.2.1 5S como base de la Implementación TPM

3.2.1.1 Diseño de implementación del pilar “Seiri”

Se elaboró un cuadro informativo detallando los 254 elementos presentes en el almacén de chorizos, clasificándolos según su relevancia y uso, y plasmándolos en tarjetas impresas, como se muestra en la imagen del anexo 1. En colaboración con el departamento de ventas, se acordó vender 102 elementos repetidos, reubicar 150 y eliminar 2. Esta acción tuvo como objetivo prevenir la obsolescencia del inventario, optimizar el espacio en el almacén, mejorar la gestión del inventario y generar ingresos adicionales para el proyecto de mejora.

3.2.1.2 Diseño de implementación del pilar “Seiton”

Las tarjetas mencionadas anteriormente, fueron utilizadas como herramientas de apoyo para clasificar los objetos y establecer un sistema de orden, priorizando aquellos elementos de menor relevancia para la línea de producción como se puede observar en el anexo 2. Se esperó que este proceso de optimización, permitiera al operario localizar rápidamente los elementos necesarios para sus tareas, impulsando así la productividad y la eficiencia del proceso.

3.2.1.3 Diseño de implementación del pilar “Seiso”

Seguidamente, para garantizar un entorno de trabajo limpio y seguro, se conformaron equipos de aseo integrados por un operador de producción y un auxiliar de limpieza, como se puede apreciar en el anexo 3. Al inicio de cada turno, el operador debía realizar una limpieza rápida de las máquinas, la cual se completaba con un aseo más exhaustivo al finalizar la jornada, contando con el apoyo de un auxiliar de limpieza. Esta estrategia permitió optimizar el tiempo y garantizó un alto nivel de higiene en las áreas de producción. La limpieza inicial realizada por el operador se enfocó en aspectos básicos como la eliminación de residuos y polvo, mientras que la limpieza profunda a cargo del auxiliar de limpieza incluyó desinfección, eliminación de residuos de carne, pulido y lubricación de las máquinas. De esta manera, se aseguró el correcto funcionamiento de los equipos y se cumplieron los estándares de calidad vistos en las especificaciones del producto, en el capítulo 2. Además, se hizo hincapié en la importancia de que cada operario guardara sus herramientas de trabajo en el almacén siguiendo el sistema establecido anteriormente explicado.

3.2.1.4 Diseño de implementación del pilar “Seiketsu”

Con el propósito de establecer una estandarización a largo plazo en materia de limpieza y organización en el área de producción de chorizos, se elaboró un manual detallado que define las normas y procedimientos detallados para la limpieza y el mantenimiento de las instalaciones y equipos. Adicionalmente, para el conocimiento de los trabajadores, se diseñaron folletos

informativos que resumen los puntos clave del manual y los ilustran con imágenes explicativas. Estos materiales fueron distribuidos entre todos los trabajadores, quienes se comprometieron a cumplir con las normas establecidas para garantizar un ambiente de trabajo seguro, limpio y organizado. También, se implementaron las políticas 5S, que aparecen en el anexo 4 con el fin de promover una cultura de trabajo eficiente y responsable, minimizando riesgos laborales y optimizando el uso de los recursos.

3.2.1.5 Diseño de implementación del pilar “Shitsuke”

Para asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas, prevenir retrocesos y mantener el camino hacia la excelencia, se pretendió realizar nuevamente una auditoría comparativa con el objetivo de evaluar el progreso logrado y detectar nuevas oportunidades de mejora continua. Esta auditoría se repite anualmente como parte del compromiso con la mejora continua y la búsqueda de la excelencia como se aprecia en el anexo 5.

3.2.2 Implementación TPM

3.2.2.1 Análisis MTBF Y MTTR

Tras un año de inactividad en la elaboración del mantenimiento planificado en la empresa, se implementó la base para la herramienta TPM; y procedió a desarrollar dicho mantenimiento. Es por ello que se inició realizando un análisis de disponibilidad de los equipos de la empresa, el cual reveló índices de 2528 minutos en MTBF y 63.11 minutos en MTTR. Adicionalmente, se detectaron oportunidades de mejora en la embudidora, el termo contraído y el evaporador, con un requerimiento de reparo de 94.24%, 94.22% y 93.97%, respectivamente, ya que experimentaron tiempos de paro más prolongados en comparación con otros equipos, como se puede visualizar en el anexo 6. Posterior a la implementación de la metodología TPM, se espera una mejora en el rendimiento de estas máquinas, una reducción del tiempo medio entre paradas y un aumento del tiempo medio de reparación.

3.2.2.2 Análisis AMEF

Se llevó a cabo el análisis de criticidad de los efectos y fallas para cada máquina. Este análisis se basó en descripciones de los niveles de severidad, ocurrencia y detección existentes. El objetivo fue identificar y evaluar los riesgos potenciales de cada máquina en la zona de producción de chorizos y desarrollar medidas para prevenirlos o mitigarlos. Las determinaciones se realizaron en conjunto con observaciones del encargado, el jefe de producción y los operadores de las máquinas como se puede visualizar en el anexo 7.

3.2.2.3 Análisis OEE

Con el objetivo de evaluar la eficiencia de la producción de chorizos y determinar el porcentaje real de tiempo productivo, se realizó un análisis Overall Equipment Effectiveness. Este análisis permitió cuantificar la puntuación del año 2021, la cual integro tres componentes clave: calidad rendimiento y disponibilidad. Como parte del análisis final del OEE, se realizó la suma correspondiente de los tiempos productivos y no productivos, dando los siguientes resultados.

Tabla 2

3.Eficiencia de la producción y porcentaje real de tiempo productivo de chorizos

Eficiencia de Producción	% Real Tiempo Productivo
Disponibilidad	97.57%
Rendimiento	98.98%
Calidad	96.25%
OEE Operativo	92.11%
OEE Directivo	83.64%
OEE Directivo	83.64%
OEE General	53.77%

Nota. Elaboración Propia

3.2.2.4 Proclamación de Limpieza en Máquinas

Con el fin de dar inicio al mantenimiento autónomo, se implementó un programa de limpieza, el cual ya había sido reforzado anteriormente por el pilar Seiso del 5S. En esta programación, se asignó a los operarios la responsabilidad de mantener limpio su propio equipo de trabajo durante sus turnos laborales; esto con el fin de reducir las averías, mejorar la seguridad y aumentar la productividad.

