

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño de un sistema de inventarios y 5S para la empresa Carnes Ticas SA. ubicada en Alajuela, Costa Rica durante el segundo cuatrimestre del 2025.

Proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Estudiante: Ricardo Fabián Garita Segura.

*Tutor: Ing. Héctor Ramírez Mora, M. Eng.*

Heredia, Setiembre, 2025.

# ACTA DE APROBACIÓN

Señores  
Escuela de ingeniería industrial  
Universidad Hispanoamericana


Estimados señores:

Me permito saludarle y a la vez comunicarle que el estudiante Ricardo Garita Segura, cédula 2-0623-0597, ha concluido exitosamente el proyecto de graduación para optar por el nivel de bachillerato en Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, en modalidad bimodal denominado: Diseño de un sistema de inventarios y 5S para la empresa Carnes Ticas SA. ubicada en Alajuela, Costa Rica durante el segundo cuatrimestre del 2025, a continuación, se presenta el desglose de la nota obtenida:

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	N/A
1. Regularidad en la asistencia al trabajo y cumplimiento con el horario establecido										X	
2. Cumplimiento de tareas que el desarrollo de su trabajo demanda										X	
3. Cumplimiento de los reglamentos y normas existentes en la organización										X	
4. Capacidad de proponer y/o aprender por si mismo acciones tendientes a la mejora de su trabajo										X	
5. Capacidad para identificar y analizar los problemas que se presentan										X	
6. Capacidad para sacar conclusiones y recomendaciones										X	
7. Capacidad para aplicar los conocimientos teóricos al trabajo práctico desarrollado										X	
8. Capacidad para expresar sus ideas										X	
9. Presentación personal adecuada a las exigencias de la organización										X	
10. Capacidad para establecer y mantener relaciones adecuadas con otras personas										X	
11. Capacidad para comunicar sus ideas, sugerencias y conocimientos de la organización										X	
12. Grado de contribución del trabajo a la mejora de las actividades de la organización										X	
13. Grado en que se cumplieron los objetivos planteados al inicio del desarrollo del proyecto										X	
Sumatoria de puntos:											Nota: $\frac{1300}{1300} = 100$

Comentarios adicionales: Agradecemos los aportes y herramientas brindadas a nuestra empresa por parte del estudiante y de la Universidad Hispanoamericana

Atentamente,

 203780290

Nombre del contacto responsable del proyecto en la organización: Estela Segura Araya

Puesto: Propietaria

Institución: Carnes Ticas S.A.

Contactos: 84993417

## DECLARACIÓN JURADA

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Ricardo Fabian Garita Segura, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 206230597 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el del de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Diseño de un sistema de inventarios y 5S para la empresa Carnes Ticas SA. ubicada en Alajuela, Costa Rica durante el segundo cuatrimestre del 2025., es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Alajuela, a los 17 días del mes de Setiembre del año dos mil veinticinco.



Firma del estudiante

Cédula: 206230597.

# CARTA DEL TUTOR

## CARTA DEL TUTOR

18 de setiembre 2025

**Destinatario**  
**Carrera**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

La estudiante Ricardo Fabián Garita Segura, cédula de identidad 206230597, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "Diseño de un sistema de inventarios y 5S para la empresa Carnes Ticas SA. ubicada en Alajuela, Costa Rica durante el segundo cuatrimestre del 2025, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, resultados económicos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	19
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19
	TOTAL		96

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente, **HECTOR JESUS RAMIREZ MORA (FIRMA)**  
Digitally signed by  
HECTOR JESUS RAMIREZ  
MORA (FIRMA)  
Date: 2025.09.18  
10:56:32 -06'00'

**Ing. Héctor Ramírez Mora, Eng.**  
Cédula identidad 1 1296 0047  
Carné Colegio Profesional IPI-24135

## CARTA DEL LECTOR

San José, 10 de octubre de 2025.

**Señores**  
**Registro**  
**Universidad Hispanoamericana**

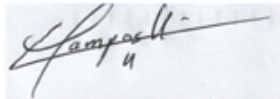
**Estimados señores:**

Hago constar en mi condición de lector, que he revisado el trabajo del estudiante Ricardo Fabián Garita Segura, cédula: 2-0623-0597, titulado: *"Diseño de un sistema de inventarios y 5S para la empresa Carnes Ticas SA. ubicada en Alajuela, Costa Rica durante el segundo cuatrimestre del 2025"* para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Manifiesto, después de la revisión, que dicho trabajo reúne los requisitos exigidos por la Universidad y, por lo tanto, autorizo al autor para que continúe con el proceso de aprobación del proyecto.

Sin más por el momento,

Atentamente:



Ing. Lubín Campos Ureña  
Céd. 1-499-389  
Carné II-3108

# AUTORIZACION DE PUBLICACION

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 22/Octubre/2025.

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Ricardo Fabian Garita Segura con número de identificación 206230597 autor (a) del trabajo de graduación titulado Diseño de un sistema de inventarios y SS para la empresa Carnes Ticas SA, ubicada en Alajuela, Costa Rica durante el segundo cuatrimestre del 2025, presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que, con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6883, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

—  
Firma y Documento de Identidad

206230597

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a la familia mi padre Ricardo Garita y madre Estela Segura, a mi increíble esposa Haylin Gamboa a ellos debo mi vida y mi carrera por estar siempre conmigo en las buenas y malas por darme la vida tanto para vivirla como para disfrutarla y por forjarme como persona y como hombre de bien en esta sociedad, a mis profesores como universidad por impulsarme a ser mejor persona y profesional inculcando más valores éticos a mi futuro.

Y un agradecimiento especial a la empresa Carnes Ticas SA por la colaboración en este proyecto.

Atte. Ricardo Fabián Garita Segura.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE APROBACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>DECLARACIÓN JURADA.....</b>	<b>3</b>
<b>CARTA DEL TUTOR .....</b>	<b>4</b>
<b>CARTA DEL LECTOR.....</b>	<b>5</b>
<b>AUTORIZACION DE PUBLICACION .....</b>	<b>6</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>7</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>8</b>
Índice de Figuras.....	12
Índice de Tablas.....	14
<b>ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....</b>	<b>16</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO Y ARTÍCULO PUBLICABLE .....</b>	<b>17</b>
<b>1  CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....</b>	<b>18</b>
1.1  Descripción general del proyecto.....	18
1.2  Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto.....	20
1.2.1  Misión .....	21
1.2.2  Visión.....	22
1.2.3  Organigrama.....	22
1.3  Antecedentes del contexto de la empresa o institución.....	24
1.4  Planteamiento del problema.....	25
1.5  Definición y medición del problema.....	25
1.6  Justificación del proyecto .....	27
1.7  Objetivos del proyecto.....	27

1.7.1	Objetivo general.....	27
1.7.2	Objetivos específicos.....	27
1.8	Alcances y limitaciones .....	28
1.8.1	Alcances .....	28
1.8.2	Limitaciones.....	29
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>30</b>
2.1	Marco conceptual general relativo a la carrera .....	30
2.1.1	Ingeniería Industrial .....	30
2.1.2	Inventario.....	32
2.1.3	Manejo del Inventario .....	35
2.1.4	5S .....	39
2.2	Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto .....	42
2.2.1	DMAIC .....	42
2.3	Marco conceptual referente al impacto del proyecto.....	47
2.3.1	Impacto económico.....	47
2.3.2	Impacto cultural. ....	47
2.4	Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.....	47
2.4.1	Primer Proyecto .....	48
2.4.2	Segundo Proyecto .....	49
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO .....</b>	<b>51</b>
3.1	Metodología para la definición del problema.....	51
3.1.1	Observación directa.....	51
3.1.2	Diagrama de flujo.....	52
3.1.3	Lluvia de ideas.....	52
3.2	Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto .....	53

3.2.1	Lluvia de ideas.....	54
3.2.2	Revisión de históricos.....	54
3.3	Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio.....	55
3.3.1	Diagrama de Ishikawa .....	56
3.3.2	Diagrama de Pareto.....	57
3.4	Metodología para la implementación del proyecto .....	58
3.4.1	Diagrama de Gantt .....	58
3.5	Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados .....	59
3.5.1	Check list (Lista de Chequeo).....	59
3.5.2	Indicadores de rendimiento (KPI) .....	59
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ.....</b>	<b>61</b>
4.1	Diagrama Flujo de proceso .....	61
4.2	Observación Directa.....	65
4.3	Lluvia de Ideas .....	71
4.4	Diagrama de Ishikawa.....	73
4.5	Análisis Multivoto .....	77
4.6	Diagrama Pareto .....	78
4.6.1	Agrupación de causas relacionadas:.....	80
4.7	5 por qué 's.....	81
4.7.1	Falta de control de inventarios.....	81
4.7.2	Falta de un sistema de 5s.....	81
4.8	Conclusiones de la situación actual .....	82
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>84</b>
5.1	Soluciones para la falta de control de inventarios .....	84

5.1.1	Lluvia de ideas para falta de control de inventarios .....	84
5.1.2	Diagrama de Afinidad .....	87
5.1.3	Matriz de Esfuerzo-Impacto .....	89
5.1.4	GANTT CONTROL DE INVENTARIOS .....	91
5.1.5	Diseño de la solución para la falta de control de Inventarios .....	93
5.1.6	Herramienta para el control de inventarios CARNES TICAS S.A ....	104
5.1.7	Evaluación de la herramienta - Piloto .....	118
5.2	Soluciones para la falta de un sistema de 5s .....	120
5.2.1	Lluvia de ideas para falta de un sistema de 5s .....	120
5.2.2	Matriz de Esfuerzo- Impacto .....	124
5.2.3	GANTT 5s.....	126
5.2.4	Herramienta guía para la implementación de un 5s .....	127
5.2.5	Layouts actual y propuesto .....	145
5.2.6	Rótulos .....	149
5.2.7	Costo-beneficio de las propuestas.....	150
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>151</b>
6.1	Conclusiones.....	151
6.1.1	Objetivo específico 1 .....	151
6.1.2	Objetivo específico 2 .....	151
6.1.3	Objetivo específico 3 .....	151
6.1.4	Objetivo específico 4 .....	152
6.1.5	Objetivo específico 5 .....	153
6.2	Recomendaciones.....	153
<b>7</b>	<b>CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>154</b>
<b>8</b>	<b>CAPÍTULO VIII: APÉNDICE .....</b>	<b>156</b>

8.1	Apéndice 1: Fotos de Carnes Ticas S.A.....	156
8.2	Apéndice 2: Rótulos de Carnes Ticas S.A. ....	163

## Índice de Figuras

Figura 1	Organigrama Carnes Ticas SA .....	22
Figura 2	Tarjeta roja 5's.....	40
Figura 3	<i>Etapas DMAIC</i> .....	43
Figura 4	Diagrama de flujo de proceso Carnes Ticas S.A.....	62
Figura 5	Evidencia estado actual de materias primas. ....	66
Figura 6	Evidencia del estado actual sin estandarización partes de máquina. ....	67
Figura 7	Evidencia del estado actual sin estandarización materias primas.....	68
Figura 8	Tiempos de búsqueda de materiales y herramientas por operario (Abril 2025).....	69
Figura 9	Sobre costos por compras reactivas. ....	71
Figura 10	Lluvia de ideas .....	72
Figura 11	Ishikawa Carnes Ticas S.A. ....	74
Figura 12	Diagrama de Pareto .....	79
Figura 13	Lluvia de ideas soluciones para la falta de control de inventarios.....	85
Figura 14	Diagrama de afinidad Control de Inventarios soluciones .....	88
Figura 15	Matriz de Esfuerzo-Impacto para Inventarios .....	89
Figura 16	UserForms Herramienta Inventarios .....	97
Figura 17:	Ejemplo UserForm y Código en Visual Basic.....	99
Figura 18	Colores Análisis de Inventario .....	102
Figura 19	Tabla Inventario con formato condicional.....	103
Figura 20	Ejemplo de Gráfico Dinámico .....	103
Figura 21	Habilitar Contenido.....	104
Figura 22	Página principal Herramienta Inventarios.....	104
Figura 23	Menú principal Herramienta Inventarios.....	105
Figura 24	Base de Datos de Materias Primas .....	105
Figura 25	Campos Base de Datos Materias Primas.....	106

Figura 26 Opciones Sheet "Lista Materiales" .....	106
Figura 27 Ejemplo Agregar un Ítem.....	107
Figura 28 Mensaje "Se ha ingresado un nuevo material" .....	108
Figura 29 Detalle Formulas SS & ROP .....	108
Figura 30 Nivel de Servicio & Factor de Servicio .....	109
Figura 31 Opciones Hoja "inventario" .....	109
Figura 32 Análisis de Inventario .....	110
Figura 33 Estado del Inventario.....	110
Figura 34 Materiales con inventario mayor al ROP .....	111
Figura 35 Materiales con inventario menor al ROP .....	111
Figura 36 Materiales sin inventario disponible.....	112
Figura 37 Ejemplo de eliminar filtros en "Análisis de Inventario" .....	112
Figura 38 Ingreso o actualización de Inventario .....	113
Figura 39 Mensaje "Se ha actualizado el inventario para uno de los materiales" .....	113
Figura 40 Opciones Sheet " PlanCompra" .....	114
Figura 41 Calcular Plan de Compra .....	115
Figura 42 Ejemplo Plan de Compra .....	115
Figura 43 Opciones Sheet " Indicadores" .....	116
Figura 44 Ejemplo de registro de Compra.....	117
Figura 45 Base de Datos Compras Reactivas.....	117
Figura 46 Grafico Indicador Compras Reactivas.....	118
Figura 47 Resultado prueba piloto .....	119
Figura 48 GANTT 5s .....	126
Figura 49 Etapas Implementar Programa 5S .....	128
Figura 50 Página principal.....	129
Figura 51 Menú Principal.....	129
Figura 52 Etapa 1: Preparativos para el 5S.....	130
Figura 53 Formación de comités de trabajo .....	130
Figura 54 Nombramiento de Facilitadores de las 5s .....	131
Figura 55 Plan de capacitaciones en 5s.....	132
Figura 56 Fundamentos 5S .....	132

Figura 57 Conceptos 5S.....	133
Figura 58 Proceso SEIRI.....	133
Figura 59 Objetivos 5S.....	134
Figura 60 Objetivos SEITON.....	134
Figura 61 Plantilla Cronograma General Actividad 5S.....	135
Figura 62 Ejemplo Beneficios SEIRI.....	135
Figura 63 Beneficios SEIRI.....	136
Figura 64 ETAPA 2: Anuncio y compromiso del gerente general.....	136
Figura 65 Objetivo de la aplicación de las 5s en la organización.....	137
Figura 66 División de áreas con sus responsables.....	137
Figura 67 ETAPA 3: Iniciación, selección y eliminación.....	138
Figura 68 Pasos Etapa 3.....	138
Figura 69 Formulario para selección y eliminación de objetos y equipos.....	139
Figura 70 Formulario para objetos y equipos con Tarjetas Rojas.....	140
Figura 71 ETAPA 4: Actividades de ordenamiento y limpieza local.....	140
Figura 72 Plantilla Periodos de Limpieza.....	141
Figura 73 ETAPA 5: Actividades de limpieza profunda.....	141
Figura 74 Día de la gran limpieza.....	142
Figura 75 Recomendaciones Etapa 5.....	143
Figura 76 ETAPA 6: Auditorías periódicas de 5's.....	143
Figura 77 AUDITORIAS DEL PROGRAMA 5S.....	144
Figura 78 Recomendaciones para le Etapa 6.....	145
Figura 79 Layout actual.....	146
Figura 80 Layout propuesto.....	148
Figura 81 Comparativa de Layouts.....	149

### **Índice de Tablas**

Tabla 1 Tiempos de paros en producción por falta de materias primas Abril 2025	26
Tabla 2 Sobre costos por falta de materiales.....	27
Tabla 3 Definición del problema.....	53
Tabla 4 Implementación del Proyecto.....	58

Tabla 5 Verificación.....	60
Tabla 6 Análisis Multivoto.....	77
Tabla 7 Detalle Frecuencia Acumulada.....	78
Tabla 8 Clasificación de las causas .....	80
Tabla 9 Costo de solución .....	88
Tabla 10 Requerimientos Herramienta Inventarios .....	94
Tabla 11 Detalle rótulos. ....	150
Tabla 12 Costo-beneficio de las propuestas. ....	150

## **ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

- ASQ: “American Society for Quality”, traducido al español, Sociedad Americana para la Calidad.
- DMAIC: “Define-Measure-Analyze-Improve-Control”, traducido al español, significa Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar.
- EOQ: “Economic order quantity”, traducido al español, significa la cantidad económica de pedido.
- KPI: “Key performance indicator”, traducido al español, significa indicador de desempeño.
- ROP: “Reorder point”, traducido al español, significa punto de reorden.
- SS: “Safety stock”, traducido al español, significa inventario de seguridad.
- WIP: “Work in progress”, traducido al español, significa trabajo en proceso.

## **RESUMEN EJECUTIVO Y ARTÍCULO PUBLICABLE**

El siguiente proyecto se realizó en la empresa Carnes Ticas S.A la cual se dedica a Manufacturar, distribuir y a la venta de Tortas de carne para Hamburguesa, este es el único producto que dicha empresa lleva produciendo por más de 20 años.

Con la visita a la empresa se informa sobre una serie de problemáticas en la administración de la bodega y el inventario como también la duración de los tiempos que son muy prolongados en el proceso de alisto, acomodo y distribución en la bodega, descontrol del inventario en las materias primas que ocasionan compras reactivas y de las partes de las maquinas.

Durante la realización de este proyecto se aplicaron varias herramientas entre las distintas etapas de la metodología utilizada en este proyecto DMAIC, se logró detectar las causas raíz de las problemáticas entre la más relevante se encontró la Falta de una herramienta de control de inventario y la ausencia en las bodegas del uso de la metodología 5's; a lo que como parte de las soluciones se les diseñó una herramienta creada en Microsoft Excel para el control del inventario, entre sus funciones esta llevar registro del inventario, registro de nuevos productos, ROP y generación de alertas para realizar los pedidos entre otras.

Adicionalmente se implementó el entrenamiento a todo el personal de la herramienta en Excel para la ejecución futura de la metodología 5's para colaborar con la redistribución de la bodega, el orden y aseo, rotulación y estandarización de almacenamiento del material, se les entrego un layout tanto actual como el propuesto y una serie de rótulos estándar para que coloquen cuando ejecuten el 5s. Se les estima una mejora proyectada de por lo menos el 50% como reducción probable en el tiempo de alisto de materiales y de partes de las maquinas, estandarización en el proceso de almacenado del material ya que se seccionó el material por categorías en el layout propuesto y se promovió el orden y aseo.

Con la Implementación de la herramienta de control del inventario de Excel y las señales que promueven las compras, Por último, se pudo obtener un ahorro económico a partir de la reducción en las compras reactivas de ₡120 mil colones semanales a partir del plan piloto implementando.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

### **1.1 Descripción general del proyecto**

Este proyecto nace de las deficiencias en la producción a falta de un sistema de inventarios, y un control de ubicación de partes y materias primas 5S dentro de la planta, dado que no se cuenta con herramientas ni de control ni tampoco de documentación.

El presente artículo discute las falencias en cuanto a los procedimientos productivos que se han identificado en la empresa Carnes Ticas S.A., la cual produce tortas de carne para hamburguesas, las cuales son el resultado directo de la falta de un sistema organizado en lo que se refiere al control de inventarios y la falta de uso de metodologías para organizar el espacio de trabajo. Esta situación provoca paradas en el proceso de producción, incrementos de los tiempos en búsqueda de materiales y compras de urgencia, situaciones que repercuten en la continuidad de los procesos. (Salas, Inventarios: manejo y control, 2022) señala que "un sistema de inventarios eficaces por un lado impide los problemas de faltantes en materiales y partes, pero por otro lado garantiza una liberación de capital de trabajo frecuente, disminuye costos, por muy escaso que sean, pero lo hace". La situación detectada en la empresa está relacionada con las deficiencias en el proceso de producción, es decir, la ausencia de un sistema de inventarios, un control de ubicación de las partes y materias ayudantes durante el ciclo de producción en la planta. Y eso es más grave, si se piensa que hoy la empresa no cuenta ni tan solo con las herramientas de control para poder elaborar la documentación que permita hacer una gestión de recursos materiales que garantice la continuidad de la operación.