3.2.2.5 Sistema de Intervenciones de Mantenimiento

Se elaboró un cronograma de intervenciones hacia las máquinas del sistema productivo de chorizos, con el fin de detallar las diversas técnicas de mantenimiento que estas deben pasar para su buen funcionamiento. Este plan de acción se desarrolló en base al nivel de criticidad de cada máquina; además, se pretendió que estas se puedan elaborar de forma semanal, interdiario o mensual.

3.2.2.6 Inspección de los Componentes de las Maquinarias

Con el objetivo de que el personal operativo tenga un conocimiento profundo de las máquinas embudidora, termocontraído y evaporadora, y pueda realizar adecuadamente los programas de mantenimiento preventivo y planificado mencionados anteriormente, se llevó a cabo un despiece detallado de estos equipos siguiendo el manual técnico del fabricante y con la asistencia de un especialista. Esta acción permitió identificar varios componentes que presentaban desgaste y que no habían sido detectados en las revisiones periódicas. Como resultado, se estableció medidas de limpieza y mantenimiento específicas para cada uno de los componentes, lo que permitió optimizar la producción de chorizos, reducir las incidencias y extender la vida útil de las máquinas

3.3 Diseño de indicadores

3.3.1 Grado de cumplimiento

El grado de cumplimiento de cada pilar 5S se midió con la siguiente formula:

$$\text{Grado de Cumplimiento por Pilar} = \frac{\text{Puntaje Objetivo en el Pilar}}{\text{Puntaje disponible por Pilar}} \times 100$$

3.3.2 Tiempo de Reparación en Máquina (MTTR)

El tiempo de reparación en cada máquina se midió con la siguiente formula:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo total de Mantenimiento}}{\text{Número de Reparaciones}}$$

3.3.3 Tiempo entre Fallos (MTBF)

El tiempo entre fallos en cada máquina se midió con la siguiente formula:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible} - \text{Tiempo de Inactividad}}{\text{Número de Paradas}}$$

3.3.4 Disponibilidad del Equipo

La disponibilidad de los equipos se midió con la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

3.3.5 Eficiencia General del Equipo

La eficiencia general de los equipos se midió con la siguiente formula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

3.3.6 Indicadores de Mejora

Se identificaron indicadores prioritarios para la empresa con el fin de llevar a cabo el análisis del estado actual y deseado. En la tabla 3 se detalla el análisis correspondiente

Tabla 3*4. Indicadores de Mejora*

Descripción	As-Is	Tó-Be	Expectativa	Condición
5S	29%	81%	50%-70%	Buena
MTBF	25.3 min	0.2603 min	2650 min	Aceptable
MTTR	63.32 min	0.50 min	50 min	Buena
Disponibilidad	65.45%	97.56%	80-90%	Buena
OEE	92.11%	97.89%	60%-80%	Buena

Nota. La empresa, 2021, indicadores de mejora, Perú.

3.4 Consideraciones para la implementación

El éxito de la herramienta Lean Manufacturing dependió de una combinación de liderazgo, capacitación, participación, gestión de recursos y un enfoque en la rentabilidad. Ya que se abordó los factores anteriormente comentados de una manera estratégica, puesto que la organización pudo maximizar las posibilidades de lograr resultados positivos y sostenibles a través de la implementación de la metodología TPM apoyada de los pilares 5S.

3.5 Presupuesto de la solución

La inversión económica en la propuesta de solución tuvo en consideración costos tangibles e intangibles para realizar la evaluación precisa de la viabilidad y rentabilidad del proyecto. La adecuada gestión de estos costos fue crucial para asegurar el éxito de la implementación y maximizar los beneficios de la herramienta Lean Manufacturing.

3.5.1 Costo Intangible

Estos cálculos se llevaron a cabo considerando las horas dedicadas a la formación del personal, las regulaciones laborales vigentes y el costo por hora hombre. Posteriormente, se tuvieron en cuenta las incidencias laborales basadas en los días efectivamente trabajados en 2021, excluyendo días festivos, de descanso, vacaciones, permisos y ausencias injustificadas.

Además, se consideraron el 15% de CTS, el 9% de EsSalud, el 3% del SCTR y un 1% del sistema privado de pensiones. Esta información resultó crucial para evaluar la productividad, el ausentismo y el logro de objetivos laborales. Otro aspecto intangible del proyecto fue el cálculo de las horas y la cantidad total de operarios necesarios, que incluye tanto los servicios de capacitación anual como los costos de mantenimiento de los utensilios como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Tabla 4

5. Costos Intangibles de la Implementación

Ítem	Horas	Costo x hora	Costo total
Gerente Operacional	24	S/ 43.42	S/ 1,042.08
Jefe de Producción	35	S/ 20.73	S/ 725.55
Prevencionista	35	S/ 24.10	S/ 843.50
Asistentes de Limpieza	30	S/ 10.32	S/ 309.60
Ingenieros	34	S/ 26.99	S/ 917.66
Técnicos 1	39	S/ 12.97	S/ 505.83
Técnicos 2	39	S/ 12.97	S/ 505.83
Técnicos 3	39	S/ 12.97	S/ 505.83
Horas de capacitación	18	S/ 270.00	S/ 4,860.00
Capacitación interna a técnicos			S/ 512.00
Mantenimiento de utensilios			S/ 1,890.00
Total			S/ 12,617.88

Nota. La empresa, 2021, costos intangibles de la implementación, Perú.

3.5.2 Costo Tangible

A continuación, en la tabla 5, se detalló el costo tangible del proyecto y los recursos utilizados en su desarrollo.

Tabla 5*6. Costo Tangibles de la Implementación*

Fase	Tipo de recurso	Cantidad	Inversión
Capacitación	Útiles de escritorio	470	S/ 1,192.00
	Muebles de Organización	221	S/ 4,820.00
5S	Artículos de limpieza	2320	S/ 8,780.00
	Útiles de Oficina	30	S/ 1,492.00
	Refacciones de equipos	2280	S/ 215,145.00
	Implemento de aseo industrial	80	S/ 3,000.00
TPM	Herramientas de Organización industrial	130	S/ 7,620.00
	Herramientas Mecánicas	3180	S/ 102,942.00
	Útiles de Oficina	180	S/ 422.00
Total			S/ 345,413.00

Nota. La empresa, 2021, costos tangibles de la implementación, Perú.

3.5.3 Costos de los Recursos

En resumen, al agregar los costos tangibles e intangibles, se pudo apreciar el total de los materiales e insumos utilizados para la capacitación del personal y la implementación de la metodología Lean Manufacturing fue de S/ 345,413.

3.6 Cronograma Tentativo del Desarrollo del Proyecto

Se presento el cronograma detallado del proyecto, el cual consto de las siguientes fases: etapa previa, planificación, implementación y consolidación. El proyecto se llevó a cabo en un periodo de 17 semanas.

Tabla 6

7. Cronograma de Implementación de la Solución

Fase	Actividades del Proyecto	Inicio	Fin
Etapas Previa	Reunión de lanzamiento	02/08/2021	07/08/2021
	Introducción a la 5S y TPM	02/08/2021	15/08/2021
	Capacitaciones	09/08/2021	14/08/2021
	Formación de grupos	09/08/2021	14/08/2021
	Formulación de políticas y metas	09/08/2021	14/08/2021
	Definición de Pilares a implementar	09/08/2021	14/08/2021
	Creación del plan de despliegue	09/08/2021	14/08/2021
Planificación	Análisis situacional de la empresa	16/08/2021	21/08/2021
	Presentación de oportunidades de mejora	16/08/2021	21/08/2021
	Diseño de registros, plantillas y formatos	23/08/2021	28/08/2021
	Recopilación de datos del flujo de trabajo	23/08/2021	28/08/2021
	Identificación de los indicadores de control	23/08/2021	28/08/2021
Desarrollo e Implementación	Delimitación de equipos y zona	29/08/2021	04/09/2021
	Aplicación de checklists y formatos de limpieza y reorganización	29/08/2021	04/09/2021
	S1: Seiri	04/08/2021	07/09/2021
	S2: Seiton	07/09/2021	11/09/2021
	S3: Seiso	14/09/2021	18/09/2021
	S4: Seiketsu	21/09/2021	25/09/2021
	S5: Shitsuke	28/09/2021	30/09/2021
	Análisis MTTR y MTBF	01/10/2021	07/10/2021
	Análisis de criticidad AMEF	08/10/2021	09/10/2021
	Análisis OEE	12/10/2021	16/10/2021
	Identificación de las características técnicas de las maquinarias	19/10/2021	23/10/2021
	Elaboración de la ficha técnica de las maquinarias	26/10/2021	30/10/2021
	Elaboración de planes de limpieza, lubricación de máquinas y control eléctrico	01/11/2021	04/11/2021
	Elaboración de planes de mantenimiento planificado, preventivo y autónomo	06/11/2021	11/11/2021
	Control de implementación y mejoras	12/11/2021	20/11/2021
Consolidación	Monitoreo de implementación, gestión de resultados y mejorar constantes	22/11/2021	04/12/2021

Nota. La empresa, 2021, cronograma de la implementación, Perú.

4. Capítulo IV – Resultados del Proyecto

Se presenta los resultados obtenidos tras la implementación de la herramienta TPM apoyado de los pilares 5S durante el período del 2021. Se detallan las soluciones técnicas implementadas, los ahorros económicos generados y la interpretación de los resultados obtenidos.

4.1 Validación funcional

Previo a la implementación del TPM se realizó una simulación sistemática que permitió contrastar los indicadores preestablecidos con los datos reales obtenidos de la ejecución de la herramienta en la línea de chorizos. Su planificación meticulosa resultó esencial para asegurar la validez de la recopilación de datos y fortalecer el análisis estadístico. Esto permitió obtener información precisa y confiable para la toma de decisiones antes de la implementación completa. Adicionalmente, fue apoyada por el diagrama de producción de la figura 1, convirtiéndolo en una representación invaluable para facilitar su comprensión, permitiendo observar el comportamiento del modelo de simulación de manera dinámica e intuitiva, lo cual fue especialmente útil para identificar patrones, relaciones causales y posibles errores. De esta manera, se logró optimizar su funcionamiento tal y como se muestra en el anexo 8.

4.1.1 Implementación TPM

Para validar los resultados esperados tras la implementación del Mantenimiento Total Productivo (TPM), se empleó una nueva y actualizada simulación de sistemas posterior a la ejecución de la herramienta en la producción de chorizos, esta se visualiza en el anexo 9. Esta técnica permitió evaluar la relación directa entre la producción, los tiempos de ciclo y las fallas habidas en las máquinas, considerando el tiempo reducido de reparación en los equipos y la eliminación de actividades sin valor agregado.

Con la nueva configuración de las estaciones de trabajo, se recopilaron datos sobre el reciente rendimiento y los tiempos de ciclo de cada estación. Estos datos fueron utilizados en la simulación, que reflejó el impacto de la implementación del TPM en la producción de chorizos. Este enfoque permitió evaluar la viabilidad de la solución de una manera más rápida y sin riesgos de pérdidas de tiempo y recursos. Al ser de corta duración, la simulación proporcionó información crucial sobre el desempeño del enfoque innovador en un entorno real, permitiendo identificar posibles problemas, ajustar algunos pilares y tomar decisiones informadas antes de realizar una inversión completa en otras líneas productivas.

4.1.2 Resultados Finales de la Implementación TPM

Para dar por concluido el proyecto de mejora, se recabó un nuevo conjunto de datos sobre la eficiencia de la producción de la empresa, tras la implementación de la metodología TPM en conjunto con los pilares 5S. Los datos calculados se detallan a continuación en la Tabla 7.