En la evaluación de la situación planeada de la empresa, se puede determinar que un inventario no estructurado causa, al menos, los siguientes tres problemas básicos: en primer lugar, una gestión reactiva y una compra del material que llega tarde (cuando se ha llegado a la situación de haber 'quedado sin materia prima' y se origina un paro en la producción); en segundo lugar, unas paradas y transportes innecesarios (en caso que hay que ir a buscar partes y/o materiales), lo que hace que tarde o temprano se acabe modificando el horario de trabajo previsto; y en tercer lugar, la ausencia de mecanismos de control y de documentación para orientar la planificación de necesidades de materiales. El proyecto se inscribe dentro de la línea de investigación de Optimización de la producción y la gestión de operaciones, lo que en el ámbito de la Escuela de Ingeniería Industrial se dirige siguiendo los principios del Lean Manufacturing y del control de inventarios. La propuesta de solución se basa en el modelo de diseño e implementación de un sistema de control de los inventarios desarrollado en Excel y la aplicación de la metodología 5S, para conseguir los mecanismos que desarrollen la optimización de la gestión de las materias primas, mejorar la organización del espacio de trabajo y hacer aumentar los niveles de productividad.

La aplicación del sistema de inventarios hará definibles los puntos de reorden para cada tipo de materia prima, donde el precio de los proveedores y el patrón de consumo de la empresa será considerado. Haciendo más fácil la planificación de las compras de insumos y eliminando el crear compras urgentes a precios más caros. A la vez, la aplicación de la metodología 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina) La metodología 5S permitirá, por otro lado, establecer una búsqueda de los lugares que deben ocupar cada uno de los elementos lo que vendrá a facilitar la búsqueda de este y así eliminar movimientos innecesarios en los procesos de producción. La intervención se realizará durante el segundo cuatrimestre del 2025 y se irá ejecutando el diseño de los tipos de propuesta de solución, la implementación de este y la revisión inicial de las mismas.

Se incluirá además la capacitación del personal en el manejo del sistema de inventarios y en la aplicación sistemática de la metodología 5S sembrando bases para la implementación de prácticas de mejoramiento continuo que les permitan

incrementar la eficiencia operativa y la competitividad de la organización en el tiempo que tenemos (trascendiendo en el mercado de productos cárnicos en Costa Rica).

## **1.2 Identificación de la organización en donde se realiza el proyecto**

Carnes Ticas S.A. surge como empresa fabricante de tortas de carne para hamburguesas, con localización geográfica en la lienza del INVU 2 de Barrio las Cañas de Alajuela, Costa Rica, ubicada a 200 ms N.O.- 50 E - 25 N.O. de la Marisquería el Arrecife y frente al Abastecedor las Cañas, zona que facilita el libre tránsito a las vías que permiten la salida de los productos a los diferentes destinos nacionales. La evolución de Carnes Ticas S.A. a finales de 1996, cuando un operario veterano del sector de carnes y embutidos de la época percibe la oportunidad de un nicho o mercado dado su despido injustificado para esta fecha el sector que se correspondía con la producción de hamburguesas que había en el país estaba enquistado en una propuesta muy estrecha y, por lo tanto, la misma era la oportunidad adecuada para poner sobre la mesa un tipo de negocio de estas características. Desde su nacimiento, la empresa adhirió a una política de legalidad en relación con el Estado cumpliendo con cada una de las exigencias establecidas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Salud de Costa Rica, garantizándose con ello la legalidad de su carácter económico y la calidad higiénico-sanitaria de sus productos. Con el tiempo Carnes Ticas S.A. comienza a percibir una alteración instauradora: la transformación desde pequeño trabajo familiar hasta constituirse en una empresa reconocida en el entorno local del sector cárnico. La estrategia que ha ido llevando la empresa en virtud del crecimiento orgánico está centrada en la calidad de los productos y en la creación de una densa red de interrelaciones comerciales con sus diferentes clientes (sodas, restaurantes, empresas distribuidoras con ruteo a nivel nacional). Este crecimiento medido por el compromiso hacia el mercado, a su vez permite ir evolucionando con el nivel de productos de tal forma que puede hacer crecer de forma natural, sostenible, la

capacidad productiva. A su llegada la empresa se encuentra con uno de los principales desafíos que deben hacer cara las pequeñas y medianas de la industria alimentaria, enfrentarse al cambio, ya sea por la ley, por la llegada de las nuevas tecnologías o por la optimización del proceso de producción. Sin embargo, el afán emprendedor de su fundador y la calidad de los productos que elabora son, las dos columnas que hacen que esquiven los obstáculos que puedan entorpecerles por la ley y convertirlos de esta manera en oportunidad de crecimiento.

La empresa hoy en día no obstante lo anterior, presenta una producción normalmente regular en la que viene produciendo entre las 4000 y 5000 tortas de carne semanalmente; esta capacidad de producción que va surgiendo de la condición de empresa consolidada y la flexibilidad para poder atender una demanda creciente y continua.

Una de las características que son significativas para la evolución tecnológica de tal empresa es la adquisición de la máquina formadora Hollymatic Super 54, máquina formadora específica que supuso un avance significativo en cuanto a la fuerza de la capacidad productiva y en cuanto a la estandarización de sus productos. Más allá de eso, esta tecnología es de las que hace uso Carnes Ticas S.A. no sólo le permite alcanzar un mayor volumen de producción, sino que también permite aumentar, pues no puede ser de otra forma, la uniformidad y la calidad de sus tortas, las cuales son muy valoradas por sus consumidores, y muy especialmente por aquellos establecimientos de la alimentación que son consumidores de la continuidad del suministro que ellos elaboran.

La empresa está formada por, aproximadamente, unas 14 personas distribuidas en departamentos, como las áreas de producción, administración, almacén y distribuciones de la producción. Descripción general de la organización.

### **1.2.1 Misión**

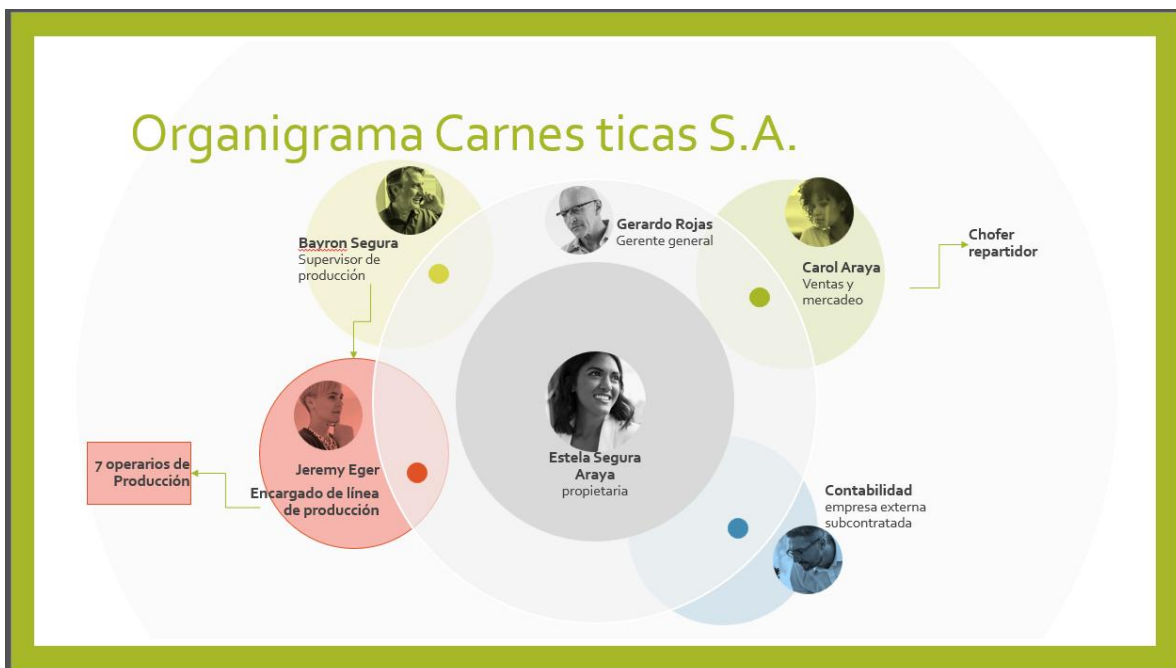
Cumplir con las exigencias del ente regulador de sus productos y del mercado, con las expectativas y necesidades de sus clientes para ofrecer un producto seguro, confiable y de alta calidad para los consumidores de sus creaciones.

## 1.2.2 Visión

Abrir caminos tanto nacionales e internacionales con la venta de productos de calidad que gusten y favorezcan la salud de todos sus posibles consumidores para así ser una compañía competitiva y confiable en este mercado.

## 1.2.3 Organigrama

Figura 1 Organigrama Carnes Ticas SA



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Carnes Ticas S.A. presenta/estrena su entrada en el mercado nacional costarricense como una empresa productora de tortas de carne para hamburguesas. La firma se inicia como consecuencia de un despido injustificado La empresa de Carnes Ticas S.A. ha sido organizada con un modelo funcional que se

compone por distintos liderazgos gestionados por el Gerente General que, a su vez, es el fundador y principal accionista de la empresa que controla personalmente los distintos departamentos operativos con un estilo de dirección de carácter cercano a la participación. En la parte inferior del mismo, el Gerente General, rendido cuenta, se extiende un agrupamiento de 3 departamentos operativos: el de Producción, el de Administración y el de Ventas, grupos departamentales que disponen de habilidades y funciones muy bien definidas pero interrelacionadas que van en esta dirección y en este sentido que trata de conseguir el correcto funcionamiento de la organización. El departamento de Producción vendría a ser el corazón operativo de la compañía y está coordinado por un jefe de Producción que supervigilaba los trabajos realizados por los trabajadores de la producción de las tortas de carne. El departamento también comprende los procesos de recepción y almacenamiento de las materias primas; del procesado; del empaquetado y del almacenamiento del producto acabado. El equipo de fabricación, asimismo hoy en día lo constituye 8 (ocho) colaboradores. El departamento de Administración es la parte de la organización que lleva a cabo la gestión administrativa, la gestión contable y la gestión de personal mediante tres personas; la responsable de administración, la asistente contable y la responsable de compras. La parte de la organización que se encarga de los procesos de compra de la materia prima; la planificación del personal; la contabilidad, la gestión financiera y demás, se complementa con la parte de la organización encargada de las operaciones de producción y comerciales para generar así un soporte necesario por dichas operaciones de producción y comerciales. El departamento de ventas es el que se encarga de la comercialización-distribución de los productos.

El equipo lo componen 2 miembros; un coordinador de ventas, un vendedor/distribuidor directo. Los vendedores/distribuidores se ocupan del servicio y atención a la clientela 2 de ellos son externos a la empresa ya que son distribuidores, así como del reparto de producto. En el seno de esta empresa, este equipo ejecuta las estrategias comerciales, organiza y gestiona la relación con los clientes, llevando a cabo, además, la logística de la distribución.

### **1.3 Antecedentes del contexto de la empresa o institución**

La Empresa carnes ticas es una Comercializadora de productos cárnicos enfocada la producción y comercialización en tortas de carne para Hamburguesa para el sector de sodas y distribuidores de ruteo en todo el país.

La misma produce entre 4000 y 5000 tortas de carne de res a la semana, esta se fundó enfocándose en un tipo de torta y con el tiempo fue expandiéndose a según los requerimientos de sus clientes ahora con 4 tipos distintos de tamaño para ofrecer según las necesidades del comercio una vez que esta adquirió la maquina formadora Hollymatic super 54 se expandió a distribuidores que comercializan también estos productos por ellos.

Carnes Ticas S.A. se instaura en el mercado costarricense como una compañía orientada a la actividad de producción y comercialización de las tortas de carne para uso en hamburguesas y otros tipos de productos cárnicos, estando orientada principalmente al sector dedicado a sodas y a la distribución para el ruteo en el país. Este enfoque particular en un producto de elevada demanda en el sector de comidas rápidas le posibilita a la empresa desarrollar un conocimiento especializado y proporcionar soluciones adaptadas a las necesidades de su cliente. El desarrollo de la empresa se traduce en una evolución a lo largo del tiempo, tanto en el ámbito de la capacidad productiva como de los productos, esto es, desde sus inicios Carnes Ticas S.A. se entera de manera muy concentrada en la fabricación de un solo tipo de torta, lo que le facilita la normalización de los procesos y el control de la calidad. Esta primera estrategia permite consolidar y afianzar la presencia de la organización en el mercado y establecer relaciones comerciales con sus clientes locales, en concreto, pequeñas sodas y restaurantes que buscan la frescura y la calidad de un producto elaborado localmente. A medida que pasa el tiempo y por las exigencias y condiciones del mercado, la empresa decide implementar una estrategia de diversificación que pasa a cuatro presentaciones diferentes de torta con diferentes

características en pista y formato. Esta ampliación del catálogo de la empresa nace de un proceso de escucha activa de las necesidades de sus clientes, que exigen opciones para diferentes tipos de consumidores finales. Actualmente, la empresa lanza tortas en cuatro presentaciones diferentes en tamaño, ofertando diversidad de opciones para el sector gastronómico. Un punto importante en la cronología de Carnes Ticas S.A.

#### **1.4 Planteamiento del problema**

El principal inconveniente para la empresa Carnes Ticas S.A. se refiere a los paros en el proceso de producción de la empresa por la falta de disponibilidad de las materias primas en el proceso productivo.

#### **1.5 Definición y medición del problema**

Mediante un seguimiento realizado durante cuatro semanas, se registró un promedio de 3.5 horas semanales de interrupciones por la falta de disponibilidad de materia prima, lo que representa aproximadamente un 8.75% del tiempo productivo disponible, considerando jornadas de 8 horas durante 5 días a la semana.

La **Error! Reference source not found.** muestra el registro de estos tiempos durante el período de observación.

Tabla 1 Tiempos de paros en producción por falta de materias primas Abril 2025

Tiempos de paros en producción por falta de materias primas Abril 2025			
Semana	Horas de paro	Horas laborales	Porcentaje perdido del tiempo productivo
1	4,20	40	10,50%
2	3,00	40	7,50%
3	3,80	40	9,50%
4	3,00	40	7,50%
Promedio	3,50	40	8,75%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Un análisis más profundo de estos paros revela que su duración varía significativamente según el tipo de materia prima faltante y la disponibilidad de proveedores alternativos. Las interrupciones más prolongadas, que pueden extenderse hasta 2-3 horas, ocurren cuando el faltante afecta a insumos especializados como ciertos condimentos o aditivos específicos. En estos casos, la disponibilidad limitada de proveedores y las distancias de desplazamiento incrementan el tiempo de respuesta. En contraste, los faltantes de insumos comunes como carne molida o material de empaque estándar generan paros más breves, típicamente de 30- 60 minutos, pero su frecuencia más elevada contribuye significativamente al tiempo improductivo acumulado.

La segunda variable medida corresponde al tiempo promedio de búsqueda de materiales y herramientas durante la jornada productiva. Las observaciones realizadas indican se dedica aproximadamente 25 minutos diarios a esta actividad improductiva que impacta la jornada de los 8 operarios, lo que representa un 5.2% de la jornada laboral. Considerando los 8 operarios del área de producción, esto equivale a 3.33 horas-hombre diarias o 16.67 horas-hombre semanales desperdiciadas en actividades que no agregan valor pero que se pagan semanalmente a cada operario, aunque no hayan sido productivas.

## 1.6 Justificación del proyecto

Desde el enfoque económico, las pérdidas actuales de los procesos productivos, que, si se tuviese implantado un sistema de inventarios y de organización no afectarían a la cuenta de costos, son perfectamente medibles y significativas, puesto que el diagnóstico inicial a partir de la medida de las pérdidas producidas por tiempos improductivos genera pérdidas directas superiores a los ¢166,666.67 mensuales en relación con el coste de la mano de obra no aprovechada. A los costes derivados de los tiempos improductivos hay que sumar, además, el importe de las compras reactivas, que pronosticamos que serán de ¢600.000 mensuales, dado que el coste de las compras urgentes se desarrolla en circunstancias no planificadas, y generalmente el precio de compra es entre un 15% y un 20% superior respecto al que se obtendría en una situación en que la compra fuese producto de una negociación planificada.

*Tabla 2 Sobre costos por falta de materiales*

Costos	Semanal sobre costos	Mensual sobre costos
Mano de obra	¢ 41 666,67	¢ 166 666,67
Compras reactivas	¢ 150 000,00	¢ 600 000,00
Total	¢ 191 666,67	¢ 766 666,67

*Fuente: Elaboración propia, 2025.*

## 1.7 Objetivos del proyecto

### 1.7.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de inventarios y 5S para la empresa Carnes Ticas SA para minimizar los problemas de abastecimiento en las materias primas en el proceso productivo durante el segundo cuatrimestre del 2025.

### 1.7.2 Objetivos específicos

1. Definir la problemática en el control de las materias primas para el proceso por los factores que generan los paros en la línea de producción y de cada etapa de alistamiento en la fabricación en la línea de formados.
2. Medir la situación actual de la empresa en cuanto al manejo de inventarios y métodos de control en el abastecimiento de sus materias primas para determinar la brecha con la meta deseada en la línea de formados de no tener paros por falta de materias primas.
3. Analizar las causas que están generando la brecha entre el estado actual y el deseado en cuanto al manejo de inventarios para que se disminuyan los tiempos muertos por búsqueda de componentes o partes, o por la compra de materias.
4. Implementar la propuesta de mejora mediante una herramienta de inventarios en Excel para establecer un punto de reorden, ROP y Safety stock, para poder mejorar la gestión del inventario, en conjunto con un 5S, lo cual permite resolver la problemática que presenta el área de producción y materias primas.
5. Controlar las mejoras propuestas en temas de inventario mediante la generación de métricas para registrar la cantidad de compras reactivas de materias primas mediante el uso de la herramienta, y asegurar el mantenimiento del 5S mediante una lista de chequeo.

## **1.8 Alcances y limitaciones**

### **1.8.1 Alcances**

Este proyecto se enfoca estrictamente en mejorar la disponibilidad de la materia prima del proceso productivo; se analizarán aspectos de mejora considerando las 6M y priorizando los productos con mayor recurrencia en los paros de producción.

También otro de los alcances esperados es la creación de una herramienta de Excel que impulse una futura implementación de la metodología 5s, mientras también se cree un layout y una serie de rótulos estándar para ser colocados en las áreas estipuladas por el layout propuesto; también se espera se cuente con la participación de la gerencia para otras posibles decisiones de compra de materiales o equipos para el área de bodega.

### **1.8.2 Limitaciones**

Las limitaciones de esta investigación, en gran parte obedecen al tiempo establecido para el desarrollo de la tesina; ya que este tiempo impide, la verificación de la efectividad de las acciones implementadas a largo plazo para la resolución del problema.

Adicionalmente tomando en cuenta el horario de trabajo en la línea de formados de la empresa analizada (6am a 2pm), el cual no es constante al ser una microempresa y provocar días que no se trabajan, este complica al investigador realizar visitas frecuentes al área de trabajo por la disparidad de horarios en relación con sus jornadas de trabajo.

Las limitaciones de esta investigación obedecen a diversos factores que, si bien no impiden la realización del proyecto, establecen condiciones que restringen parcialmente su alcance y potencial impacto. La principal limitación corresponde al tiempo establecido para el desarrollo de la tesina, circunscrito al segundo cuatrimestre del 2025. Este período de 16 semanas resulta suficiente para el diseño e implementación inicial de las soluciones propuestas, pero impide la verificación de la efectividad de las acciones implementadas a largo plazo para la resolución del problema.

Una de las limitaciones con la que contamos en Setiembre es que la empresa decidió la ampliación en el área de cuartos de frío lo que limita aún más las posibilidades de ejecutar un 5s en este momento y los efectos sostenidos de la aplicación de la metodología 5S, en particular, requieren típicamente períodos de evaluación más extensos para consolidarse como prácticas organizacionales permanentes.

La falta de control en proceso representa una limitación técnica importante. Esta carencia se extiende también al ámbito documental, donde la inexistencia de registros sistemáticos de producción en ciertos períodos genera vacíos informativos que dificultan el establecimiento de líneas base precisas para algunos indicadores clave.