Tabla 7

8. Eficiencia Productiva Final

<i>Formula de la</i>	
<i>Eficiencia de Producción</i> (PPROM)	Porcentaje de PPROM = $\frac{\text{Horas Hombre (HH)}}{\text{Kg de Chorizos Perdidos}} \times 100$

<i>Resultados de la</i>	
<i>Eficiencia de Producción</i> (PPROM)	Resultados de PPROM = $\frac{134739 \text{ HH}}{161364 \text{ Kg}} \times 100 = 83.05\%$

Nota. La empresa, 2021, eficiente productiva final, Perú.

Las acciones de mejora implementadas en la empresa generaron un desempeño excepcional, superando ampliamente las expectativas establecidas en la brecha técnica del capítulo 2. Se consiguió una reducción del 25% en el tiempo total de ciclo, una disminución del 60% en las fallas de las máquinas y un aumento del 15% en la producción. Estos logros representaron un avance significativo para la empresa y establecieron una base sólida para la mejora continua en la eficiencia de sus procesos.

4.2 Evaluación de Impacto Económico

Tras la implementación de la solución, se realizó un análisis del flujo económico de la empresa. Este análisis incluyó los costos y ahorros asociados a la implementación de las herramientas desarrolladas en el capítulo 4.

Tabla 8

9. Evaluación Económica

		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Implementación	-S/ 358,031				
Ventas		S/ 1,439,334	S/ 1,498,761	S/ 1,558,188	S/ 1,617,615
Ingresos por mejora		S/ 33,621	S/ 35,466	S/ 37,311	S/ 39,156
Costo		-S/ 837,665	-S/ 842,690	-S/ 281,455	S/ 852,833
Gastos fijos		-S/ 310,083	-S/ 310,083	-S/ 103,361	S/ 310,083
Gastos admi		-S/ 62,577	-S/ 68,940	-S/ 23,687	S/ 81,666
DEPRECIACIÓN		-S/ 77,630	S/ 105,594	S/ 133,557	S/ 161,520
Ventas de obsolescencia		S/ 0	S/ 92,333	S/ 0	S/ 0
Utilidad antes de IR		S/ 185,000	S/ 299,253	S/ 228,809	S/ 250,669
Impto Rta	18%	-S/ 10,222	-S/ 28,159	-S/ 12,854	S/ 45,120
SUMA DE DEPRECIACIÓN		S/ 77,630	S/ 105,594	S/ 133,557	S/ 161,520
FLUJO ECONOMICO	-S/ 358,031	S/ 229,331	S/ 290,575	S/ 326,282	S/ 367,069

Nota. La empresa, 2021, evaluación económica, Perú.

A partir de los resultados obtenidos, se calculó el Valor Actual Neto (VAN) proyectado a 12 meses, considerando una inversión inicial de S/ 358.031 como se puede apreciar seguidamente en la tabla 9.

Tabla 9

10. Van y Tir de la Implementación

VAN	S/ 332,350.16
TIR	25%

Nota. La empresa, Van y Tir de la Implementación, Perú.

El análisis arrojó un VAN de S/ 332.350,16. Posteriormente, se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR), la cual indica que la tasa de descuento anual debe ser inferior al 25%.

Adicionalmente, se determinó el RBC, obteniendo una relación de 1.93 entre el valor actual neto y la inversión.

4.3 Evaluación de Impacto no Económicos

El proyecto obtuvo una calificación excepcional en la Matriz de Leopold, lo que demostró impactos positivos en todos los grupos de interés en los aspectos evaluados. Se alcanzaron puntuaciones del 52% en los pilares 5S y del 48% en la herramienta TPM. No obstante, el factor de gobierno relacionado con el cumplimiento normativo obtuvo la calificación más baja. Para una mejor comprensión, se recomienda consultar el Anexo 10.

A continuación, y en base a la información del anexo 10 antes comentado se presentó en la tabla 10 un sub análisis que busco determinar la influencia de estos aspectos en los grupos de interés. El análisis reveló puntajes bajos en aspectos legales y socioculturales. Como consecuencia, se realizó un análisis de riesgos y se identificaron acciones de contingencia para mitigarlos.

Tabla 10*11. Factores de la Matriz de Leopold*

Stakeholder	Impacto	Factor Evaluado	Puntaje total	Riesgo	Contingencia
Comunidades	Sociocultural	Identificación con la empresa de la comunidad	2	Genera un ambiente de trabajo negativo y que podría llegar a dar la sensación de no sentirse respaldados por sus empleadores.	Brindar charlas y dar reconocimiento a los empleados destacados para sentir acercamiento con la empresa.
Gobierno	Económico	Aporte al PBI	-6	Aumento en el desempleo al reducir la cantidad de mano de obra necesaria en la producción de chorizos.	Dar más capacitaciones para que puedan ser colocados en otras líneas de producción o hacer múltiples actividades en la empresa.

Nota. La empresa, 2021, factores de la matriz Leopold, Perú.

Conclusiones

- A través de la metodología de Lean Manufacturing, utilizando las herramientas de mejora continua como 5S y TPM, permitió aumentar la eficiencia de la productividad de 68.5% a 83.5 % en el año 2021, en otras palabras, el objetivo del proyecto fue un éxito.
- Con las metodologías 5S y TPM implementadas, se logró conseguir un ahorro económico del 27% puesto que se cumplirán todos los pedidos de los clientes en el correcto tiempo sin sacrificar el uso de un mayor número de insumo en su elaboración.
- La metodología 5S obtuvo resultados sorprendentes puesto que solo se esperaba un incremento de 75 puntos, sin embargo, se alcanzó como resultado un puntaje de 81.
- La metodología TPM cumplió con su meta esperada, ya que consiguió que el MTBF aumente hasta 2603 minutos, no obstante, se esperaba un 2650 minuto aproximadamente; a pesar de ello su MTTR logro disminuir a unos 49 minutos ya que solo se tenía la expectativa de 50 minutos.
- Finalmente, la propuesta de solución, buscó la mejora de la eficiencia y consiguió reducir los desperdicio y defectos de los equipos de la línea de chorizos a un 20%.