La disponibilidad limitada de recursos tecnológicos en la empresa constituye otra restricción significativa. Al tratarse de una microempresa familiar, Carnes Ticas S.A. cuenta con una infraestructura informática básica, lo que condiciona el diseño del sistema de inventarios a herramientas accesibles como Microsoft Excel, en lugar de soluciones más sofisticadas como sistemas ERP o aplicaciones especializadas de gestión de inventarios. Esta limitación tecnológica determina el alcance y nivel de automatización de las soluciones propuestas.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera**

#### **2.1.1 Ingeniería Industrial**

La profesión de ingeniería Industrial se dedica a la mejora y optimización de procesos, productos o servicios, dependiendo de la naturaleza del negocio que se

desarrolle, tiene una característica de enfoque en maximizar los outputs bajo estándares de calidad propuestos por las entidades gubernamentales o entes regulatorios, especializado en la reducción de costos para utilizar los menores recursos posibles para alcanzar así la eficiencia.

Habría que decir también que el ingeniero industrial es aquel profesional cuya formación lo capacita para diseñar sistemas complejos y gestionar en forma eficiente los recursos dentro de una organización, abordando con capacidad analítica y creativa problemas diversos y complejos (ACOFI, 2020).

Ingeniería Industrial es la encargada de diseñar, planear, instalar y mejorar los sistemas socio-tecnológicos que integran a los hombres, la energía, materiales, equipos, dinero e información para así realizar la producción industrial de bienes y servicios, que satisfagan las necesidades de nuestra sociedad en el marco del desarrollo auto sustentable.

De acuerdo con (Restrepo, 2023) las principales funciones y actividades que puede desarrollar el ingeniero industrial, que se definen en diferentes planes de estudio de universidades en el mundo, particularmente en el plan de estudio de la Universidad Nacional, son:

- Diseñar, planear, mejorar, implementar y controlar el sistema productivo de la empresa y cada uno de los procesos que lo conforman.
- Determinar, planear, organizar y controlar los recursos requeridos para el proceso productivo (información, materiales, equipo, maquinaria, trabajadores, instalaciones y dinero), para encontrar un uso eficiente de los mismos.
- Analizar, diseñar y proponer mejoras en las áreas de gestión de las organizaciones (administrativa, mercadeo, producción y operaciones, y finanzas).
- Estandarizar los métodos y procedimientos de trabajo para alcanzar mayor productividad.
- Determinar la localización, tamaño, diseño y distribución de los espacios de trabajo de una planta, con el fin de mejorar su productividad y condiciones ambientales.

- Diseñar e implementar programas para controlar y administrar la calidad.
- Desarrollar, adaptar e implementar nuevas tecnologías para aumentar la competitividad de las organizaciones.
- Gestionar la cadena de valor de la empresa: abastecimiento, fabricación, comercialización y servicio al cliente.
- Diseñar, evaluar y mejorar los sistemas de información basados en tecnologías de la información y las telecomunicaciones.
- Desarrollar programas de prevención de pérdidas que incluyan lo concerniente a seguridad, higiene y mantenimiento industrial.
- Evaluar y controlar los costos del proceso productivo para aumentar los beneficios con el menor costo posible.
- Gestionar la tecnología, lo cual implica evaluar y seleccionar equipos, y negociar con proveedores para encontrar los que ofrezcan mejores condiciones para el proceso productivo específico.
- Determinar la factibilidad técnico-económica y social de los proyectos, e implementar su montaje y puesta en marcha de forma interdisciplinaria.

## **2.1.2 Inventario**

El inventario consiste en los materiales que toda empresa tiene o requiere para su funcionamiento, independientemente del tipo de empresa, todas mantienen inventario ya sea para materia prima (componentes), producto en proceso o mejor conocido por sus siglas en inglés como “WIP” (work-in-process), suministros usados en las operaciones productivas o administrativas, o inventario de producto terminado y listo para respectiva distribución o consumo.

### **2.1.2.1 Costos del inventario**

Para todo inventario se deben considerar los siguientes costos, los cuales están distribuidos entre costos de pedido y costos de mantenimiento.

- **Adquisición:** es el valor monetario que se paga por obtener el inventario, y si se realizan gastos adicionales para acelerar la entrega del material.
- **Almacenamiento:** es el costo que requiere el inventario por mantenerlo en la empresa, considerando las condiciones de almacenamiento, ya que, dependiendo del tipo de productos, se debe mantener bajo condiciones especiales para no perder la calidad del mismo, como lo es el caso de tanto la materia prima, como el producto terminado de Carnes Ticas S.A, ya que, la carne y las tortas ensambladas, requieren mantenerse en cuartos de frio, lo que aumentan los costos de almacenamiento ya que se debe incurrir en gastos de electricidad y mantenimiento de los cuartos de frio, a diferencia de otros productos terminados que no requieren este tipo de almacenamiento.
- **Mano de obra:** se incurren en gastos de mano de obra ya que se debe destinar personal para llevar a cabo el proceso de recibo de la materia prima, completar las revisiones de calidad que en ocasiones son tanto físicas como documentales al momento del recibo, los procesos de traslado y almacenamiento, el proceso de empaque y envío; como también la ejecución de los conteos cíclicos requeridos para confirmar la cantidad física de los productos.
- **Deterioro, daño y/o obsolescencia:** son los costos en los que se debe incurrir cuando el inventario se daña y por lo tanto no se puede utilizar, dependiendo del tipo de material, no solo de debe considerar el valor del producto que se debe asumir como perdida, sino costos adicionales para descartar el inventario.
- **Robo:** en caso de robo, se debe asumir como perdida, y posible impacto en la producción en el caso en que no se cuente con el inventario suficiente para completar el plan de producción. Si la empresa adquiere un seguro para cubrirse las operaciones en caso de robo, se debe considerar el costo de la cuota del seguro.

#### 2.1.2.2 Propósito del inventario

El mantener inventario suele ser considerado un gasto, en un mundo ideal donde se tiene al mano justo lo que se necesita, no se evidencia necesidad de manejar inventarios, sin embargo, en la vida real, donde como es el caso de Carnes Ticas S.A, se carece de un control sólido, el inventario desempeña un papel importante para lograr el funcionamiento de la operación y lograr tener el producto correcto, en la cantidad correcta y en el tiempo correcto para los clientes.

De acuerdo con Muller, M. (2019), estas son algunas de las razones más importantes para obtener y mantener inventario:

- **Previsibilidad:** para planificar la capacidad y programar la producción, es necesario controlar la cantidad de materia prima, piezas y subconjuntos que se procesan en un momento dado. El inventario compensa lo que se necesita de lo que se procesa.
- **Fluctuaciones en la demanda:** un inventario disponible ofrece protección. No siempre se sabe cuánto se necesitará en un momento dado, pero aun así es necesario satisfacer la demanda de los clientes o de producción a tiempo. Si se puede observar cómo actúan los clientes en la cadena de suministro, se minimizan las sorpresas en las fluctuaciones de la demanda.
- **Insuficiencia de suministro:** el inventario protege de proveedores poco fiables o cuando un artículo escasea y es difícil garantizar un suministro constante. Siempre que sea posible, se debe rehabilitar a los proveedores poco fiables mediante negociaciones o reemplazarlos. La rehabilitación puede lograrse mediante órdenes maestras de compra con lanzamientos de productos programados, penalizaciones por incumplimiento en el precio o plazo, una mejor comunicación verbal y electrónica entre las partes, etc. Esto reducirá las necesidades de inventario disponible.
- **Protección de precios:** comprar cantidades de inventario en el momento oportuno ayuda a evitar el impacto de la inflación de costos. Tenga en cuenta que contratar para asegurar un precio no requiere recibir la entrega en el momento de la compra. Muchos proveedores

prefieren realizar entregas periódicas en lugar de enviar el suministro de un año entero de una unidad de mantenimiento de stock en particular de una sola vez.

- **Descuentos por cantidad:** a menudo, se ofrecen descuentos por volumen si se compran grandes cantidades en lugar de pequeñas.
- **Costos de pedido más bajos:** si se compra una mayor cantidad de un artículo con menos frecuencia, los costos de pedido son menores que si se compran cantidades más pequeñas repetidamente.

### 2.1.2.3 Tipos de inventario

Como se menciona en el concepto de inventario, se tienen básicamente 3 tipos de inventario:

- **Materias primas:** se utilizan para producir productos parciales o terminados, en el caso de Carnes Ticas S.A, un ejemplo de materias primas son: carne, grasa, proteína y aditivos varios.
- **Producto terminado:** Es el producto listo para la venta al cliente, en respuesta de la demanda, sin embargo, también puede utilizarse para amortiguar la demanda predecible o impredecible del mercado, a esto se le conoce como inventario de seguridad de producto terminado.
- **Producto en proceso (WIP):** Los artículos se consideran WIP durante el tiempo en que la materia prima se convierte en productos parciales, subconjuntos y producto terminado. El WIP debe minimizarse. El WIP se produce debido a factores como retrasos en el trabajo, largos tiempos de movimiento entre operaciones y cuellos de botella en las colas.

### 2.1.3 Manejo del Inventario

Relph, G. (2015) expone el manejo del inventario como el proceso de dirigir y administrar la conservación, el transporte y la conversión de materias primas mediante procesos de valor añadido para entregar productos terminados al cliente.

*“Es el conjunto de políticas y controles que supervisan los niveles de inventario; determinan qué niveles de cada producto deben mantenerse; identifican cuándo se debe reponer el inventario; y deciden el tamaño de los pedidos.” (Relph, 2015)*

### **2.1.3.1 Cantidad económica de pedido (EOQ)**

(Soliman, 2023) define EOQ como la cantidad óptima de pedido que minimiza los costos totales de inventario al equilibrar los costos de pedido y los costos de almacenamiento. Siendo la fórmula de su cálculo, la siguiente:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{Demanda Anual} \times \text{Costo de Pedido}}{\text{Costo de Almacenamiento por Unidad}}}$$

- Demanda anual: Cantidad total de unidades demandadas a lo largo de un año.
- Costo de pedido: Costo de realizar un solo pedido, incluyendo los gastos de procesamiento y transporte.
- Costo de almacenamiento por unidad: Costo de mantener una unidad en inventario durante un año, incluyendo almacenamiento, seguro y otros gastos relevantes.

### **2.1.3.2 Punto de reorden (ROP)**

(Soliman, 2023) define ROP como el nivel mínimo de inventario al que se debe realizar un nuevo pedido para reponer las existencias antes de que se agoten por completo.

(Roa, 2007) en su tesis explica el ROP como el indicador que resuelve cuando se debe ordenar o reabastecer, es una señal para el departamento de compras para evidenciar la necesidad de hacer un pedido por la cantidad necesaria para recuperar el nivel del tipo fijado como máximo de existencias

El ROP es esencial para evitar desabastecimientos e interrupciones en la cadena de suministro, su cálculo está condicionado al conocimiento y control de los siguientes elementos:

- Inventario de seguridad “SS”: Es una cantidad de inventario que se debe manejar para evitar un desabastecimiento del producto.
- El “Lead Time”: que en español corresponde al tiempo de suministro de los suplidores desde el momento en el que se les emite una orden de compra y el producto es entregado.
- Demanda esperada: es la proyección del consumo o venta que se espera tener del producto.

$$ROP = SS + LT * Demanda$$

### 2.1.3.3 Cálculo del Inventario de Seguridad

De acuerdo con Jonker de IBM, establecer el nivel adecuado de inventario de seguridad para cada artículo requiere un cálculo minucioso, Sin embargo, no existe una fórmula única para calcular los niveles óptimos del inventario de seguridad, esto quiere decir que el método de cálculo varía para cada empresa.

Estos son los elementos comunes entre las diversas fórmulas de calcular el Inventario de Seguridad o SS por sus siglas en inglés (Safety Stock):

- **Puntuación Z:** Corresponde al nivel de servicio deseado o el factor de servicio deseado. Representa la probabilidad de que una empresa satisfaga la demanda real. Un puntaje Z más alto implica una menor probabilidad de desabastecimiento y un mayor inventario de seguridad. Un puntaje Z más bajo implica una mayor probabilidad de desabastecimiento y un menor inventario de seguridad.
- **Desviación estándar del plazo de entrega ( $\sigma$ LT):** Corresponde a la diferencia entre el plazo de entrega promedio de un producto y el plazo de entrega real.

- **Demanda promedio (D avg):** Corresponde a la demanda promedio de un producto dentro de un período de tiempo determinado.

Del artículo de Jonker de IBM, se exponen como las más comunes, las siguientes fórmulas para determinar el inventario de seguridad:

- **La fórmula fija:** Siendo esta una de las más básicas, ya que no considera la variabilidad de la demanda ni el tiempo de entrega. Las empresas con una demanda y una cadena de suministro constantes son más propensas a utilizarla.

$$(Ventas\ diarias\ promedio) \times (Numero\ de\ dias\ de\ existencias)$$

- **La fórmula promedio-máximo:** Calcula el promedio máximo de unidades necesarias durante un período determinado. Si bien considera la variabilidad del plazo de entrega, no considera la variabilidad de la demanda. Esta fórmula ayuda a las empresas a evitar el riesgo de desabastecimiento, pero podría no generar suficiente inventario de seguridad para picos de demanda extremos o estacionales.

$$(Uso\ diario\ máximo \times Plazo\ de\ entrega\ máximo) \times (Uso\ diario\ promedio \times Plazo\ de\ entrega\ promedio)$$

- **Fórmula de Greasley:** También conocida como la Fórmula de Desviación Estándar del Inventario de Seguridad. Considera las fluctuaciones en el plazo de entrega y la demanda. Es una de las fórmulas de stock de seguridad más precisas.

$$(Puntuación\ Z) \times (\sigma LT) \times (D_{avg})$$

- **La fórmula de Heizer Render:** Usada cuando se tienen variaciones importantes en la oferta. No considera las fluctuaciones de la demanda. Suele ser la fórmula preferida por las empresas que experimentan retrasos frecuentes de los proveedores y plazos de entrega largos.

$$(Puntuación Z) \times (\sigma LT)$$

- Fórmulas complementarias: También existen fórmulas que complementan los cálculos del inventario de seguridad. Por ejemplo, la fórmula de la cantidad económica de pedido (EOQ) determina la cantidad óptima de inventario que una empresa debe mantener para minimizar los costos de inventario. Otra fórmula, la fórmula del punto de reorden (ROP), utiliza las cantidades de inventario de seguridad y otras variables para determinar el momento específico en el que se deben solicitar nuevos productos para evitar que se agoten.

#### **2.1.4 5S**

5s es una metodología japonesa que, mediante un enfoque de organización y limpieza de las áreas de trabajo, se obtienen múltiples beneficios como la mejora en eficiencia, aumento de la productividad, reducción de tiempos y desplazamientos, mejor aprovechamiento de los espacios, ambientes más ordenados y seguros, que finalmente se refleja un aumento en la satisfacción y el compromiso del personal.

De acuerdo con el artículo “La guía definitiva para 5S y Formación 5S” del Kaizen Institute, *“El término «5S» fue popularizado por Hiroyuki Hirano en su libro de 1995 y proviene de cinco palabras japonesas: «seiri» (separar), «seiton» (organizar), «seiso» (limpiar), «seiketsu» (estandarizar) y «shitsuke» (sostener con disciplina). Cada término representa un paso de este enfoque de organización del lugar de trabajo.”*

##### **2.1.4.1 Seiri – Separar/Clasificar**

Clasificar es el acto de retirar y descartar todos los artículos innecesarios de un área de trabajo, se evalúa lo que se necesita para realizar las tareas en un área de trabajo y eliminar todo lo innecesario, una vez se determina que algo que no agrega valor, o no es necesario se debe identificar para disponer como corresponda posteriormente, la buena práctica es usar etiquetas rojas como las de la siguiente imagen:

(Ortiz, 2016)

Figura 2 Tarjeta roja 5's



Fuente: Ortiz, C. 2016.

(Ortiz, 2016), indica que se deben clasificar los artículos entre las siguientes categorías:

- **Basura:** Son los artículos que se deben botar o reciclar en caso de que aplicase.
- **Innecesario:** No se necesita para el proceso productivo o administrativo. Esta categoría tendrá la mayoría de las etiquetas rojas.
- **Artículos de poco uso:** Los artículos de poco uso son esenciales, pero no se usan con mucha frecuencia, quizás una vez al mes o en periodos más largos.

Este paso es beneficioso ya que al identificar y disponer lo innecesario se libera espacio, se propicia con el orden poder encontrar los artículos que, si son necesarios con mayor facilidad, de una forma más segura, y en menor tiempo.

#### **2.1.4.2 Seiton – Organizar**

Acto de crear ubicaciones para todos los artículos esenciales necesarios en el área de trabajo. Consiste en organizar lo necesario para que sea fácilmente identificable en un lugar designado.

Es en este punto de la implementación cuando se establecen las áreas de trabajo, los pasillos y la ubicación de las plantas. Una vez completado esto, se asignan ubicaciones a artículos más pequeños, como herramientas, suministros, accesorios y piezas.

#### **2.1.4.3 Seiso – Limpiar**

Como su nombre lo indica, esta fase es la parte de limpieza de la implementación.

#### **2.1.4.4 Seiketsu – Estandarizar**

(Ortiz, 2016), comparte una similitud entre el concepto de estandarización de las 5S con la forma que se implementan y utilizan las carreteras, autopistas y todas las marcas visuales, indicando que el diseño de una señal de alto es estándar en todas las carreteras de Estados Unidos, y que esta estandarización permite que al ser el diseño y el significado de todos los sistemas visuales viales idénticos, reducir las probabilidades de confusión.

#### **2.1.4.5 Shitsuke – Sostener con Disciplina/Mantener**

Una vez implementadas las primeras cuatro de las cinco S, se debe crear un programa de sostenibilidad que se adapte a la empresa, ya que, cada empresa es diferente.

## **2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto**

### **2.2.1 DMAIC**

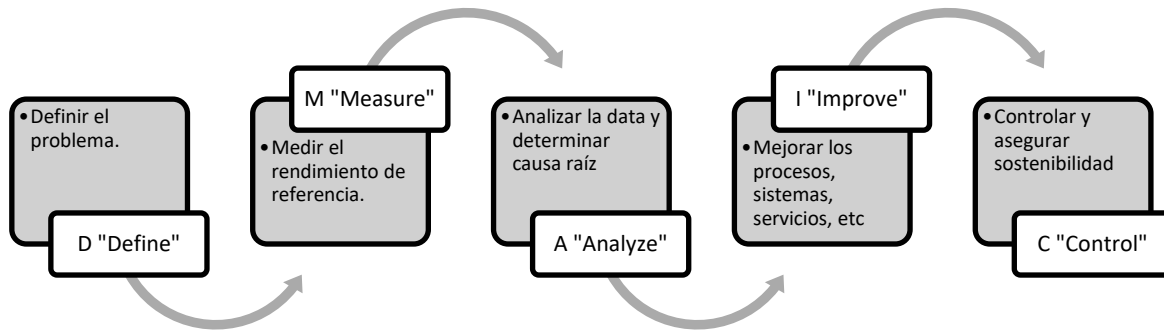
Para el desarrollo de este proyecto de graduación, se toma como guía la metodología DMAIC, que se enfoca en la mejora y optimización de procesos, sistemas o productos, donde DMAIC es el acrónimo en Inglés para Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar.

De acuerdo con el autor (Al-Rifai, 2024), un problema es una situación insatisfactoria que dificulta alcanzar el objetivo deseado, existe cuando se tiene una diferencia significativa, una brecha, entre la condición actual y la condición deseada para cumplir con los objetivos; el problema u oportunidad debe estar bien definido, basado en hechos y datos, y evaluado para determinar su impacto y beneficios potenciales, una vez que la empresa identifica y prioriza una oportunidad de mejora, inicia el proceso DMAIC.

La Sociedad Americana para la Calidad (ASQ) define la metodología DMAIC como un enfoque estructurado de resolución de problemas que se utiliza para mejorar los procesos existentes que no cumplen con los estándares de rendimiento ni las expectativas del cliente. Cada fase del proyecto se basa en la anterior, con el objetivo de implementar soluciones a largo plazo. Este enfoque se utiliza principalmente en la mejora continua, lean y Six Sigma, pero también puede implementarse como un procedimiento independiente de mejora de la calidad o como parte de otras iniciativas de mejora de procesos.

La metodología DMAIC consta de cinco fases distintas (ver Figura 3 Etapas DMAIC), cada una de las cuales contribuye a la mejora del proceso.

Figura 3 Etapas DMAIC



Fuente: (Stern, 2024).

### 2.2.1.1 Definir

La primera fase de DMAIC se centra en comprender el problema, cual es esa brecha entre el resultado actual y el esperado, identificando el proceso, el objetivo y los requisitos del cliente que deben cumplirse en caso de que no se esté logrando, o se busque aumentar la satisfacción del cliente. Se establece durante esta etapa una línea base de medición del rendimiento.

(Al-Rifai, 2024), resalta en su libro "Lean Six Sigma: A DMAIC Roadmap and Tools for Successful Improvements Implementation", la importancia de escribir una descripción clara del problema a resolver o la condición a mejorar antes de iniciar una actividad de resolución de problemas o un proyecto de mejora, esto para evitar terminar trabajando en el problema equivocado, experimentar cambios en el alcance, no alcanzar los objetivos del proyecto y obtener resultados no deseados.

(Al-Rifai, 2024), indica que la herramienta 6W-2H que es un acrónimo en inglés para “What”, “When”, “Where”, “Who”, “Why”, “Whom”, “How”, y “How Much”, es una excelente herramienta para recopilar y organizar información sobre un problema o situación de forma estructurada y completa, ya que, al responder a las seis preguntas críticas (Qué, Cuándo, Dónde, Quién, Por qué, A Quién) y cuantificar la información con las preguntas Cómo y Cuánto, las personas o los equipos pueden comprender mejor el problema, identificar sus causas raíz y desarrollar soluciones más eficaces.

De acuerdo con (Stern, 2024), estas son las herramientas críticas en la etapa de Definir:

- Mapa de Procesos.
- Acta de Constitución del Proyecto.
- FODA (Fortalezas-Debilidades-Oportunidades-Amenazas).
- Definiciones de Críticos para la Calidad (CTQ).
- Análisis de las Partes Interesadas.
- Diagrama SIPOC (Proveedor-Insumo-Proceso-Producto-Cliente).
- QFD (Despliegue/Diseño de la Función de Calidad).
- DMAIC WBS: Herramienta de Seguimiento del Proyecto.
- Diagrama de Afinidad.
- Modelo de Kano.

#### **2.2.1.2 Medir**

Esta fase mide el rendimiento actual del proceso en comparación con la línea base, cómo se encuentra la empresa con respecto a lo esperado. La recopilación y el análisis de datos son esenciales para evaluar con precisión el proceso actual y cómo se puede mejorar.

De acuerdo con (Stern, 2024), estas son las herramientas críticas en la etapa de Medir:

- Mapeo de Procesos (Análisis Detallado).
- Definición de Entradas y Salidas (X e Y).
- Evaluación Comparativa.
- Cuadros de Mando.
- CTQs: Medición.
- Índice Cp y Pp.
- Análisis Modal de Fallos y Efectos (FMEA).
- Cálculos Sigma.
- Análisis de Sistemas de Medición (MSA).
- Plan de Recopilación de Datos.

### **2.2.1.3 Analizar**

Se identifican y evalúan las causas raíz que estén impactando el cumplimiento de los requisitos del cliente o métricas de la empresa. Esto ayudará a determinar si los procesos deben ser actualizados, descartados o reemplazados según corresponda.

De acuerdo con (Stern, 2024), estas son las herramientas críticas en la etapa de Analizar:

- Análisis de correlación.
- Los 5 porqués.
- Prueba de hipótesis.
- Regresión lineal.
- Control estadístico de procesos (CEP).
- 7 herramientas para la mejora de la calidad y los procesos:
  - Mapa de Procesos.
  - Análisis de Espina de Pescado.

- Diagrama de Pareto.
- Histograma.
- Lista de Verificación.
- Diagrama de Dispersión.
- Gráficos de Control.

#### **2.2.1.4 Mejorar**

Esta fase se centra en encontrar soluciones que mejoren el proceso y lo ayuden a satisfacer las necesidades del cliente. Las soluciones pueden incluir cambios en los procesos, procedimientos, tecnología, etc.

De acuerdo con (Stern, 2024), estas son las herramientas críticas en la etapa de Mejorar:

- Lluvia de ideas.
- Matriz de decisiones.
- Piloto.
- Plan de proyecto.
- Análisis modal de fallos y efectos (FMEA).

#### **2.2.1.5 Controlar**

La fase de control garantiza mejoras en el proceso que sean sostenibles a lo largo del tiempo. Esto incluye el establecimiento de controles para medir el rendimiento, monitorear tendencias y responder a los problemas.

De acuerdo con (Stern, 2024), estas son las herramientas críticas en la etapa de Controlar:

- Plantillas para estandarización de labores si algunas tareas son repetibles.
- Gráficos de control.

- KPI y métricas de proceso.
- Auditorías de Sostenibilidad.
- Ayudas visuales en el lugar de trabajo.
- Monitoreo de procesos.

## **2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto**

### **2.3.1 Impacto económico.**

El impacto económico se podrá cuantificar mediante el análisis al proceso de Inventarios donde se elaboran los formados de la empresa Carnes Ticas, identificando los factores que lo afectan, directa e indirectamente, para poder evaluar las opciones de propuesta de mejora que se pueden implementar a dicho proceso, en búsqueda de reducir el porcentaje de desperdicio de tiempos ociosos en esta empresa.

### **2.3.2 Impacto cultural.**

Al emplear el concepto de Six Sigma, como también otras herramientas planteadas en este proyecto, radica en la empresa, como en su personal, crear una rutina donde se permita promover el conocimiento acerca de la mejora continua en los procesos, ayudando tanto a la organización como a ellos mismos a facilitar sus labores debido a que mejorar un proceso no solo implica reducir costos a la empresa sino, también, reducir tareas en el trabajo innecesarias que provocan el desgaste de los colaboradores, tanto físico como mental.

## **2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes**

Por medio el presente proyecto, se buscaría implementar una Herramienta que nos guie a un sistema de control del inventario, por el cual se podrá hacer mucho más eficiente y el correcto manejo del control de las materias para el área de mezclado para la compañía Carnes Ticas SA. Al realizar la respectiva investigación de antecedentes sobre el tema de manejo o control de inventario, se encontraron proyectos similares sobre dichos temas, ya que es un área de suma importancia y la manera en la que se maneje el inventario implicara parte de la pérdida o remuneración de una empresa.

Varios de los proyectos consultados son los siguientes:

#### **2.4.1 Primer Proyecto**

Se consulto la tesis del alumno Moisés Torres López, de la Universidad Hispanoamericana presentada en el segundo cuatrimestre del 2024 el tema de dicho estudiante sería una propuesta de mejora para la gestión de inventarios en Nargallo del este SA. Cuya empresa cuenta con más de 25 años en el mercado de reparación de teléfonos celulares y cuenta con 145 colaboradores distribuidos en diferentes áreas; La actividad principal de dicha compañía es servir de centro de servicio autorizado encargado de realizar toda la logística de captación en las tiendas distribuidoras de teléfonos celulares dando tanto el servicio de reparación como también se reciben de otro cliente que se aproxime y desee reparar su unidad. Sirve también para gestionar y almacenar los diferentes repuestos brindados por las varias marcas proveedoras posicionadas en Costa Rica.

Utilizando la metodología DMAIC, se aplicaron dichos enfoques, dada la necesidad de investigar la problemática que afecta las diferentes áreas de la compañía para establecer parámetros de control de las fugas de inventario que hasta ese estudio comprendía pérdidas de 7.6 millones por repuestos no encontrados a falta de procesos definidos para el manejo de ese inventario.

Se propusieron 3 diferentes opciones para reducir o bien eliminar el problema como contratar supervisión aplicar dicha propuesta a todas las marcas, mejorar la comunicación mediante la estandarización de la información para ser comprendida por las diferentes ramas de la jerarquía, entrenamiento constante al personal de bodegas para concientizar, y un plan de logística de reversa para las partes obsoletas a las marcas con las cuales se proyecta un posible ahorro del 46% anual para la empresa en estudio.

#### **2.4.2 Segundo Proyecto**

Proyecto de Graduación de María Verónica León R enfocado en almacenamiento y distribución optimizado para mejorar la eficiencia, en el segundo semestre del 2024 para la empresa Roleisa Farmacéutica dado un aumento en las demoras de sus productos a entregar a clientes esta problemática se traduce en quejas y consultas generando gastos adicionales como gastos de transportes extra o expeditados por lo tanto estas molestias presentan pérdidas en las ventas por la falta de visibilidad en la disponibilidad de los productos.

Se uso como base la Metodología DMAIC en la cual se Diseña, mide, analiza, implementa y se controla un proceso; al ser una empresa con una capacidad de producción de hasta 3 millones de unidades al año pero al alcanzar un 22% de incidencias en los pedidos que se traducen por retrabajos y logísticas de transporte en costes de 42 millones de colones por dichos errores que reflejan la cada vez mas creciente necesidad de establecer un proceso de control de inventarios en las empresas de productos y o servicios.

La propuesta se dirigió en establecer instrucciones detalladas para implementarla lo antes posible con un manual de procedimientos POE's y la implementación del sistema ERP llamado (Odo), que podría reducir entre un 20% y 30% de dichos errores anualmente y generar ahorros significativos entre los 2 y 3 millones de colones al igual que la creación y mantenimiento de métricas para controlar a los colaboradores y sus tareas; además se señalan otras causas como equipos y espacios insuficientes evaluación a los equipos mantenimientos y análisis de layout.



## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO

### 3.1 Metodología para la definición del problema

Para establecer el problema en este proyecto se buscó identificar una metodología con la más amplia opción de herramientas para poder definir un problema, direccionado al concepto de fallas en control en el inventario y orden de la empresa Carnes Ticas S.A. la metodología de mayor estudio de la carrera ingeniería Industrial y también el usado en este proyecto ha sido el DMAIC, comenzando por ser una metodología que permite una definición precisa de las posibles problemáticas para luego pasar a la etapa de medición de las variables en estudio. El análisis permitió desarrollar y entender las causas al identificar los puntos del proceso que nos indican las ineficiencias. Para poder indagar junto con los colaboradores los escenarios de mayor dolencia en su proceso. La metodología que se empleada para poder identificar el problema se fundamenta en Observación directa de los empleados de la empresa y sus rutinas diarias junto con la elaboración de un flujo de proceso y así se identificó el punto de esfuerzo ya que ahí es donde se observan la mayor cantidad de incidencias. Esto se llevó a cabo a través de entrevistas y preguntas tanto individuales como en grupo con lo cual se logró realizar la segunda metodología de diagrama de flujo para establecer el área de estudio, con el objetivo de recopilar opiniones que describan en detalle el proceso junto a una lluvia de ideas del personal participante. El detalle de las herramientas se encuentra en **Error! Reference source not found..**

#### 3.1.1 Observación directa

En principio, la metodología de observación directa es una forma sencilla de recopilar datos sobre cómo los colaboradores interactúan con los procesos o tareas al ser uno un espectador participante durante las labores del personal. Pero si no se usa un plan o estructura, resultaría difícil asimilar y procesar la información

obtenida. Sin tener el correcto tacto o cuidado, la observación también puede afectar a las actividades de las personas, y el tipo o número de personas observadas puede sesgar los posibles resultados.

Dadas estas posibles dificultades, la observación fue una de las herramientas más poderosas para obtener información de la empresa Carnes Ticas S.A. La observación se pudo aplicar al proceso de alistamiento de los productos o set up, proceso de mezclado en el cual se van agregando los componentes de la mezcla previa a la parte de formado de la torta y el proceso de búsqueda de las piezas de ensamblaje de las máquinas de la empresa y a sus métodos para guardar piezas al terminar los procesos.

### **3.1.2 Diagrama de flujo**

El Diagrama de Flujo o Diagrama de proceso es el método que nos permite plasmar un proceso y entender sus diferentes aristas, se desarrolló un diagrama de proceso para así tener un entendimiento de las posibles áreas de evaluación y así darle al lector una forma visual clara y entendible del área del proceso seleccionada para este proyecto de estudio, así como los como demás procesos productivos de la empresa.

Nota este Diagrama de elaboración propia se enfoca en los procesos de principio a fin del proceso de elaboración de tortas de la empresa Carnes Ticas y se señala con color naranja y se define el área de estudio de este proyecto en dicho proceso de elaboración de tortas de carne para hamburguesas.

### **3.1.3 Lluvia de ideas**

El método de lluvia de ideas se utiliza para generar ideas para solventar claramente la definición de un problema o problemas en un proceso u organización en un ambiente generalmente controlado y en condiciones propicias para exponer el pensamiento libre por parte de los participantes, en este proyecto se pidió al gerente

de área un break extra para así poder usar el tiempo en el comedor y reunir a los colaboradores junto con su jefatura y crear un ambiente propicio para entender las posibles causas de los atrasos en producción y los cortos de materiales en una pizarra que se encuentra en el área de descanso del personal se tomaron las ideas más relevantes.

Tabla 3 Definición del problema

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Definir el estado actual de los controles de inventario en el proceso de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A.		Observación directa	Mediante el método científico y visitas a la empresa.	4 Semanas	Responsable del Proyecto
	Conducir reuniones con el personal relacionado al proceso en estudio.	Diagrama de Flujo	Se realiza un análisis del proceso actual.	2 Semanas	Responsable del Proyecto
		Lluvia de Ideas	Se lleva a cabo una generación de ideas por parte del personal.	1 Semana	Responsable del Proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto

En este capítulo se pretende dar a conocer las principales herramientas utilizadas en este proyecto para medir y tener el correspondiente respaldo Cualitativo de la información para definir las causas con base a datos que respalden el camino a seguir por este proyecto con la información obtenida en la sección anterior y la etapa de medición de la metodología de DMAIC para medir cuales son las causas y su causalidad de repetición que provoca que ellas infrinjan en el proceso perdidas y molestia a los colaboradores y a las jefaturas por el impacto económico que

provocan con la elaboración del Pareto para así tener una claridad en los porcentajes de las causas que más se repiten e infringen más pérdida en los tiempos de fabricación. El detalle de las herramientas se encuentra en Tabla 5 .

### **3.2.1 Lluvia de ideas**

Con la utilización de la lluvia de ideas como herramienta de análisis de causas a la problemática, por medio de las reuniones con el personal, se logra socavar mucho más detalle de los impactos, e incluso direccionar a las posibles soluciones de las causas principales, esto ya que, al incorporar al personal responsable del proceso al espacio abierto que requiere esta técnica, libremente se recabaron elementos que han sido considerados en el plan de mejora.

Parte de las ideas expuestas y documentadas durante la sesión de “lluvia de ideas”, al ser provenientes de quienes conocen el proceso, y que con frecuencia se ven afectados por las deficiencias de este, contienen un fundamento funcional y que por simple que pudiesen parecer, implementadas correctamente podrían brindar grandes beneficios.

### **3.2.2 Revisión de históricos**

Con la herramienta de revisión de históricos se evaluó el estado de la metodología de inventarios en la etapa de medir la situación actual de la empresa en cuanto al manejo de inventarios y métodos de control en el abastecimiento de sus materias primas para determinar la brecha con la meta deseada.

Con este estudio se revisaron los documentos y procesos que la empresa tiene en el departamento de materias primas en la cual se observó el método utilizado para el control de los inventarios en la bodega de materiales secos de la planta

y su punto de reorden junto con el inventario de seguridad los cuales son los mitigantes a una falta de estos productos

Tabla 4 Propuesta de mejora

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Medir el impacto de cada una de las causas en de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A.	Conducir reuniones con el personal relacionado al proceso en estudio.	Lluvia de ideas	Se escucha al personal responsable del proceso, y sus líderes, y sus propuestas de mejora	1 Semana	Responsable del Proyecto
	Realizar análisis de los datos previos con base a datos anteriores	Revisión de históricos	Con los anteriores datos al periodo actual se evalúa el estado del proceso de control de materias	1 Semana	Responsable del Proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

Considerando las evidencias recopiladas en las etapas anteriores donde se define el problema que tiene la empresa para el funcionamiento continuo del proceso de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A., se da inicio a la etapa del DMAIC que corresponde al análisis de las posibles causas que generan la problemática de la empresa para ello se utilizaron las siguientes herramientas Ishikawa y Pareto, como la base para el plan de análisis de la posible mejora del proyecto, las cuales se detallan en la **Error! Reference source not found..**

### **3.3.1 Diagrama de Ishikawa**

El diagrama de Ishikawa que también es conocido como espina de pescado es una herramienta visual que tiene un formato tipo gráfico para ayudar en el análisis de variables el cual en su mayoría es empleado en los análisis de causa de un problema desde su raíz este diagrama tuvo un objetivo de ayudar al usuario a evaluar las posibles variables de un problema con la medición de distintas causas de 6 distintas matrices como lo son medida, maquina, material, mano de obra, método, medio ambiente al usarlo como herramienta en el análisis junto con el Pareto se refuerzan las posibles causa con una base cuantitativa como se realizó en este proyecto en su capítulo cuatro.

#### **3.3.1.1 Análisis Multivoto**

El multivoto es “una forma alternativa de votación múltiple utilizada cuando la lista de artículos es larga, es proporcionar a cada miembro del equipo una cantidad de votos” (Kubiak & Benbow, 2017)

El análisis multivoto, consiste en una metodología que permite priorizar las causas de un problema, logrando un consenso entre las partes donde cada miembro tiene la misma oportunidad de brindar su voto de acuerdo a su conocimiento y experiencia.

Parte de los beneficios de utilizar esta herramienta radica en que provee un fundamento cuantitativo, asignándole una puntuación ponderada resultante de las evaluaciones de múltiples miembros del proceso, en cuanto a que tan frecuente se presenta cada una de las causas.

Para llevar a cabo el multivoto, se elabora una tabla donde se enlisten todas las causas identificadas bajo una misma columna, y se agrega una columna por persona seleccionada para proveer su voto, con el objetivo de al final obtener un

voto ponderado al multiplicar el valor de votación de cada miembro, con esto se evidencian las causas con mayor puntaje y se puede determinar cuáles son las causas más representativas y de mayor incidencia.

### 3.3.2 Diagrama de Pareto

Como un proceso de cuantificación el diagrama de Pareto nos aportó los datos más claros al entender las dolencias del departamento con respecto a las causas que provocan los tiempos muertos en el área de producción de tortas al clarificar con un porcentaje mucho mayor las causas que reflejan el mayor impacto a la producción provocando un enfoque más crítico en los datos obtenidos.

*Tabla 5 propuesta de mejora*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
Analizar las posibles propuestas para mejorar las condiciones actuales en el proceso de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A.	Conducir reuniones con los operarios.	Diagrama Ishikawa.	Diagramado y clasificación de las posibles causas de un problema.	2 Semanas	Responsable del Proyecto
	Realizar una votación	Análisis Multivoto	Análisis de la frecuencia con la que se presentan las causas identificadas	1 Semana	Responsable del Proyecto
	Recopilar información y realizar gráfico de 80/20.	Diagrama de Pareto	Mediante un Gráfico 80/20 ilustra la o las principales causas que ocasionan el problema.	2 Semanas	Responsable del Proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 3.4 Metodología para la implementación del proyecto

Una vez identificada la problemática, el origen de esta y desarrollado el plan de mejora para corregirla que consiste en elaborar un programa de 5S y como correctivo para la computarización de los datos se desarrolló una herramienta para el control de inventarios, se debió identificar la metodología para la implementación de este plan de mejora en el proceso de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A., donde se debía asegurar que la implementación sea exitosa y duradera en el tiempo.

Para la metodología de implementación del proyecto se utilizó la herramienta Diagrama de Gantt, la cual se detalla en la **Error! Reference source not found..**

#### 3.4.1 Diagrama de Gantt

Con la utilización del Diagrama de Gantt se logró visualizar y organizar las tareas considerando la línea de tiempo disponible para el proyecto, permitiendo la planificación de las diferentes tareas, asignando los responsables de ejecutarlas en las fechas de entrega establecidas, así como el seguimiento y avance de cada elemento del Plan de Mejora en la etapa de implementación.

Tabla 4 Implementación del Proyecto

Objetivo específico	Actividades	Herramienta	Descripción	Plazos	Responsables
Implementar un plan de mejora a las causas identificadas en el proceso de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A.	Elaboración de cronogramas para cada una de las propuestas establecidas	Diagrama de Gantt	Se realizan diagramas de Gantt para cada una de las propuestas de mejora a desarrollar	1 Semana	Responsable del Proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### **3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados**

Con la intención de garantizar la sostenibilidad de las mejoras propuestas a lo largo del tiempo en el proceso de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A., se han utilizado las siguientes herramientas, las cuales se detallan en la **Error! Reference source not found.**

#### **3.5.1 Check list (Lista de Chequeo)**

Dado que la función de los “Check List” o listas de chequeo radica en una verificación sistemática del cumplimiento de determinados requisitos, se determinó como herramienta para este proyecto, donde se crea una hoja de control como parte de la fase "Shitsuke" del 5S, enfocada en mantener los logros de las fases anteriores de la metodología 5s, se desarrolló un formulario-check list, enlistando los elementos que la persona entrenada debe revisar como un auditor para garantizar que las condiciones se mantienen.