Recomendaciones

- Se recomienda la implementación futura de estas herramientas en otras líneas productivas, debido al constante aumento del consumo de embutidos, que evidencia una gran demanda sostenida.
- Se proyecta la adopción de esta metodología en las empresas de consumo masivo de la organización, extendiéndola más allá de su línea premium.
- Se recomienda realizar evaluaciones anuales periódicas de las herramientas mencionadas, asegurando la continuidad y mejora continua de la eficiencia y productividad de la empresa.

Bibliografía

- Apaza, N. M. C. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49-76. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>
- Canales.,P (2018) Aplicación de una metodología Lean Manufacturing para aumentar la productividad del chorizo en una empresa que elabora productos cárnicos procesados. Pontificia Universidad Javeriana: Facultad de Ingeniería. DOI: 10554/44886
- Crisóstomo, E. L. V., & Jiménez, J. W. C. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249-271. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>
- Cruz, Y. E., Zamora, C. I. C., Paz, C. R. L., & Jorge, R. A. (2020). Adopción de tecnologías de gestión de procesos de negocio: una revisión sistemática. *Ingeniare. Revista Chilena De Ingeniería*, 28(1), 41–55. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052020000100041>
- Embutidos es una categoría con potencial desarrollo ante el entorno económico.* (n.d.). <https://www.kantar.com/latin-america/inspiracion/consumidor/2023-wp-peru-consumo-de-embutidos>
- Fening, P. A., Agyei, I. K., Adu-Boachie, C., & Adala, C. E. (2023). Strategic implementation of the PDCA and 5S concepts to improve the productivity of the informal welding industry in Kumasi, Ghana. *E-Journal of Humanities, Art and Social Sciences*, 1368-1379. <https://doi.org/10.38159/ehass.20234115>
- Flores, E., Quezada, P. R. Q., & Alzamora, J. L. A. (2021). Costo de producción de panetón utilizando las herramientas Lean Manufacturing 5S, TPM y JIT En situación de pandemia de COVID-19 en Lima Metropolitana. *Natura@economía*, 6(1), 15-27. <https://doi.org/10.21704/ne.v6i1.1732>
- Ganadores anteriores – Effie Perú.* (n.d.). <https://effie-peru.com/effie-awards-ganadores-antiguos/>

- Gazules, S. P., Leal, G. G., & De Castro Vila, R. (2023). Longitudinal study of lean tools in Spanish manufacturing firms. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(9), 64-83. <https://doi.org/10.1108/jmtm-11-2022-0406>
- Mallar, M. (2010). LA GESTIÓN POR PROCESOS: UN ENFOQUE DE GESTIÓN EFICIENTE. *Universidad Nacional de Misiones Argentina*. <https://www.redalyc.org/pdf/3579/357935475004.pdf>
- Perú, R. (2020, August 12). ¿Cuál es el mejor chorizo parrillero del Perú? *Peru21*. <https://peru21.pe/vida/mejor-chorizo-parrillero-peru-165455-noticia/>
- Quiroz-Flores, J. C., & Vega-Alvites, M. L. (2022). REVIEW LEAN MANUFACTURING MODEL OF PRODUCTION MANAGEMENT UNDER THE PREVENTIVE MAINTENANCE APPROACH TO IMPROVE EFFICIENCY IN PLASTICS INDUSTRY SMES: a CASE STUDY. *South African Journal of Industrial Engineering*, 32(2). <https://doi.org/10.7166/33-2-2711>
- Rojas-Castro, E., Sotomayor-Leyva, Y., & Viacava, G. (2022). Model to increase efficiency in a manufacturing SME in the cardboard sector applying SMED, TPM, 5S and JIDOKA. *Proceedings Of The 20th LACCEI International Multi-Conference For Engineering, Education And Technology: "Education, Research And Leadership In Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive And Sustainable Actions"*. <https://doi.org/10.18687/laccei2022.1.1.754>
- Salvador, B., Morachis, M. A. R., Terrazas, L. E., & Sandoval-Chávez, D. A. (2023). análisis de la eficiencia general de los equipos en una industria manufacturera de la rama médica analysis. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/377060877_analisis_de_la_eficiencia_general_de_los Equipos_en_una_industria_manufacturera_de_la_rama_medica_analysis_of_the_general_efficiency_of_equipment_in_a_manufacturing_industry_of_the_medical_branch/citations
- Shahriar, M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>

El peruano. (2022, junio 29). *Sistemas alimentarios en el Perú representan 35% del PBI y son fuente de empleo en el agro*. (n.d.). <https://elperuano.pe/noticia/123768-sistemas-alimentarios-en-el-peru-representan-35-del-pbi-y-son-fuente-de-empleo-en-el-agro>

Thorat, R., & Mahesha, G. T. (2020). Improvement in productivity through TPM implementation. *Materials Today: Proceedings*, 24, 1508-1517. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.470>

VENTA DE EMBUTIDOS / Casa Europa: auténtica charcutería. (n.d.). <https://www.casaeuropa.pe/>

VENTA DE EMBUTIDOS y CARNES PREPARADAS, 2017-2021. (2022, enero). INEI. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/cap_1903_xlsx

Anexos

Anexo 1: Tarjeta de Acción


No. _____

TARJETA ROJA

Fecha: ____/____/____

Area: _____

Item: _____

Cantidad: _____

ACCION SUGERIDA

- Agrupar en espacio separado
- Eliminar
- Reubicar
- Vender
- Reciclar

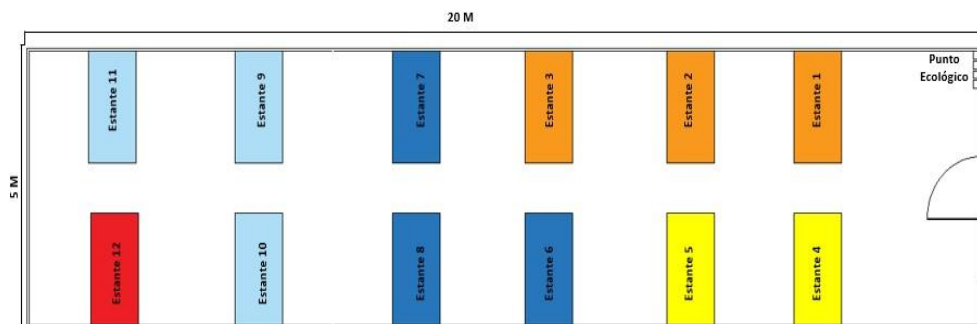
Comentario: _____

Fecha p/concluir accion: ____/____/____

Nota. Elaboración Propia

Anexo 2: Nuevo Layout del Almacen de Insumos

LEYENDA
Implementos de limpieza para las máquinas
Implementos de limpieza para el área de chorizos
Bolsas de basura y baldes
Equipo medidor y herramientas
Artefactos y primeros auxilios
Equipos de protección
Materiales para el empaquetado de los productos
Productos para el mantenimiento y preparación de las máquinas




Nota. Elaboración Propia

Anexo 3: Listado de Grupos de Limpieza

Listado de Grupos Conformados			
Encargado del control	Operario de planta	Trabajador de Limpieza	Grupo
Proyecto Guanipa	Jesús Ríos	David Saenz	1
	Esmelda Hurtado	Daniela Huamani	2
	Juán Romero	Rubi Calderón	3
	Jack Wilson	Ricardo Kanava	4
	Juan Vasquez	Carlos Pariasco	5
	Sara Chang	Marlene Espinoza	6
	Donato Romero	Feliciano Gómez	7
	Justa Balleón	Graciela Guise	8
	Ángel Sánchez	Rosario Pampa	9
	Bruno Mamani	Juan Silva	10
	Kevin Cieza	Eduardo Pérez	11
	Cladía Ferrero	Melanie Castañeda	12
	Eugenia Flores	Silvia Ugarte	13
	Maria Casas	Raúl Chávez	14
	Iris González	Renata López	15
	Lucas Montero	Manuel Vargas	16
	Susana Peña	María Jiménez	17
	Maria Fe Morales	Lucía Morillo	18
	Franco Acosta	Antonio Rojas	19
	Olivia Ruiz	Julieta Ramos	20
	Charon Quinones	Omar Salazar	21
	Gabriel Reyes	Camilo Vesa	22
	Anna León	Erika Delgado	23
	Maria Paz Aguilar	Joselin Vasquez	24
	Jorge Mendoza	Juan de la Cruz	25
	Paloma Herrera	Sami Takahashi	26

Nota. Elaboración Propia

Anexo 4: Políticas 5S

 POLÍTICAS 5S
<p>A. Es trabajo de todo el personal que el lugar de trabajo esté totalmente limpio y ordenado de acuerdo a la metodología 5s.</p> <p>B. Es obligación de todos los trabajadores conocer y aplicar las acciones de la metodología 5s.</p> <p>C. El líder del área de chorizos es el responsable de que todos los operarios conozcan la metodología 5s para ello deberás estar permanentemente vigilante al proceso.</p> <p>D. El líder del área será también el principal responsable de mantener la metodología 5s en el área de trabajo.</p> <p>E. Cómo cultura preventiva deberá encontrarse las causas principales que originan el desorden en el área con el fin de implementar las medidas correctivas necesarias para su eliminación de raíz.</p> <p>F. Cada año se realizará un informe de obsolescencia con el fin de determinar los productos desfasados.</p> <p>G. Se pondrá a venta los artículos que posean de un año a más sin uso.</p> <p>H. Los trabajadores solo deberán tener lo necesario en su área de trabajo a su vez estos deberán estar ordenados y limpios.</p> <p>I. Cada trabajador tiene la obligación de dejar limpio y ordenado su lugar de trabajo antes y después de finalizar su turno.</p> <p>J. Todas las herramientas de trabajo deberán conservarse limpias y correctamente almacenadas.</p> <p>K. Debe mantenerse en perfecto estado las líneas divisoras en el área de trabajo.</p>

Nota. Elaboración Propia

Anexo 5: Auditorias 5S

	Situación Inicial	Post-Implementación	Mejora
Seiri	15	3	12
Seiton	16	3	13
Seiso	17	5	12
Seiketu	15	5	10
Shitsuke	18	6	12
Índice de Avance	81	22	59
Meta	75	75	DENTRO DE LA META

Nota. Elaboración Propia

Anexo 6: MTBF Y MTTR

Máquinas	Inicio (min)	Final (min)	Tiempo Operativos	Tiempo en Paradas
	0	2103	2103	
Evaporador	2103	2184		81
	2184	4596	2412	
Microformuladora	4596	4660		64
	4660	7095	2435	
Moledora	7095	7130		35
	7130	9393	2263	
Mezcladora	9393	9454		61
	9454	11894	2440	
Embutidora	11894	11980		86
	11980	14268	2288	
Horno de cocción	14268	14308		40
	14308	16735	2427	
Horno de enfriado	16735	16790		55
	16790	19020	2230	
Corte	19020	19081		61
	19081	21112	2031	
Termocontraído	21112	21197		85
	21197	23320	2123	
TOTAL			22752	568
MTBF (min/falla)			2528	
MTTR (min/falla)				63.1111
Disponibilidad Mecánica (%)				97.56%

Nota. Elaboración Propia

Anexo 7: Tablas AMEF

LÍNEA DE PRODUCCIÓN: CHORIZO				MÁQUINA: TERMOCONTRAIDO											
Función	Falla funcional	Modo de falla (componentes)	Efecto y consecuencia de la falla	Severidad	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Controles actuales de detección	Detección	NPR	Acciones tomadas	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
MEDIANTE CALOR SE ENCARGADA DE EMPLASTIFICAR Y EMPAQUETAR LOS EMBUTIDOS EN EMPAQUES AL VACÍO	1. A paquetes sellados en zona incorrecta del producto	1.A 1	paquetes no sellan correctamente	Requiere de un reproceso de empaquetado	6	2	Inspección mensual	No tiene	3	36	Revisión eléctrica de manera quincenal de sensores	3	2	2	12
		1.A 2	Placa de sellado desalineado	Requiere de un reproceso de etiquetado	6	3	Inspección visual en la operación	No tiene	7	12 6	Ajustar posición del brazo desalineado a la base e inspeccionarlo periódicamente	6	1	1	30
	1. B Cambios de temperatura constante	1.B 1	Desconfiguración del panel de control	Produce cambios de temperatura en los alimentos congelados Produce cambios de temperatura en la maquinaria por el sobreesfuerzo	6	4	Inspección semanal	No tiene	3	72	Calibración del panel de control	6	2	2	24
		1.B 2	Fallas en el monitor		9	3	Inspección mensual	No tiene	3	81	Revisión eléctrica de manera quincenal del motor.	9	1	1	27