#### **3.5.2 Indicadores de rendimiento (KPI)**

Dada la falta de mecanismos de control, los indicadores de rendimiento (KPI) como herramienta de verificación en esta etapa, se han seleccionado para poder llevar a cabo un monitoreo y evaluación de la efectividad de las mejoras desarrolladas previamente, así como determinar el avance y/o mejoría del proceso de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A

Tabla 5 Verificación

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Plazos</b>	<b>Responsables</b>
Controlar los procesos de mezclado y formado de Carnes Ticas S.A.	Crear una hoja de control para asegurar el mantenimiento del 5S	Check list	Se crea una hoja de control como parte de la fase "Shitsuke" del 5S	1 Semana	Responsable del Proyecto
	Elaborar KPI	Indicadores de rendimiento (KPI)	Se elaboran indicadores para medir la efectividad en la propuesta para el área de inventarios	1 Semana	Responsable del Proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ**

Desde el momento de inicio del proyecto y hasta este capítulo utilizando la metodología de DMAIC, se analiza un patrón que se repite provocado por la falta de un sistema ordenado de inventarios, así como por la falta de control de la localización de partes y materias primas en la planta de producción.

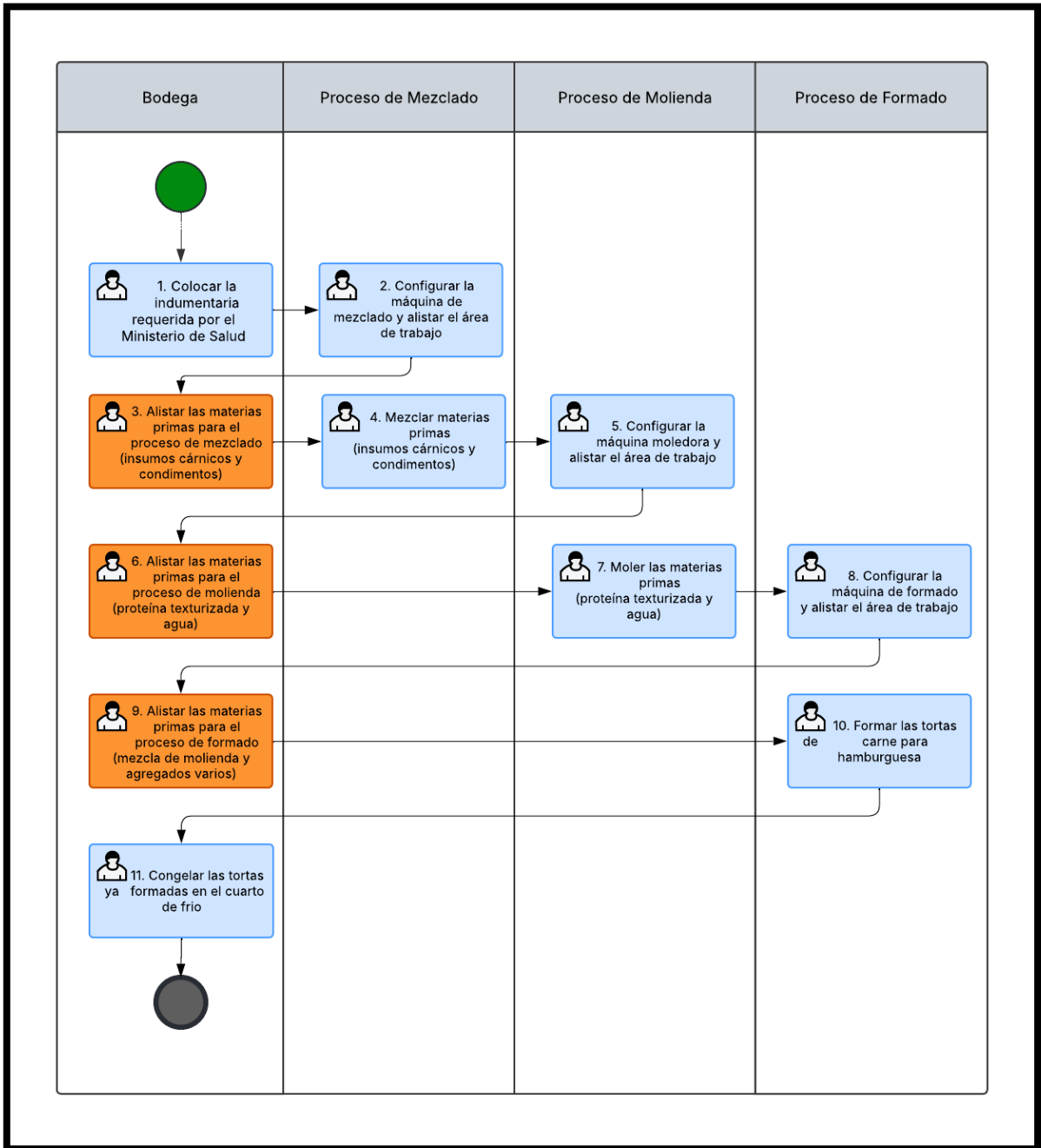
Esta dificultad empeora considerablemente porque la empresa actualmente no dispone de herramientas formales ni para el control, ni para la documentación que permitan gestionar los recursos materiales y productivos para entender lo que sucede en la planta con datos, el supervisor de área cuenta con una computadora propia la cual utiliza para llevar de manera informal los detalles de producción de materiales terminados pero no así de las materias primas ya que no cuenta con el conocimiento ni certificaciones que lo guíen en esta dirección.

Después de las primeras visitas que se realizaron a la planta de producción, se logró visualizar un panorama más amplio de los procesos que están creando mayor descontento en las áreas afectadas mediante preguntas al personal de área y al supervisor, dada la insatisfacción del cliente interno como del área mezclado por aumento de desperdicios de tiempo que atañen a los tiempos extra del área de producción.

### **4.1 Diagrama Flujo de proceso**

Con énfasis en entender el flujo del proceso, se ejecutó por medio de la observación y preguntas directas al personal un diagrama de las actividades para el proceso de formado de las tortas de carne para hamburguesa, dado que este es en el que nos comentan que tiene más atrasos, porque casi a diario hay tiempo perdido por la razón de faltantes de materias para producir a tiempo en estas 3 etapas de proceso productivo se denotan 3 principales Mezclado, Molienda y finalmente formado que se detallan a continuación:

Figura 4 Diagrama de flujo de proceso Carnes Ticas S.A.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la ausencia de documentación se creó el anterior diagrama de flujo que se detalla a continuación:

1. Los colaboradores se colocan la indumentaria requerida en el lugar de proceso para empezar sus labores deben colocarse uniforme blanco, malla

anticaída de cabello, guantes de látex o de acero para la corta de la carne o grasas animales, y botas de hule.

2. Configuración de la máquina de mezclado y alistamiento del área de trabajo, los colaboradores barren el área antes de empezar, colocan la maquina mezcladora en el área designada y proceden a ensamblar sus partes, para lo cual se trasladan a bodega a buscar las partes entre las cajas designadas pero no rotuladas, es por eso que en momentos se devuelven a buscar la cuchilla o molde de la etapa correspondiente ya sea quebrado, molienda o afinado de la carne para la cual se usa un molde específico para cada una.
3. Los colaboradores buscan las primeras materias primas para procesarla es ahí donde se dan los primeros tiempos muertos y se notifica si hay algún faltante de algún producto para este procesó y así envían a un chofer a traer o pedir a un proveedor cercano.
4. Mezclado de materias primas se van colocando dentro de la mezcladora los insumos en los tiempos estandarizados que se necesitan para el proceso de molienda y se colocan en los contenedores para ser colocados en el cuarto frio para mantener la red de frio.
5. La configuración de la máquina de molienda y el alistamiento del área de trabajo los colaboradores lavan el área antes de empezar, colocan la maquina Moledora en el área designada y proceden a ensamblar sus partes para lo cual se trasladan a bodega a buscar las partes entre las cajas designadas, pero no rotuladas por tanto en momentos se devuelven a buscar la cuchilla o molde a la etapa correspondiente.
6. En el segundo alistamiento los colaboradores buscan las materias primas para procesarla es ahí donde se dan los tiempos muertos y en ocasiones cuando hay faltante se notifica si hay algún faltante de algún producto para

este procesó y envíen a un chofer a traer o se recurre a pedir a un proveedor cercano.

7. Proceso de molienda para el insumo del proceso de mezclado y en el proceso agregar las materias primas correspondientes a esta etapa si cuentan con la cantidad adecuada (proteína texturizada, agua y polvos agregados).
8. Configuración de la máquina de formado y se hace el alistamiento del área de trabajo los colaboradores lavan el área antes de empezar, colocan la maquina formadora en el área designada y proceden a ensamblar sus partes para lo cual se trasladan a bodega a buscar las partes entre las cajas designadas, pero no correctamente rotuladas por tanto en momentos se devuelven a buscar moldes o saca bocados, tornillos entre otros correspondientes a la torta de carne en producción.
9. En el tercer alistamiento los colaboradores buscan los insumos para procesar el formado de tortas es ahí donde se dan otros tiempos muertos y en ocasiones cuando hay faltante; se notifica al encargado si hay algún faltante de algún producto para este procesó y envíen a un chofer a traer o pedir a un proveedor cercano.
10. Proceso de formado de tortas mediante la maquina formadora Hollymatic super 54 la cual después de todo el proceso anterior procesa la carne mezclada y molido para ser transformada en tortas de distintos tamaños.
11. Luego de formar las tortas son apiladas en columnas de cuatro tortas en bandejas para carritos especiales para ser guardados en el cuarto de frio y pasar al siguiente proceso de empaquetado en paquetes de 8 unidades después a cajas y finalmente la venta del producto.

Al diagramar los pasos de este proceso se destaca en color naranja los procesos en los que se enfocará este análisis de causas, este proceso como se observa en el flujo contiene tres procesos de producción distintos, todos ellos con el área de materias primas en común o bodega; la cual no tiene de manera rotulada las ubicaciones ni las cantidades de inventario.

El departamento de compras trata de tener una cantidad de producto determinado por la observación de la cantidad cuando se pasa por ahí basándose en un criterio empírico, mas no contempla los posibles errores de manejo por parte de los colaboradores, los cuales hacen mal manejo de los recursos con mediciones propias, con caída de producto, o si el propietario llega a incrementar el plan de producción, o si se necesita más producto por el comportamiento propio o calidad de los otros materiales incluyendo demandas cíclicas o por temporadas que al no ser registradas no se contempla la posible escasez en algún producto y los sobre costos añadidos a esta demanda.

## **4.2 Observación Directa**

Tras realizar múltiples visitas de observación a la planta de producción de Carnes Ticas S.A. durante 4 semanas, se logra visualizar con claridad 3 factores, un panorama amplio de los procesos que generan mayor descontento y afectación operativa en la organización.

El primer factor consiste en la frecuente realización de compras reactivas ocasionadas por la detección tardía de faltantes de materias primas. La falta de planificación en las adquisiciones conduce a la realización de compras urgentes, generalmente acompañadas de sobrecostos significativos que impactan la estructura de costos de los productos tal como se puede observar abajo en Figura 7 Evidencia del estado actual sin estandarización materias primas., no solo la falta de orden y estandarización provoca pérdida de tiempos, sino que a su vez provoca obstrucción a la cantidad de las materias por la falta de control dado que no hay un método más que la observación por encima de lo que se tiene en bodegas.

Figura 5 Evidencia estado actual de materias primas.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El segundo factor identificado corresponde a los retrasos y transportes innecesarios que ocurren debido a la búsqueda de partes y materiales dentro de la planta. Esta situación afecta negativamente los horarios laborales, extendiendo las jornadas más allá de lo programado y generando insatisfacción en el personal. Las observaciones realizadas muestran que los operarios interrumpen frecuentemente sus tareas productivas para buscar partes de máquina, repuestos o materiales de apoyo como se ilustra en Figura 6 Evidencia del estado actual sin estandarización partes de máquina.

*Figura 6 Evidencia del estado actual sin estandarización partes de máquina.*



*Fuente: Elaboración propia, 2025.*

El tercer componente del problema se refiere a la existencia de pocos o nulos mecanismos de control y documentación relacionados con la gestión de inventarios como se evidencia en Figura 7 Evidencia del estado actual sin estandarización materias primas.

El análisis inicial permitirá identificar tres determinantes críticos que aparecen de forma continuada en la vida cotidiana de la empresa y de la que se hace eco el área de preparación de las materias primas.

Figura 7 Evidencia del estado actual sin estandarización materias primas.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los mayores factores que se repiten en el día a día de esta empresa en esa área de producción del alistamiento de las materias primas son los abajo mencionados.

1. **Compras reactivas:** se dan paros en producción a falta de materias primas, las cuales se compran de manera reactiva al identificarse el faltante o no se encuentran en la temperatura adecuada para su procesamiento.
2. **Horarios laborales:** Retrasos y transportes innecesarios: por búsquedas de partes y materiales afectando la hora de salida diaria.
3. **Métodos de control:** pocos o nulos mecanismos de control y de documentación.

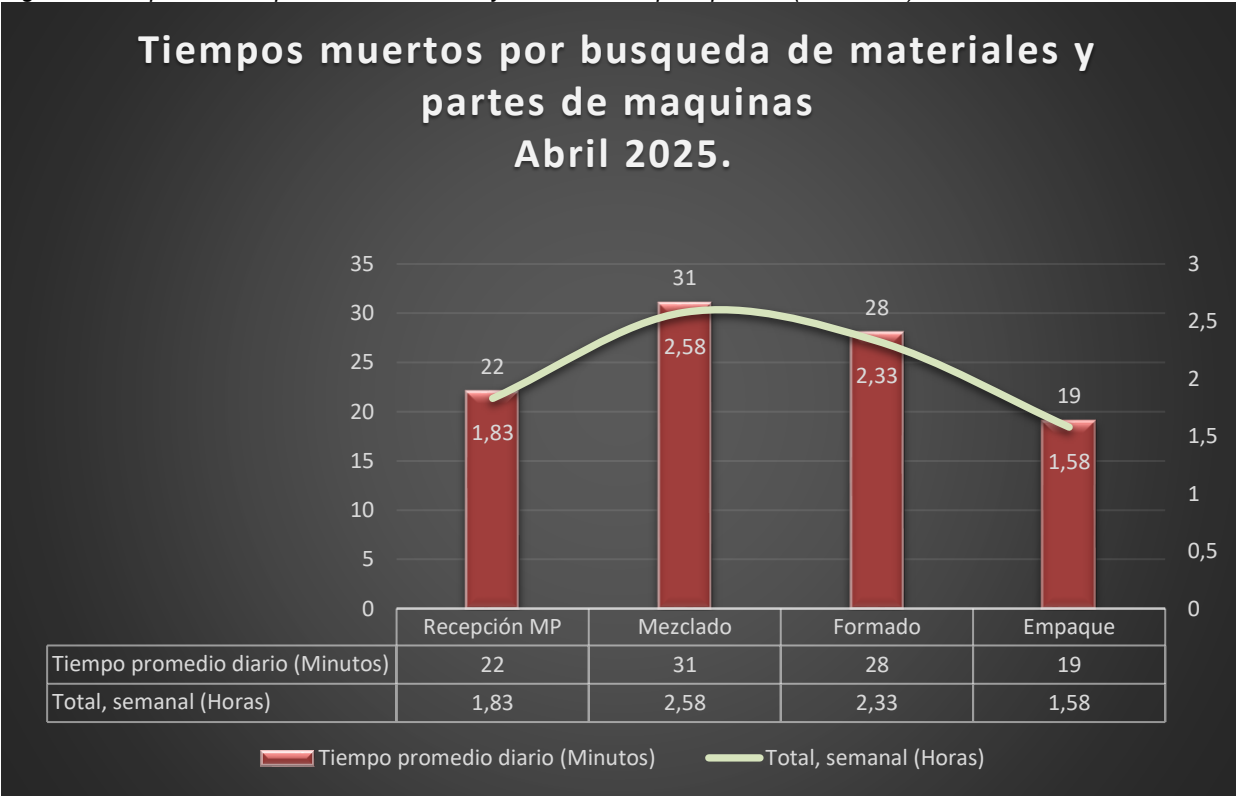
En primer lugar, el primer determinante crítico que hemos identificado hace referencia a la compra reactiva de insumos que es la que se pone en marcha cuando provocamos la falta de materia prima que requiere la producción, es decir, cuando detectamos que no están, no tenemos, las materias primas necesarias para continuar con el abastecimiento de la producción. Esta compra reactiva provoca

paradas en las líneas productivas mientras se preparan y trasladan los insumos suficientes, lo que afecta tanto el funcionamiento normal de la empresa como la capacidad de atender los compromisos adquiridos con los clientes.

La combinación de estos tres factores críticos, por último, integra un problema complejo que afecta a múltiples dimensiones del funcionamiento de Carnes Ticas S.A.

Esta carencia impide el seguimiento sistemático de los niveles de existencias, dificulta la identificación oportuna de necesidades de reabastecimiento y complica la trazabilidad de los materiales a lo largo del proceso productivo. Para dimensionar cuantitativamente el problema, se han identificado dos variables representativas que permiten medir su magnitud e impacto en las operaciones de la empresa, las cuales son: las horas hombre perdidas por estos factores y los sobre costos por compras reactivas.

Figura 8 Tiempos de búsqueda de materiales y herramientas por operario (Abril 2025)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La segmentación por áreas de trabajo revela variaciones significativas en los tiempos de búsqueda, siendo las áreas de mezclado y formado las más afectadas por la desorganización. En estas secciones, la necesidad de localizar condimentos específicos, componentes de máquinas y herramientas de ajuste incrementa considerablemente los tiempos improductivos. Un factor adicional que agrava esta situación es la ausencia de sistemas visuales de identificación y la inexistencia de estándares para la ubicación de elementos, lo que dificulta especialmente la operación cuando se incorpora personal nuevo o cuando se realizan rotaciones entre áreas. La combinación de estas dos variables cuantitativas evidencia un impacto significativo en la productividad global de la empresa, con una pérdida estimada de 16.67 horas-hombre semanales, equivalente al 12.6% del tiempo productivo total disponible. Esta ineficiencia se traduce en costos adicionales, retrasos en entregas y limitaciones para aceptar nuevos pedidos, comprometiendo la competitividad y rentabilidad de la organización. Traducido a términos económicos, considerando un costo promedio por las promediadas horas hora-hombre de aproximadamente ¢2,500 (incluyendo cargas sociales), las pérdidas directas por tiempos improductivos se calcularon con los promediados 25 minutos divididos por los 60 minutos de una hora por los 8 operario por 5 días laborales nos arrojan los costos de tiempos improductivos que ascienden a ¢41,666 semanales o ¢166,666 mensuales. A esto deben sumarse los sobrecostos en compras urgentes, estimados en un promedio de ¢150,000 extra semanales por compras a otros proveedores más cercanos, pero a mayores costos, y el impacto comercial de los retrasos en entregas, difícil de cuantificar, pero con efectos potencialmente más significativos en el mediano y largo plazo. Estos valores representan aproximadamente un 5-7% del margen operativo mensual de la empresa, porcentaje que podría reinvertirse en mejoras productivas o contribuir directamente a incrementar la rentabilidad del negocio.

Figura 9 Sobre costos por compras reactivas.

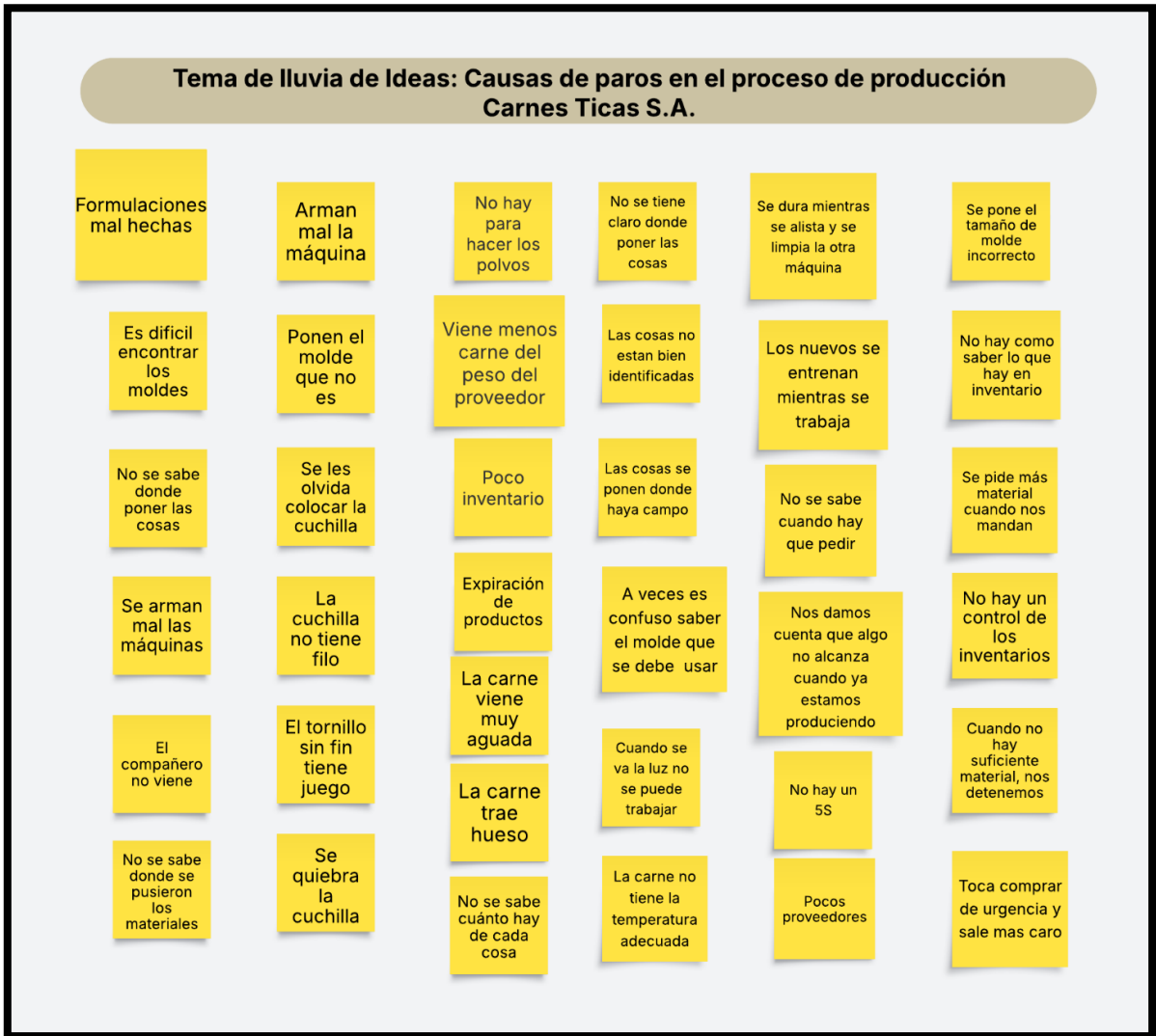


Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 4.3 Lluvia de Ideas

Se llevó a cabo una sesión de “lluvia de ideas” con el personal de la empresa Carnes Ticas S.A., con el objetivo de mencionar las ideas relacionadas a los problemas que se presentan en el proceso de producción que pueden ocasionar un paro en la línea de producción, todo esto desde la experiencia y punto de vista de los trabajadores. En la siguiente figura se ilustran las 37 ideas recopiladas durante la sesión:

Figura 10 Lluvia de ideas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Como resultado de la sinterización de la lluvia de ideas, se logró identificar las causas que podrían estar contribuyendo a los paros en el proceso productivo en Carnes Ticas S.A., siendo las siguientes:

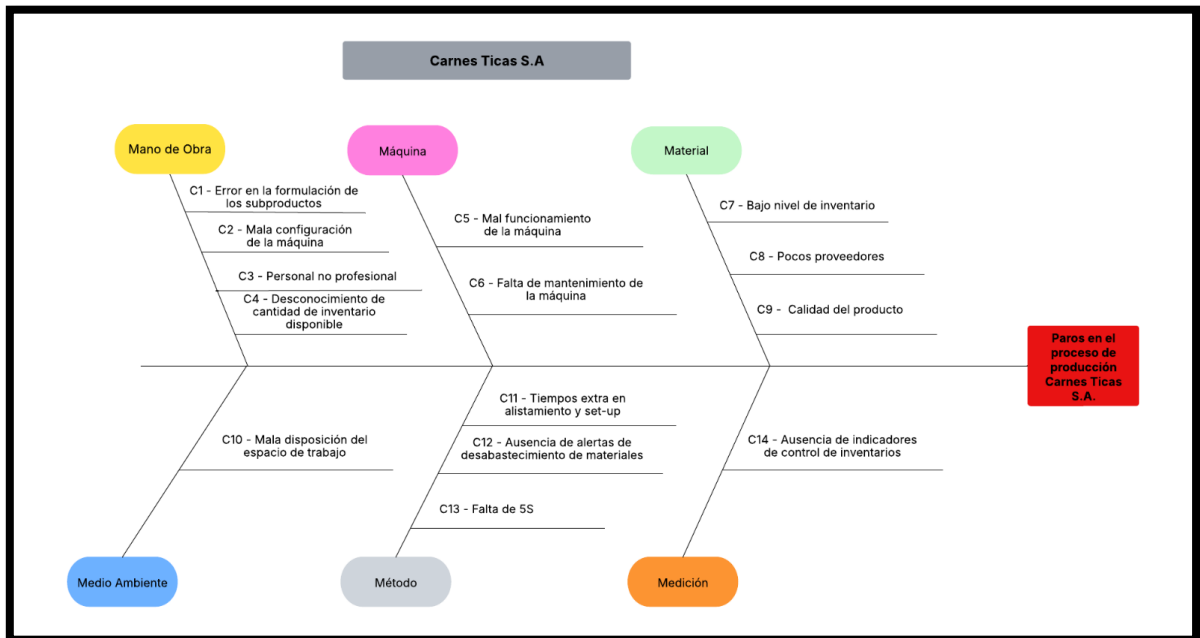
- C1. Error en la formulación de los subproductos.
- C2. Mala configuración de la máquina.
- C3. Personal no profesional.
- C4. Desconocimiento de la cantidad de inventario disponible.

- C5. Mal funcionamiento de la máquina.
- C6. Falta de mantenimiento de la máquina.
- C7. Bajo nivel de inventario.
- C8. Pocos proveedores.
- C9. Calidad del producto.
- C10. Mala disposición del espacio de trabajo.
- C11. Tiempos extra en alistamiento y set-up.
- C12. Ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales.
- C13. Falta de 5S.
- C14. Ausencia de indicadores de control de inventarios.

#### **4.4 Diagrama de Ishikawa**

La herramienta de diagrama de Ishikawa abajo elaborada nos brindó más información de las causas que investigamos junto con los datos obtenidos en la lluvia de ideas la cual fundamentó la Figura 11 Ishikawa Carnes Ticas S.A.:

Figura 11 Ishikawa Carnes Ticas S.A.



Fuente: Elaboración Propia, 2025.

A continuación, se detallará las causas obtenidas bajo este análisis:

- **Mano de Obra**

C1. Error en la formulación de los subproductos: los operarios en ocasiones se equivocan en los pesos de los insumos provocando desabastecimiento por estos fallos, o se les olvida que faltó un componente por ausencia de materia prima en el momento, lo que ocasiona paros en la línea para repesar y agregar lo que faltó.

C2. Mala configuración de la máquina: errores de ensamblaje por la falta de orden en la bodega lo cual provoca continuos traslados para buscar la pieza correcta.

C3. Personal no profesional: este factor incurre en errores por falta de iniciativa, orden, buenas prácticas de documentación, y la recurrencia de desperdicios por descuido.

C4. Desconocimiento de la cantidad de inventario disponible: se limita a empíricamente medir cuanta materia prima poseen y pedir cuando se es meramente urgente, siendo generalmente cuando ocurren

desabastecimientos que se traducen en paros a falta de una metodología o herramienta de pedido.

- **Máquina**

C5. Mal funcionamiento de la máquina: fallas por diseño de la maquina

C6. Falta de mantenimiento de la máquina: no hay un mantenimiento activo ni programado, se compran las partes y se cambian cuando fallan.

- **Material**

C7. Bajo nivel de inventario: el nivel del inventario se ve afectado por los nulos registros de consumo e inventario en la bodega, lo que provoca paros en la producción ya que, para suplir los desabastecimientos se requiere trasladarse al suplidor más próximo que confirme disponibilidad, aunque represente sobre costos dado la urgencia.

C8. Pocos proveedores: considerando la ubicación y los costos, la empresa generalmente maneja solo 2 proveedores de la zona por materia prima. Los cortos de materiales causados por múltiples situaciones en la empresa, actualmente no se consideran, estos posibles impactos se podrían evitar con una herramienta que les contemple un inventario de seguridad.

C9. Calidad del producto: dependencia de los suplidores y sus procesos en los que se cambian sabores o resistencia por sus métodos de manufactura, ocasionando diferencias en el rendimiento de las materias primas, que, para efectos de la producción, representa menos insumos, y tomando como ejemplo la carne, si el proveedor vende la carne con mayores niveles de inyección de agua, la carne no se aprovecha tanto, lo que resulta en una necesidad de comprar mayor cantidad de carne para cumplir con el plan de producción.

- **Medio Ambiente**

C10. Mala disposición del espacio de trabajo: no se tiene un aprovechamiento adecuado y estándar de los espacios, dado que no

se tiene un orden y ubicación específica definida para las partes y las materias primas, esto genera el desorden, y los atrasos en producción, ya que, como se ha mencionado anteriormente, las búsquedas de las partes o materias primas ocasionan atrasos, y desplazamientos innecesarios.

- **Método**

C11. Tiempos extra en alistamiento y set-up: dada la falta de una estandarización, cada empleado busca, analiza y ordena de manera diferente, lo que causa tanto desorden y tiempos perdidos, como molestias y descontento en el ambiente de trabajo por el tiempo incurrido en la búsqueda de piezas y materias primas.

C12. Ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales: no hay alertas ni métodos que notifiquen una necesidad para generar ordenes de compra de materiales, en respuesta a un posible desabastecimiento, por lo que, cuando se ha agotado el inventario, es cuando se activa el proceso de compra, siendo esto, una de las principales causas de paro en la producción.

C13. Falta de 5S: no se cuenta con un sistema de 5S implementado que facilite la estandarización, la organización de los espacios de almacenamiento, y la identificación correspondiente de las partes de las maquinas.

- **Medición**

C14. Ausencia de indicadores de control de inventarios: En este punto se estableció mediante el uso de las anteriores herramientas la falta total de métodos de control en los inventarios, lo que ocasiona en mayor parte, los paros en la producción debido al desabastecimiento de las materias primas.

## 4.5 Análisis Multivoto

Considerando las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa, se realiza una reunión con el personal operativo de la empresa para que generen su votación en cuanto a la frecuencia en que se presentan las causas.

Para realizar la votación es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos, considerando que cada causa sea valorada en una escala de 1 a 5 puntos:

- Siendo una valoración de 5 puntos, cuando la causa siempre está presente.
- Siendo una valoración de 4 puntos, cuando la causa se presenta generalmente.
- Siendo una valoración de 3 puntos, cuando la causa se presenta a veces.
- Siendo una valoración de 2 puntos, cuando significa que la causa se presenta muy pocas veces.
- Siendo una valoración de 1 punto, cuando la causa nunca se presenta.

Para la votación se toma en cuenta la participación de cuatro colaboradores: el gerente de la empresa, el supervisor de producción, el líder de producción y el operario Sr.

En la Tabla 6 Análisis Multivoto, se muestran los resultados de las votaciones, utilizando la Técnica del Multivoto.

*Tabla 6 Análisis Multivoto*

Causas	Votación				Frecuencia
	1	2	3	4	
C14. Ausencia de indicadores de control de inventarios	5	5	5	5	625
C13. Falta de 5S	5	5	5	5	625
C12. Ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales	5	5	5	5	625
C7. Bajo nivel de inventario	5	5	5	5	625
C10. Mala disposición del espacio de trabajo	5	5	5	5	625
C4. Desconocimiento de la cantidad de inventario disponible	5	4	5	5	500
C3. Personal no profesional	5	5	3	3	225
C11. Tiempos extra en alistamiento y set-up	4	4	4	5	320
C2. Mala configuración de la máquina	4	4	4	4	256
C9. Calidad del producto	2	3	2	2	24
C8. Pocos proveedores	2	3	2	2	24

C1. Error en la formulación de los subproductos	2	2	2	2	16
C5. Mal funcionamiento de la máquina	1	1	2	2	4
C6. Falta de mantenimiento de la máquina	1	1	1	1	1

Fuente: *Elaboración propia, 2025.*

Como se muestra en la Tabla 6 Análisis Multivoto, las causas que obtuvieron una mayor votación:

- C4. Desconocimiento de la cantidad de inventario disponible.
- C7. Bajo nivel de inventario.
- C10. Mala disposición del espacio de trabajo.
- C12. Ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales.
- C13. Falta de 5S.
- C14. Ausencia de indicadores de control de inventarios.

## 4.6 Diagrama Pareto

El Diagrama de Pareto desarrollado para este proyecto, ha sido elaborado con base en los resultados del análisis multivoto donde se aplicó de manera referencial el principio 80/20, en la Tabla 7 Detalle Frecuencia Acumulada, se evidencian los porcentajes de participación de las causas:

*Tabla 7 Detalle Frecuencia Acumulada*

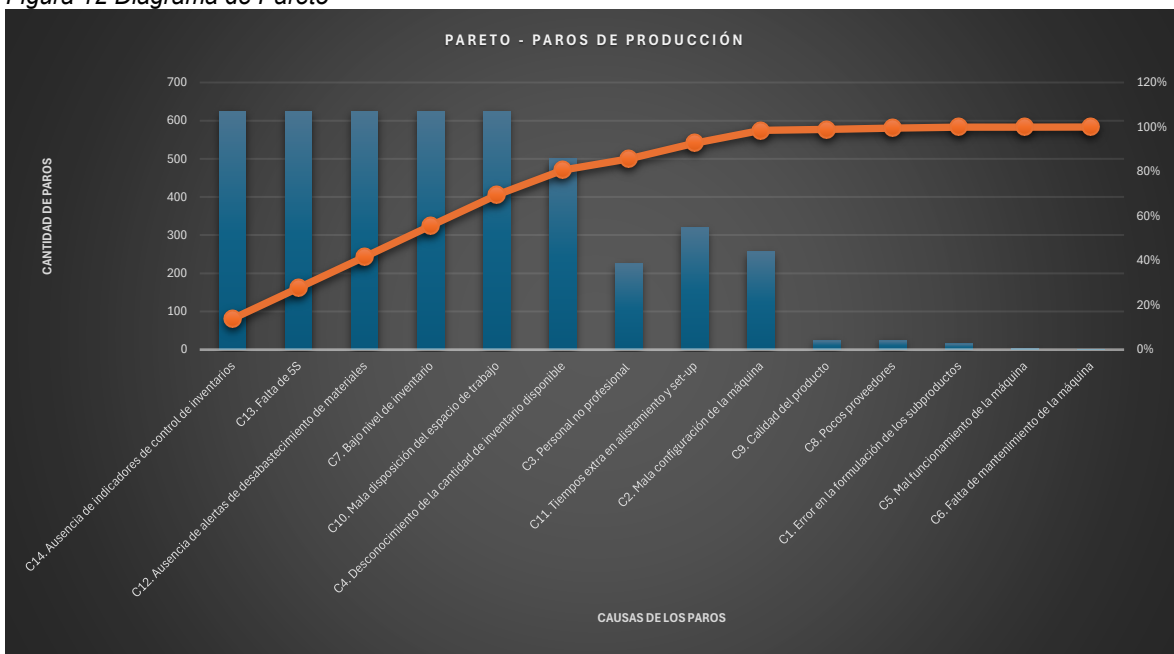
Causas	Frecuencia	Frecuencia	
		%	% Acumulado
C14. Ausencia de indicadores de control de inventarios	625	14%	14%
C13. Falta de 5S	625	14%	28%
C12. Ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales	625	14%	42%
C7. Bajo nivel de inventario	625	14%	56%
C10. Mala disposición del espacio de trabajo	625	14%	70%
C4. Desconocimiento de la cantidad de inventario disponible	500	11%	81%
C3. Personal no profesional	225	5%	86%
C11. Tiempos extra en alistamiento y set-up	320	7%	93%
C2. Mala configuración de la máquina	256	6%	98%
C9. Calidad del producto	24	1%	99%

C8. Pocos proveedores	24	1%	100%
C1. Error en la formulación de los subproductos	16	0%	100%
C5. Mal funcionamiento de la máquina	4	0%	100%
C6. Falta de mantenimiento de la máquina	1	0%	100%

Fuente: *Elaboración propia, 2025.*

La última herramienta que se utilizó está enfocada en el análisis de las causas de este proyecto, se establece así por su enfoque visual en las cualidades cuantitativas de la información obtenida en las anteriores mediciones y causas, datos extraídos de las anteriores cinco herramientas para la búsqueda y análisis de causas que en la siguiente Figura 12 Diagrama de Pareto, se detallan los datos obtenidos de dicha evaluación:

Figura 12 Diagrama de Pareto



Fuente: *Elaboración propia, 2025.*

Las causas que cumplen 81% del impacto en los paros en el proceso de producción en Carnes Ticas S.A., basadas en las frecuencias del Diagrama de Pareto, son:

- C4. Desconocimiento de la cantidad de inventario disponible.
- C7. Bajo nivel de inventario.
- C10. Mala disposición del espacio de trabajo.

- C12. Ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales.
- C13. Falta de 5S.
- C14. Ausencia de indicadores de control de inventarios.

#### 4.6.1 Agrupación de causas relacionadas:

Se identifica una similitud conceptual entre las causas resultantes en el Pareto, por lo que, se determina la necesidad de clasificar las causas como método de agrupación, y con la intención de facilitar el análisis y la implementación de las soluciones respectivas, el resultado de esta clasificación se muestra en la Tabla 8 Clasificación de las causas:

*Tabla 8 Clasificación de las causas*

Descripción de las causas	Clasificación de las causas
C4. Desconocimiento de la cantidad de inventario disponible.	Falta de control de inventarios
C7. Bajo nivel de inventario.	Falta de control de inventarios
C10. Mala disposición del espacio de trabajo.	Falta de un sistema de 5s
C12. Ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales.	Falta de control de inventarios
C13. Falta de 5S.	Falta de un sistema de 5s
C14. Ausencia de indicadores de control de inventarios.	Falta de control de inventarios

*Fuente: Elaboración propia, 2025.*

- Falta de control de inventarios: en esta clasificación, se contemplan las principales causas de los paros debido a C4. desconocimiento de la cantidad de inventario disponible ya que como se ha compartido en esta investigación, el conocimiento es empírico; C7 bajo nivel de inventario; C12 ausencia de alertas de desabastecimiento de materiales y C14 ausencia de indicadores de control de inventarios.
- Falta de un sistema de 5s: en relación con el orden y la estandarización, se agrupan en una misma categoría, las causas C10 Mala disposición del espacio de trabajo y la C13 falta de 5S.

## **4.7 5 por qué 's**

Después del desarrollo de las anteriores herramientas para análisis de las causas y la priorización y agrupación de estas, se lleva a cabo una evaluación por medio del método de los 5 porqués para fundamentar las causas raíz de las 2 clasificaciones de causas seleccionadas.

### **4.7.1 Falta de control de inventarios.**

**1. ¿Por qué ocurren los paros de producción?**

Porque, no se cuenta con el material necesario.

**2. ¿Por qué no se cuenta con el material necesario?**

Porque, muchas veces se acaba mientras estamos produciendo.

**3. ¿Por qué se dan cuenta hasta que se está produciendo?**

Porque, no hay como saber cuánto hay realmente y cuándo pedir más.

**4. ¿Por qué no se sabe cuándo y cuánto pedir?**

Porque, no se ha establecido un sistema de control de inventarios, ni se cuentan con alertas.

**5. ¿Por qué no hay un sistema de control de inventario ni de alertas?**

Porque, no se ha evaluado el impacto en los costos y los paros de la producción, además de no contar con el conocimiento para crear esta herramienta.

### **4.7.2 Falta de un sistema de 5s**

**1. ¿Por qué ocurren los tiempos muertos?**

Porque no se ubican fácil los materiales o partes.

**2. ¿Por qué no se ubican el material necesario?**

Porque están guardados en bodega y depende de quién lo guarda, lo acomoda en una ubicación diferente.

**3. ¿Por qué se acomodan los materiales piezas o materias primas en diferente lugar?**

Porque no hay un lugar preestablecido, ni una estandarización.