Nota. Elaboración Propia

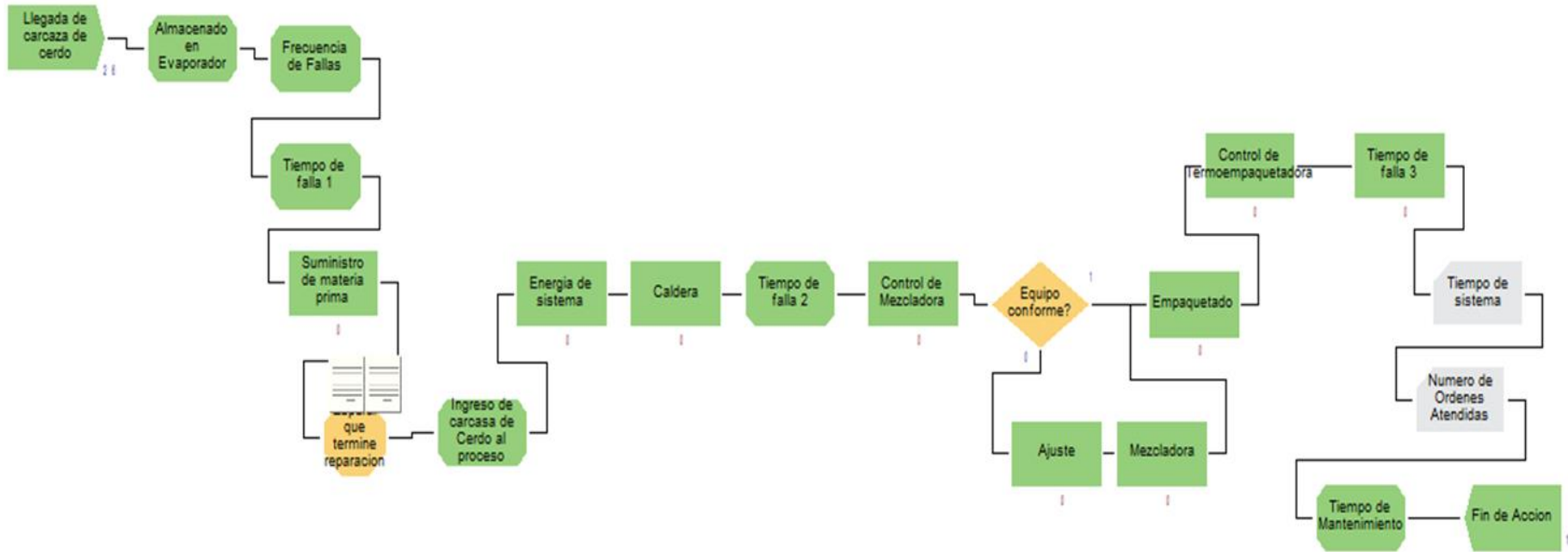
LÍNEA DE PRODUCCIÓN: CHORIZO				MÁQUINA: EMBUTIDORA											
Función	Falla funcional	Modo de falla (componentes)	Efecto y consecuencia de la falla	Severidad	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Controles actuales de detección	Detección	NPR	Acciones tomadas	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
Nota: Encargado de inyectar todo tipo de masas de carne dentro de tripas de distinto calibre para la elaboración de embutidos frescos, curados o cocidos.	1.A	1.A1	Válvulas de llenado obstruidas	Produce mezclados en distintas cantidades y con desperdicios	9	5	Inspección quincenal	No tiene	3	135	Revisión, lubricación y limpieza diaria	3	3	2	18
		1.A2	Tanque de almacenamiento obstruido	Liberar la mezcla de carnes en pocas cantidades	6	5	Inspección quincenal	No tiene	3	90	Revisión, lubricación y limpieza diaria	3	3	2	18
	1.B	1.B1	Fallas en el motor	Produce un tiempo de envasado más lento y cambio desconfiguración en el panel de control	6	3	Inspección mensual	No tiene	3	54	Revisión eléctrica de manera quincenal del motor	3	2	2	12
		1.B2	Sobrecarga de insumos	Produce demoras en el tiempo de mezclado	9	6	Inspección visual en la operación	No tiene	3	162	Inspeccionar una correcta adición de carne no mayor a 25 kg	4	3	2	24
	1.C	1.C1	Desconfiguración del panel de control	Produce cambios de temperatura en los alimentos congelados	7	3	Inspección semanal	No tiene	3	63	Calibración del panel de control	4	2	2	16
		1.C2	Fallas en inyección con tripas	Fallas en el motor	Produce cambios de temperatura en la maquinaria por el sobreesfuerzo	6	3	Inspección semanal	No tiene	3	54	Revisión eléctrica de manera quincenal del motor	4	2	2

Nota. Elaboración Propia

LÍNEA DE PRODUCCIÓN: HAMBURGUESA					MÁQUINA: EVAPORADOR											
Función	Falla funcional		Modo de falla (componentes)	Efecto y consecuencia de la falla	Severidad	Ocurrencia	Controles actuales de prevención	Controles actuales de detección	Detección	NPR	Acciones tomadas	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
NOTA: CONGELACIÓN DE CADAVERES DE CERDO (CARCASA)	1. A	Elevación de temperatura	1.A 1	Exposición de Compresor	Produce demoras por liberar contacto de este	4	6	Inspección visual en la operación	No tiene	3	72	Dar un espacio libre cerca al intercambiador	4	2	2	16
			1.A 2	Fallas en condensador	Produce cambios de temperatura en los alimentos congelados	6	4	Inspección mensual	No tiene	4	96	Revisión, lubricado y limpieza semanal	4	3	2	24
			1.A 3	Fallas en evaporador Batch	Produce cambios de temperatura en la maquinaria por el sobreesfuerzo	6	3	Inspección mensual	No tiene	3	54	Revisión eléctrica de manera semanal del evaporador	5	2	2	20