**4. ¿Por qué no se ha creado un lugar preestablecido ni estándar?**

Porque no se ha establecido un sistema de orden o colocación de las distintas partes o materias primas estándar.

**5. ¿Por qué no hay un sistema de orden estandarización?**

Porque no se cuenta con el conocimiento ni la iniciativa para hacer un 5S.

#### **4.8 Conclusiones de la situación actual**

- En conclusión a la lluvia de ideas, se logra evidenciar que el problema de los paros en las líneas de producción en la empresa Carnes Ticas S.A., se debe a 2 causas principales, donde en 15 notas se presentan síntomas por la falta de estandarización e identificación de los espacios y ubicaciones tanto de las partes de las máquinas, como de las materias primas, que resultan en tiempos muertos para el proceso de producción; se evidencia en 11 notas, los síntomas de la ausencia de mecanismos de control de inventarios que permitan una correcta compra de materias primas, logrando tener al tiempo y en las cantidades requeridas el material para la producción.
- Después de usar la herramienta de diagrama de Ishikawa se destacan en varias de sus ramas mano de obra, material y método, la reaparición de las causas de fallas por la ausencia del control de los inventarios de las materias primas como de la falta de estandarización de los espacios y especificación de ubicaciones.
- Con el objetivo de priorizar las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa y enfocar los esfuerzos en las soluciones a las causas principales,

se evaluó junto con el personal operativo de la empresa, la frecuencia con la que cada causa se presenta, y mediante una puntuación se identifica la concurrencia y afectación por medio del diagrama de Pareto en el cual, se introducen las causas más recurrentes y se hace un conteo de las apariciones para finalmente establecer el porcentaje de afectación y su implicación.

- Se identifica una relación conceptual entre las 6 principales causas destacadas en el Diagrama de Pareto, que afectan en un 81% la situación de la empresa en cuanto a los paros en el proceso de producción, por lo que, luego de realizar una agrupación, se determina que los paros de la producción en la empresa Carnes Ticas S.A., se deben a la falta de control de inventarios y a la falta de un sistema de 5s.
- Finalmente, al utilizar la metodología de los “5 Por que” para las 2 causas principales, se evidencia como la problemática actual de los paros en el proceso de producción en Carnes Ticas S.A., se podría ver mejorada con la implementación de una herramienta para el control de las materias primas, como con la implementación de un sistema de 5S, estas dos soluciones no se han llevado a cabo por parte del personal de la empresa, dado que no cuentan con el conocimiento para desarrollarlas ni implementarlas.

## **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.**

Utilizando la herramienta de lluvia de ideas se recopilan las posibles opciones para solucionar las causas que en el capítulo anterior se definieron, después del análisis realizado las causas a solventar son:

1. Falta de control de inventarios.
2. Falta de un sistema de 5s.

Es por este método que se busca identificar tanto las ideas de la empresa en cuanto a su conocimiento sobre las posibles soluciones, como los posibles escenarios resultantes del aporte técnico del estudiante, donde estos se evaluarán en este capítulo para su posterior desarrollo.

### **5.1 Soluciones para la falta de control de inventarios**

#### **5.1.1 Lluvia de ideas para falta de control de inventarios**

Se llevo a cabo una sesión de trabajo grupal con el equipo administrativo compuesto por el gerente y el supervisor de la empresa Carnes Ticas S.A. con el objetivo de proponer las eventuales soluciones para la falta de control de inventarios, las cuales se pueden ver en la imagen Figura 13 Lluvia de ideas soluciones para la falta de control de inventarios.

Figura 13 Lluvia de ideas soluciones para la falta de control de inventarios



Fuente: Carnes Ticas, 2025

Las ideas obtenidas en la imagen anterior se describen abajo para su mayor entendimiento de la siguiente manera:

- S1- Uso de pizarra para apuntar el inventario en bodega.
- S2- Adquisición de una inteligencia Artificial.
- S3- Usar aplicación de internet para calcular inventario de seguridad.
- S4- Crear una tabla en pizarra con los inventarios entrantes.
- S5- Crear Indicadores y check list.
- S6- Comprar planificador digital que lleve nivel de inventario.
- S7- Crear una Herramienta de Excel.
- S8- Capacitación de Excel para supervisor y líder.
- S9- Capacitación sobre inventarios para supervisor.
- S10- Adquirir un ERP.

En relación con la lluvia de ideas realizada se explica con detalle en palabras más amplias lo que se propuso luego de entender las necesidades a solventar y buscar

de qué manera ingeniosa y creativa afrontar las carencias de la empresa Carnes Ticas S.A.

Se detallan a continuación las soluciones obtenidas:

S1- Uso de pizarra para apuntar el inventario en bodega: El objetivo de esta propuesta de solución se centra en usar la pizarra que se encuentra en el área de recepción de materias para poder llevar un registro de los materiales ingresados y así tener una idea del inventario en bodega.

S2- Adquisición de una inteligencia Artificial: El objetivo de esta propuesta de solución es buscar que de una inteligencia artificial mediante la compra de una Alexa con la cual les pueda indicar cuanto inventario se tiene y que envíe señales al celular de cuándo y cuanto comprar como un registro diario tanto al inicio como al final del día para cuantificar las cantidades de materia prima para evitar compras reactivas.

S3- Usar aplicación de internet para calcular inventario de seguridad: se propone utilizar una herramienta digital para saber calcular la proporción referente al inventario de seguridad en internet.

S4- Crear una tabla en pizarra con los inventarios entrantes: Se propone colocar una tabla en la pizarra para poder apuntar los cambios en el inventario para entender cuando se está quedando sin productos para pedir más.

S5- Crear Indicadores y check list: se propone la necesidad de la creación de indicadores mediante Excel para medir la efectividad de los cambios y con unas hojas de papel hacer auditorias por medio de listas de chequeo para medir materiales de la bodega y meter los datos a Excel para tabularlos.

S6- Comprar planificador digital que lleve nivel de inventario: la propuesta se entrelaza con la anterior propuesta de calcular puntos de reorden en las materias primas mediante la compra de un calendario digital para tener presente los niveles de inventario actuales.

S7- Crear una Herramienta de Excel: Propuesta de solución estudiantil que resume las anteriores propuestas de solución mediante la creación de una herramienta de Excel capaz de realizar todas las anteriores soluciones en una sola y aplicando varios de los conceptos aprendidos en los cursos de carrera.

S8- Capacitación de Excel para supervisor y líder: La propuesta propone pagar una capacitación al supervisor encargado de producción para que pueda el crear una herramienta para las tareas de inventario.

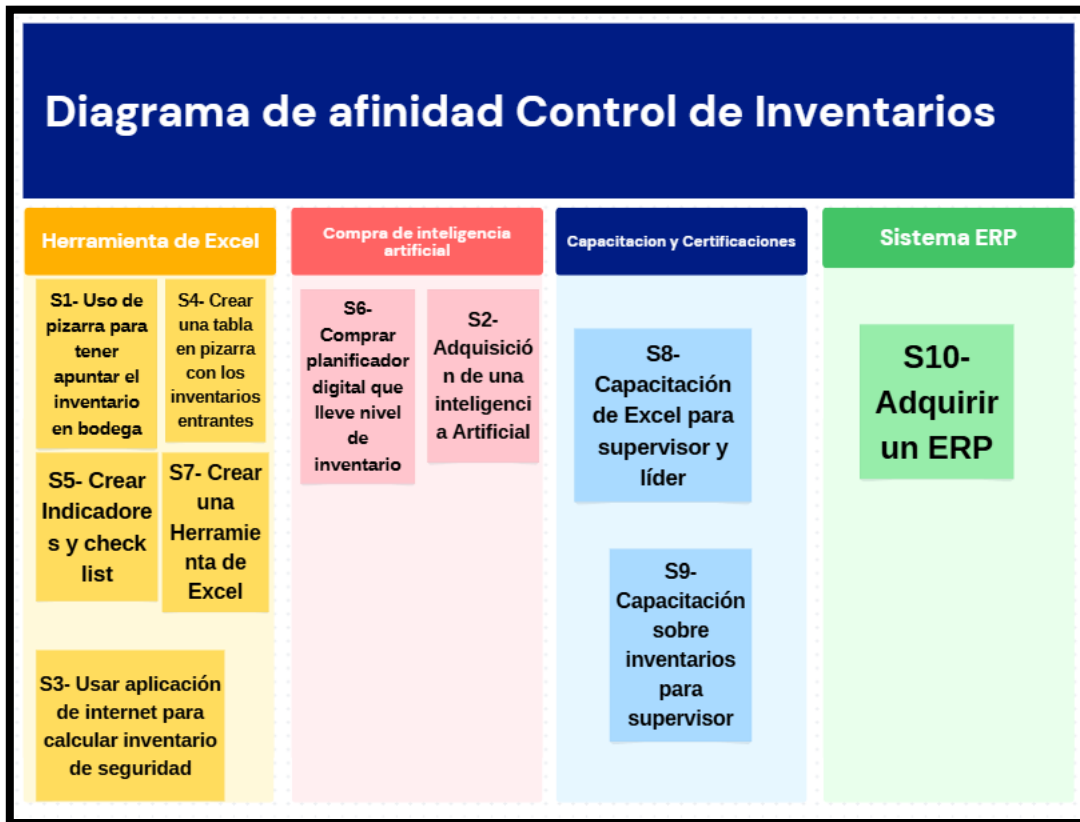
S9- Capacitación sobre inventarios para supervisor: La propuesta propone pagar una capacitación al supervisor encargado de producción para que pueda el crear una herramienta para las tareas de inventario en conjunto con la capacitación de Excel.

S10- Adquirir un ERP: Se propuso la compra de un ERP más básico de menor costo tipo SAP que cumpla con las necesidades de la empresa.

### **5.1.2 Diagrama de Afinidad**

Con el fin de reducir las opciones repetidas en la lluvia de ideas se decide utilizar un diagrama de afinidad con el cual se determinó las tres soluciones centrales para establecer cuál sería la opción que mayor beneficio y con menor costos les traería según la imagen Figura 14 Diagrama de afinidad Control de Inventarios soluciones

Figura 14 Diagrama de afinidad Control de Inventarios soluciones



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En esta herramienta se sintetizaron las ideas para dar paso a la posible solución de la lluvia de idea que se engloban en 4 soluciones principales, de las cuales se pretenden distinguir la viabilidad con herramientas ingenieriles que nos permita identificar su beneficio contra su costo o tiempo de implementación, dado que esta es una pequeña empresa local y su capacidad de inversión según se nos indica se encuentra bastante limitada, dado a una actual inversión de cambio en sus cuartos de frío y una ampliación del área de producción.

Tabla 9 Costo de solución

Solución	Propuestas afines	Costo en colones	Duración
Herramienta de Excel	S1, S3, S4, S5, S7	Otorgado por el estudiante sin costo	1 Semana
Capacitación Excel	S8	359,040 colones (IVA incluido)	4 Meses
Capacitación Inventario	S9	161,160 colones (IVA incluido)	1 Semana
Sistema ERP	S10	4,545,000	1 Mes
Cozyla Calendar 2	S6	476,720	10 Días
Alexa echo show 21	S2	305,020	10 Días

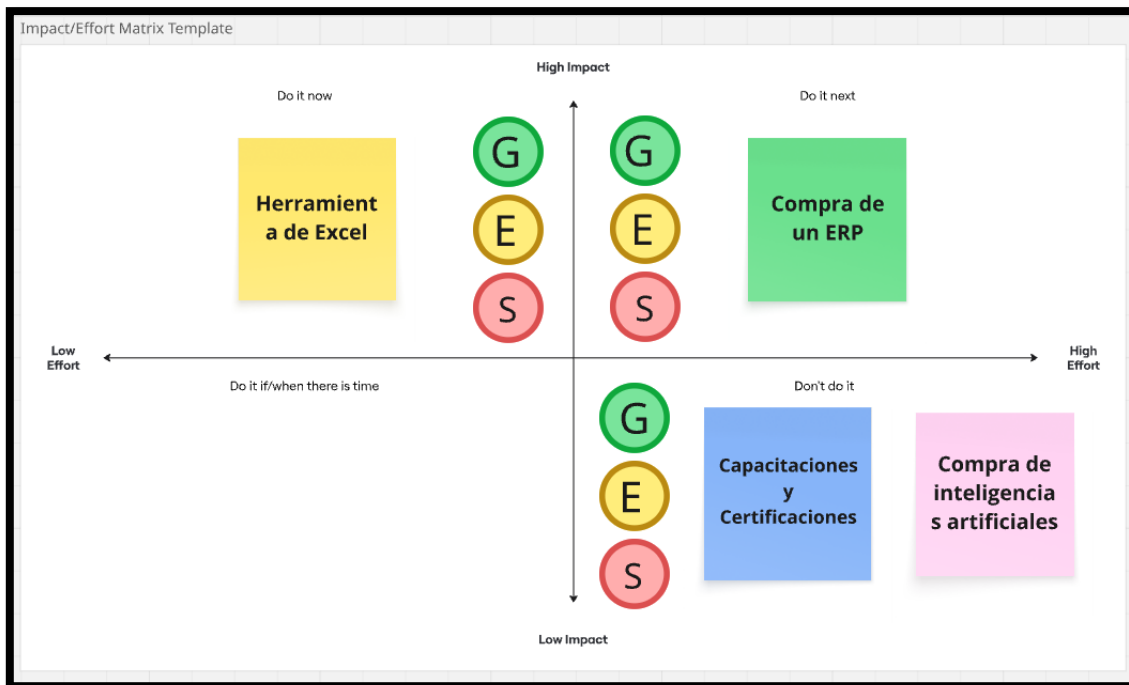
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tomando en cuenta los datos anteriores de la Tabla 9 Costo de solución se toma una decisión mas acertada ahora entendiendo la variable cuantitativa de estas.

### 5.1.3 Matriz de Esfuerzo-Impacto

Como método para evaluar el valor de cada solución propuesta después de resumirlas mediante el diagrama de afinidad y así minimizar las posibles (opciones repetitivas), se emplea la siguiente herramienta guía, para enfocar los esfuerzos de nuestro proceso de diseño de la solución, esto por medio de la matriz de impacto y esfuerzo en la cual también se realiza una votación del cuadrante decidido, donde se colocan las opciones o propuestas de solución anteriores, dicha actividad se divide mediante los círculos de colores en el cual Verde es la decisión del gerente de la compañía, Amarillo la votación del estudiante y Rojo el color del voto del supervisor.

Figura 15 Matriz de Esfuerzo-Impacto para Inventarios



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El resultado de dicha medición por enfoque cualitativo también tomando en cuenta los costos de las soluciones propuestas que incluye una votación por parte de los 3 actores o participantes de la matriz de impacto/esfuerzo y del Diagrama de afinidad nos enrumba en la dirección de la solución final que les brinde mayor impacto con el menor esfuerzo posible por parte de esta microempresa y así se detallan abajo los resultados.

#### HIGH EFFORT/LOW IMPACT

En este cuadrante se colocó la propuesta de solución que se refiere al pago de certificaciones al supervisor que tienen menor impacto, pero un alto esfuerzo para la empresa y al problema que se le está intentando dar solución, dado su individualidad y riesgo, en este se requiere de tiempo del supervisor y la Empresa para que pueda ir el a las capacitaciones más el esfuerzo económico y el riesgo recae en un recurso que podría moverse de la compañía en cualquier momento y llevarse ese conocimiento o inclusive no entender lo enseñado correctamente y aplicarlo de manera deficiente.

También encontramos la solución de compra de una inteligencia artificial cual resume dos de las anteriores soluciones como lo son la compra de una Alexa o de un planeador digital como Cozyly Calendario digital + 2

#### HIGH EFFORT/HIGH IMPACT

Este espacio del cuadrante se llenó con la solución propuesta de un sistema de ERP y nos invita a pensar en las posibilidades a futuro para la empresa carnes ticas S.A. dado que el esfuerzo es alto al igual que la recompensa sin embargo se enfoca en las empresas con mayor poder económico y con mayores recursos para la capacitación del personal, en este caso el adquirir un sistema de ERP como lo es SAP o como seria buscar en el mercado un ERP más económico es una posible

solución futura dados los altos costos asociados y el involucramiento en la organización que se debe poseer para los tiempos de entrenamiento que requiere. Costo un informe de softwarepath sobre ERP mostró que el presupuesto promedio por usuario es de \$9,000. Considerando el número de usuarios y los gastos adicionales, una implementación de ERP puede costar entre \$150,000 y \$750,000 para una empresa mediana.

#### LOW EFFORT/LOW IMPACT

En este cuadrante no cayo ninguna de las anteriores opciones o propuestas dado a que solo había tres posibles soluciones las cuales se colocaron en los otros cuadrantes,

#### LOW EFFORT/HIGH IMPACT

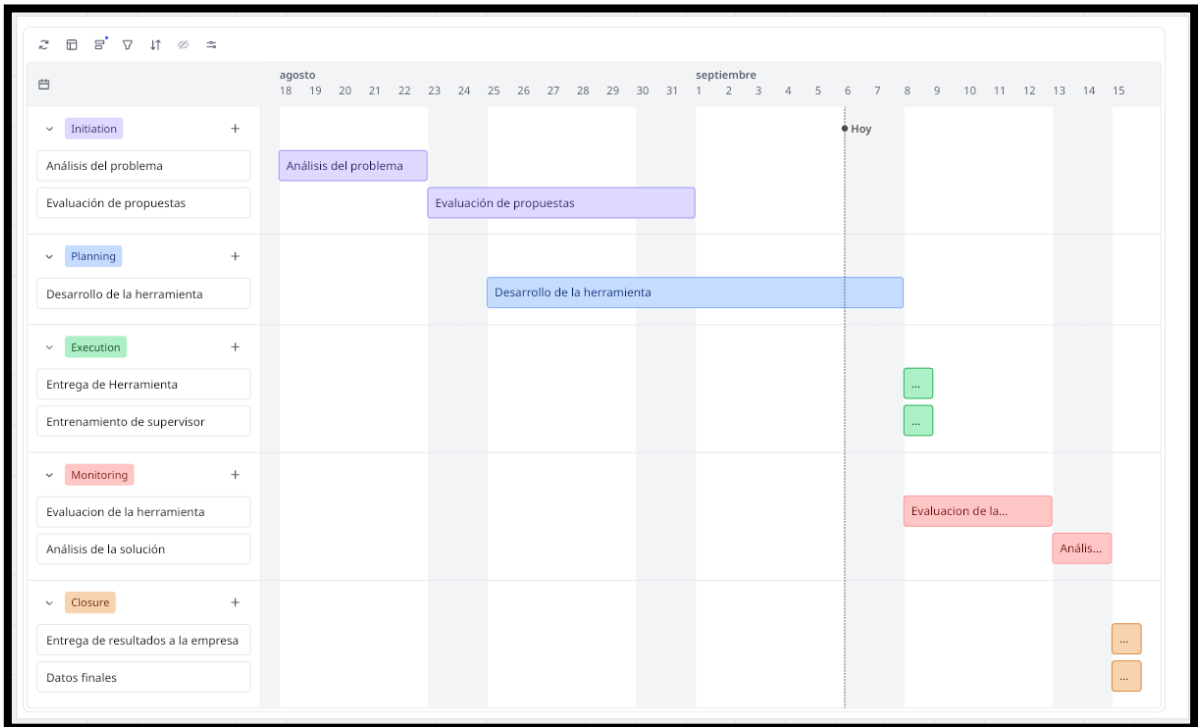
Para la solución de la herramienta de Excel el apartado de bajo esfuerzo, pero con una alta recompensa también conocido como el “solo hazlo” por su alto valor en los procesos y el impacto positivo y probable al menor costo de tiempo, esfuerzo y dinero para la organización será la solución escogida tanto por la matriz como por las votaciones de los involucrados que resume también todas las otras soluciones propuestas en el diagrama de afinidad que resumió estas en una sola solución.

Dando como decisión final la herramienta de Excel que el estudiante les proveería, la solución que se entregara en el proyecto.

#### **5.1.4 GANTT CONTROL DE INVENTARIOS**

En el apartado de la propuesta de implementación se propone un plan piloto para la herramienta en la semana de 08 de setiembre del 2025 hasta el 12 de setiembre del 2025 para evaluar su impacto en las compras en la imagen abajo adjunta se

puede notar el paso del tiempo para llegar al punto de entregar la herramienta a la organización y se detalla lo propuesto.