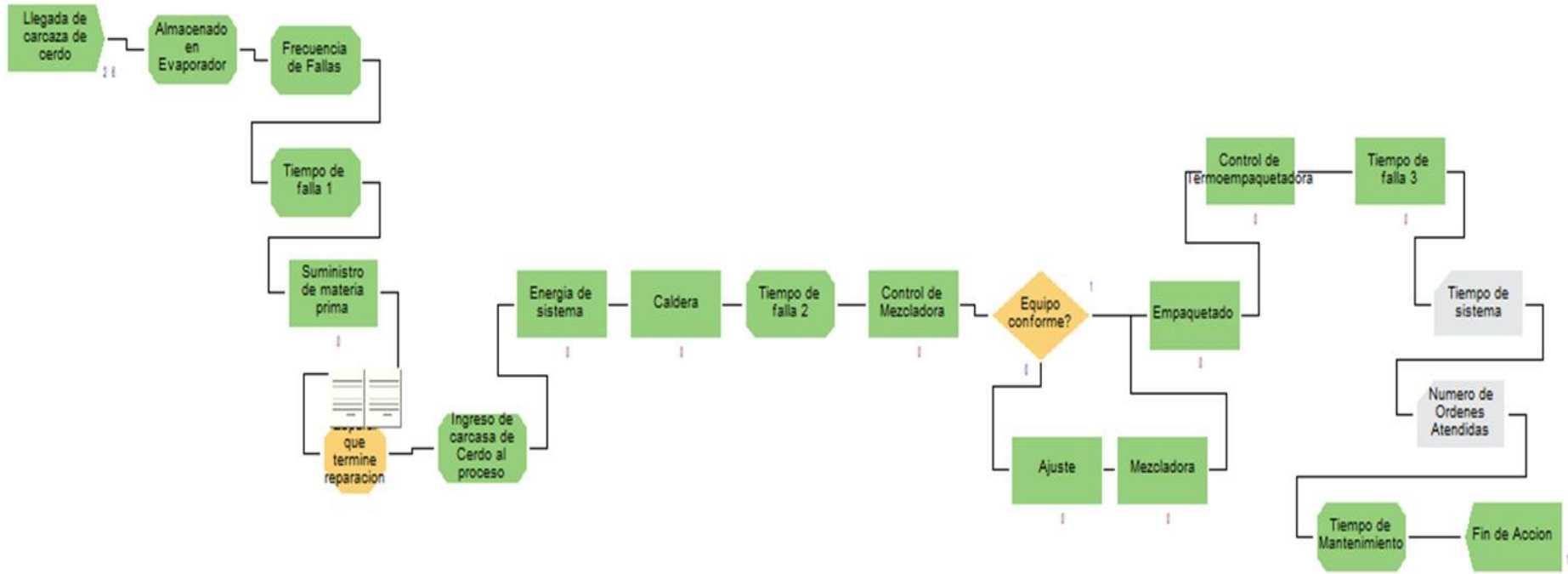
Nota. Elaboración Propia

Anexo 8: Modelo de Simulación Antes de la Mejora



Nota. Elaboración Propia

Anexo 9: Modelo de Simulación Posterior a la Implementación



Nota. Elaboración Propia

Anexo 10: Acciones con Posibles Efectos de la Matriz Leopold

		ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS														
		1. 5S						2. TPM								
STAKEHOLDERS	Impacto	Factor evaluado	Capacitaciones	Clasificación, Limpieza y Ordenamiento	Entrega de reconocimientos	Compra de utensilios	Plan de incentivos	Total Acción 1	Instrucciones de trabajo	Disponibilidad de maquinas	Autonomia de Operario	Compra de piezas y repuestos	Capacitaciones	Total Acción 2	Total Acciones	Total Stakeholders
FACTORES AMBIENTALES	Clientes	1. Precio	+2 1	+1 3		+4 5		28	+2 4	+4 3		+4 5	+3 3	49	77	211
		2. Calidad	+3 4	+2 3				18	+4 2	+2 5	+3 2		+4 3	36	54	
		3. Tiempo	+4 2	+4 3	+1 5		+2 3	31	+5 4	+2 4	+3 3		+4 4	49	80	
	Comunidades	1. Economico	+2 4	+5 3		-4 2	-2 2	11	+3 5		+3 5	+4 5	+3 2	56	67	134
		2. Ambiental	+1 4	+3 4				16	-5 2	+3 4			+4 4	18	34	
		3. Socio Cultural	+4 5		+3 2		+1 5	31			-3 2		+2 4	2	33	
	Empleados	1. Economico	+3 5		+2 4	+4 5	+4 2	51	+1 2		+4 2	+3 2	-2 3	10	61	210
		2. Educativo	+5 5		+3 4		+4 1	41	+4 5		+5 5		+6 5	70	111	
		3. Socio Cultural	+3 5		+3 2		+1 5	26			+1 4		+2 4	12	38	
	Proveedores	1. Fidelizacion	+1 5	+4 4	+1 3		+1 5	29	+1 2	+3 5	+1 4		+2 4	29	58	273
		2. Economico	+3 5		+2 4	+4 5	+4 2	51	+1 2		+4 2	+3 2	-2 3	10	61	
		3. Alianzas Estrategicas	+4 5	+5 4	+2 3	+4 5	+1 5	71	+5 4		+2 3	+4 5	+2 2	33	154	
	Gobierno	1. Legal	+4 1	+3 1				7		+1 5			+2 5	15	22	99
		2. Socio Cultural	+3 5		+3 2		+1 5	15			+1 4		+2 4	12	27	
		3. Economico	+3 5		+2 4	+5 5	+4 2	56	+1 2		-4 2	+3 2	-2 3	-6	50	
TOTALES								482					445	927		

Nota. Elaboración Propia