Para las mejoras propuestas por aplicar comprenden:

#### Inicio

- Análisis del problema
- Evaluación de propuestas.

#### Planear

- Desarrollo de la Herramienta

#### Ejecución

- Entrega de la herramienta
- Entrenamiento de supervisor

#### Monitoreo

- Piloto de la herramienta
- Análisis del impacto

#### Cierre

- Entrega de resultados
- Datos finales en tesis

### **5.1.5 Diseño de la solución para la falta de control de Inventarios**

Para el desarrollo de la herramienta en Excel, se recopilan la lista de requerimientos que se deben cumplir para considerar exitosa la propuesta, siendo las siguientes las funciones principales:

- Registrar lista de materias primas, sus unidades de medida, LT (lead time), Demanda esperada.
- Calcular SS.
- Calcular ROP.
- Actualizar inventario disponible de materias primas.
- Brindar estado del inventario de materias primas.
- Brindar señales de compra para evitar desabastecimiento.
- Indicar cantidades de compra de materias primas.

En la Tabla 10 Requerimientos Herramienta Inventarios, se detalla la relación entre el requerimiento de la herramienta, la función desarrollada en la herramienta, en que parte de la herramienta se cubre ese requerimiento, en que apartado del Manual de Usuario de la herramienta se puede observar, y la responsabilidad del usuario.

Tabla 10 Requerimientos Herramienta Inventarios

Requerimiento del Usuario	Descripción del requerimiento	Función de la herramienta	Estructura de la herramienta	Instrucción del Manual de Usuario	Responsabilidad del usuario
Registrar materiales	Se requiere que la herramienta tenga la funcionalidad para llevar un registro de la lista de materias primas.	La herramienta permite registrar las materias primas, indicando sus unidades de medida, LT (lead time), demanda, periodo de consumo y requiere que se indique el nivel de servicio esperado ya que es un elemento necesario para el cálculo del SS.	Se encuentra en la sección de materiales, Excel Sheet "Lista Materiales"	Sección 3: Hoja "Lista Materiales". Página # 4	El usuario es responsable de agregar nuevos materiales, según corresponda, y de mantener la base de datos actualizada.
Calcular SS	Se requiere que la herramienta tenga la funcionalidad de calcular el SS para cada material	La herramienta calcula el SS para cada elemento, siempre y cuando cada línea tenga los elementos requeridos para el cálculo del SS, como lo es los LTs, las demandas, y el nivel de servicio esperado	Se encuentra en la sección de materiales, Excel Sheet "Lista Materiales"	Sección 3.2 Fórmulas. Página # 7	El usuario es responsable de agregar los elementos requeridos para el cálculo del SS, como lo es los LTs, las demandas, y el nivel de servicio esperado
Calcular ROP	Se requiere que la herramienta tenga la funcionalidad de calcular ROP	La herramienta calcula el ROP para cada elemento, siempre y cuando cada línea tenga los elementos requeridos para el cálculo del ROP, como los elementos para calcular el SS, LT y la demanda.	Se encuentra en la sección de materiales, Excel Sheet "Lista Materiales"	Sección 3.2 Fórmulas. Página # 7	El usuario es responsable de agregar los elementos requeridos para el cálculo del ROP, como lo son los elementos para calcular el SS, el LT y la demanda.

Requerimiento del Usuario	Descripción del requerimiento	Función de la herramienta	Estructura de la herramienta	Instrucción del Manual de Usuario	Responsabilidad del usuario
Actualizar inventario	Se requiere que la herramienta tenga la funcionalidad de actualizar inventario disponible de materias primas.	La herramienta permite ingresar el inventario de un nuevo material, o actualizar el inventario de un material que ya se encuentre en la base de datos.	Se encuentra en la sección de Inventario, Excel Sheet "Inventario"	Sección 4.2 Actualizar Inventario Página # 11	El usuario es responsable de agregar inventario a nuevos materiales o actualizar el inventario de materiales que ya se encuentren en la base de datos.
Estado del inventario	Se requiere que la herramienta tenga la funcionalidad de brindar estado del inventario de materias primas.	La herramienta permite una visualización por medio de colores y opciones de filtrado entre los estados del inventario, de igual manera, la herramienta tiene la función de calcular la cobertura de un inventario considerando el consumo proyectado.	Se encuentra en la sección de Inventario, Excel Sheet "Inventario"	Sección 4.1 Análisis del Inventario Página # 9	El usuario es responsable de interpretar los estados del inventario, y completar el análisis y acciones en cuanto a comprar más material.
Brindar señales de compra	Se requiere que la herramienta tenga la funcionalidad de brindar señales de compra para evitar desabastecimiento.	La herramienta permite una visualización por medio de colores y opciones de filtrado entre los estados del inventario indicando de acuerdo con el nivel del inventario contra el target del ROP, si se requiere comprar más material.	Se encuentra en la sección de Inventario, Excel Sheet "Inventario"	Sección 4.1 Análisis del Inventario Página # 9	El usuario es responsable de interpretar los estados del inventario, y completar el análisis y acciones en cuanto a comprar más material.

Requerimiento del Usuario	Descripción del requerimiento	Función de la herramienta	Estructura de la herramienta	Instrucción del Manual de Usuario	Responsabilidad del usuario
Indicar cantidades de compra	Se requiere que la herramienta tenga la funcionalidad de indicar cantidades de compra de materias primas.	La herramienta indica la cantidad de material a comprar por periodo, de acuerdo con las demandas/consumos esperados.	Se encuentra en la sección de plan de compra, Excel Sheet "PlanCompra"	Sección 5 Hoja "Plan Compra" Pagina # 12	El usuario es responsable de seleccionar el material al que requiere calcular el plan de compra e indicar las demandas/consumos esperados.

Fuente: *Elaboración propia, 2025.*

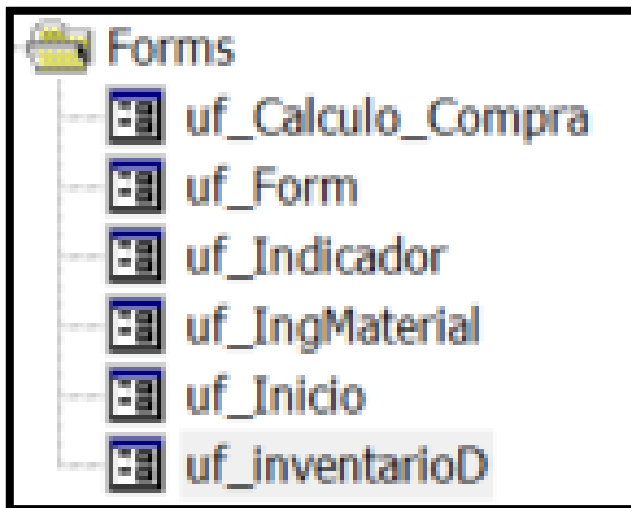
Para la elaboración de la herramienta se hace uso de los siguientes instrumentos en Excel: UserForms en Visual Basic, Tablas, Formulas, Formatos condicionales, Tablas Dinámicas y Gráficos Dinámicos.

#### 5.1.5.1 UserForms en Visual Basic

Se utilizaron los UserForm para generar los formularios personalizados que se requieren para obtener la información por parte del usuario dentro de la aplicación de Microsoft Office – Excel, esto mediante el Editor de Visual Basic que es donde se trabajó el código de cada UserForm.

Se desarrollan los UserForms que se muestra en la siguiente Figura 16 UserForms Herramienta Inventarios:

Figura 16 UserForms Herramienta Inventarios



Fuente: Elaboración propia, 2025.

- **uf\_Calculo\_Compra:** Este formulario se desarrolla con el propósito de calcular la cantidad a comprar del material que el usuario seleccione, considerando las entradas de demanda/consumo que el usuario indique, el inventario inicial, el SS y el ROP previamente calculado.

- **uf\_Form:** Este formulario es de visualización únicamente, muestra una ilustración de cómo se componen las fórmulas de SS & ROP.
- **uf\_Indicador:** Este formulario se desarrolla con el objetivo de registrar los eventos de compras reactivas, indicando por parte del usuario la fecha de la compra, el material impactado y el gasto de la compra.
- **uf\_IngMaterial:** Este formulario se desarrolla con el objetivo de alimentar o actualizar la base de datos de las materias primas, indicando por parte del usuario final, los valores de los campos del formulario.
- **uf\_Inicio:** Este formulario es de navegación entre las hojas/secciones de la herramienta, cuenta con botones para acceder a las diferentes partes del Excel.
- **uf\_inventarioD:** Este formulario se desarrolla con el objetivo de alimentar o actualizar la base de datos de los inventarios de las materias primas.

En la siguiente Figura 17: Ejemplo UserForm y Código en Visual Basic, se ilustra un ejemplo de cómo se trabajaron los UserForm para esta herramienta, usando campos de texto para que el usuario indique libremente los valores en el formulario para cada campo, o por medio de comboBox, que es una opción de selección de valores predeterminados por parte del usuario, se puede observar a la derecha de la imagen, parte del código que se utilizó en este UserForm, donde adicionalmente, cada botón tiene una línea de código para la ejecución, o se referencias comandos definidos en la sección de módulos, como lo es el caso del botón de “Ingresar”, que tiene el comando de ejecutar el módulo "Ingresar\_Material".

Figura 17: Ejemplo UserForm y Código en Visual Basic

The screenshot displays the Microsoft Visual Basic for Applications environment. On the left, the Project Explorer shows a project named 'VBAProject' with several forms and modules. The Properties window shows the properties for a 'cbo\_SL' ComboBox. The main area shows a UserForm titled 'INGRESO DEL MATERIAL AL SISTEMA' with the following fields and controls:

- Material: Text box
- Descripción del Material: Text box
- Categoría: Dropdown menu
- Unidad de Consumo: Dropdown menu
- Período de Consumo: Dropdown menu
- Demanda Esperada: Text box
- Demanda Máxima: Text box
- Lead Time Proveedor 1: Text box
- Lead Time Proveedor 2: Text box
- Nivel de Servicio: Spinner control
- Ingresar: Button
- Salir: Button

The code window on the right shows the following VBA code:

```

Private Sub btn_IngresarM_Click()
'Llamar al procedimiento de ingreso de material
Run ("Ingresar_Material")

    Me.txt_Material = ""
    Me.txt_Descripcion = ""
    Me.cbo_Categoria = ""
    Me.cbo_UoM = ""
    Me.cbo_PC = ""
    Me.txt_DP_AN = ""
    Me.txt_DP_AC = ""
    Me.txt_LT_AN = ""
    Me.txt_LT_AC = ""
    Me.cbo_SL = ""

    MsgBox "Se ha ingresado un nuevo material"

    Unload Me
End Sub

Private Sub btn_Salir_Click()
'Procedimiento para salir de la ventana inmediata
Unload Me
End Sub

Private Sub UserForm_Activate()
Me.Height = 428 ' Reemplaza 200 con el alto deseado
Me.Width = 500 ' Reemplaza 300 con el ancho deseado
End Sub
    
```

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

### 5.1.5.2 Tablas en Excel

Se utilizaron el formato Tablas para las tablas en Excel ya que permiten mantener formatos, y formulas al agregar nuevas líneas, permitiendo una mejor organización y claridad de los datos.

En esta herramienta se crearon las siguientes tablas:

- **Table\_Materiales:** Se crea para generar y mantener una base de datos de los materiales, y continuar las fórmulas para el cálculo del SS y del ROP.
- **TableInventario:** Se crea para generar y mantener una base de datos de los inventarios de los materiales, y continuar las fórmulas para el cálculo de la cobertura y del análisis del inventario, así como la posibilidad de traer datos de otras tablas por medio de VLOOKUP.
- **Table\_Indicadores:** Se crea para generar y mantener una base de datos de los eventos de las compras reactivas, que alimenta el grafico dinámico “Indicador de Compras Reactivas”

### 5.1.5.3 Formulas en Excel

Se utilizaron formulas en Excel para permitir los cálculos de la herramienta de una forma más sencilla, sin involucrar código en Visual Basic. Estas son las fórmulas implementadas:

- **VLOOKUP:** se utilizó esta fórmula para traer campos de data de una tabla a otra, de manera que el usuario solo deba ingresarla una vez, y no en varios formularios.

Ejemplo: “=VLOOKUP([@Material];'Lista Materiales'!E:K;5;FALSE)”

- **SS:** se desarrolló la fórmula para calcular el SS para cada material con el objetivo de ser considerado posteriormente en el plan de compra.

Ejemplo: “=ROUNDUP((IF([@[Nivel de Servicio]]=90;1,28;(IF([@[Nivel de Servicio]]=95;1,64;2,33))))\*STDEV.P(Table\_Materiales[@[LT Proveedor 1]:[LT Proveedor 2]])\*(AVERAGE(Table\_Materiales[@[Demanda esperada]:[Demanda maxima]]));0)”

- **ROP:** se desarrolló la fórmula para calcular el ROP para cada material con el objetivo de ser considerado posteriormente en el análisis del inventario.

Ejemplo: “=ROUNDUP([@[SS ]]+[@[LT Proveedor 1]]\*([@[Demanda esperada]]/5);0)”

- **Cobertura:** se desarrolló la fórmula para calcular la cobertura del inventario actual que indica el usuario, para de una manera sencilla identificar cuantos periodos se tienen cubiertos con el inventario disponible.

Ejemplo: “=CONCAT("Cobertura para ";ROUNDOWN([@[Cantidad Disponible (KG)]]/[@[Demanda por Periodo]];0); IF([@[Periodo de Consumo]]="Semanal";" Semana(s)";IF([@[Periodo de Consumo]]="Mensual";" Mes(es)";IF([@[Periodo de Consumo]]="Trimestral";" Trimestre(s)";IF([@[Periodo de Consumo]]="Semestral";" Sememestre(s)";IF([@[Periodo de Consumo]]="Anual";" A;o(s)";" Dia(s)")))))))”

- **Análisis del Inventario:** se desarrolló la fórmula para determinar el estado del inventario disponible en comparación al ROP establecido previamente, con el objetivo de indicar si se debe comprar mas material o no.

Ejemplo: “=IF([@[Cantidad Disponible (KG)]]>[@ROP];"Por encima del ROP";IF([@[Cantidad Disponible (KG)]]=0;"No hay inventario disponible, ver Plan de Compra";IF([@[Cantidad Disponible (KG)]]=[@ROP];"Por encima del ROP";"Por debajo del ROP, ver Plan de Compra")))”

- **Inventario Inicial:** se desarrolló la fórmula para determinar el inventario inicial del periodo.

Ejemplo: “= El inventario final del periodo pasado”

- **ROP evaluación:** se desarrolló la fórmula para determinar si el inventario disponible es suficiente o si se debe comprar mas material para ese periodo, comparando el ROP.

Ejemplo: “=IF(Inventario disponible<ROP;"Comprar";"OK")”

- **Plan de Compra:** se desarrolló la fórmula para determinar la cantidad a comprar por periodo.

Ejemplo: “=IF((Inv Inicial – SS – Demanda/Consumo)<ROP;( Inv Inicial – SS – Demanda/Consumo);0)”

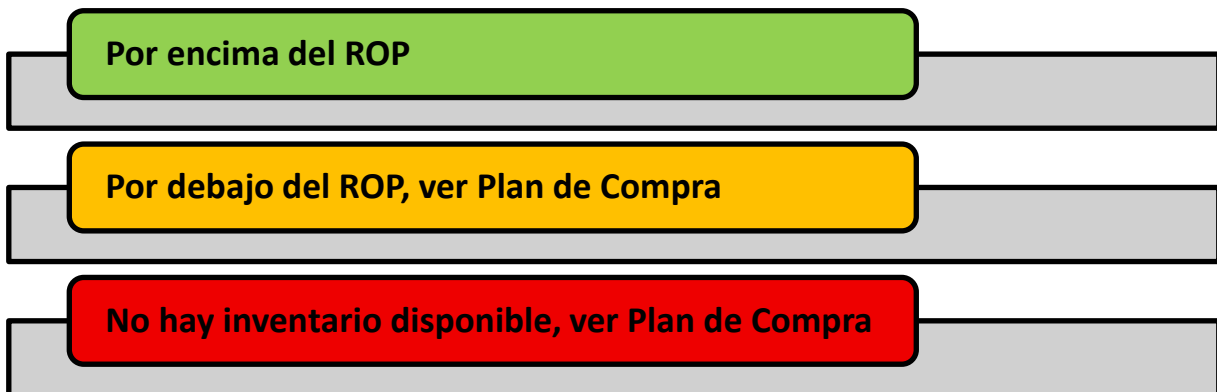
- **Inventario Final:** se desarrolló la fórmula para determinar la cantidad del inventario final del periodo.

Ejemplo: “=Inv Inicial - – Demanda/Consumo + Compra”

#### 5.1.5.4 Formatos Condicionales en Excel

Esta herramienta se ha utilizado ya que permite de una manera visual comprender el estado del inventario, se utilizó en el análisis del inventario funcionando de la siguiente forma tipo semáforo: indicando color verde los materiales cuyo inventario inicial sea mayor al ROP, amarillo a los que tienen inventario disponible, pero es inferior al ROP, y rojo a los materiales que del todo no poseen inventario disponible, como se muestra en las siguientes dos figuras:

Figura 18 Colores Análisis de Inventario



Fuente: Elaboración Propia, 2025.

Figura 19 Tabla Inventario con formato condicional

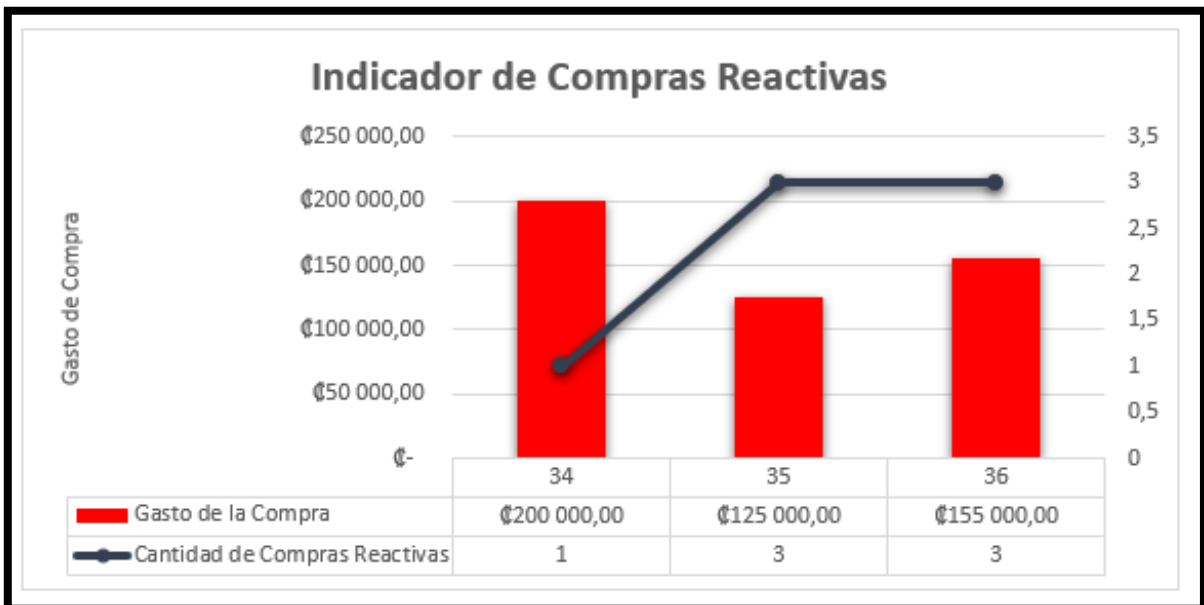
Material	Unidad de Consumo	Período de Consumo	Demanda por Período	Cantidad Disponible (KG)	Cobertura	ROP	Analisis de Inventario
Carne de res	KG	Semanal	500	600	Cobertura para 1 Semana(s)	328	Por encima del ROP
Grasa de res	KG	Semanal	200	10	Cobertura para 0 Semana(s)	132	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Proteína texturizada	KG	Semanal	300	50	Cobertura para 0 Semana(s)	591	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Condimento	KG	Semanal	25	0	Cobertura para 0 Semana(s)	33	No hay inventario disponible, ver Plan de Compra
Polvo 1	KG	Semanal	100	10	Cobertura para 0 Semana(s)	66	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 2	KG	Semanal	100	20	Cobertura para 0 Semana(s)	66	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 3	KG	Semanal	25	10	Cobertura para 0 Semana(s)	17	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 4	KG	Semanal	50	10	Cobertura para 0 Semana(s)	33	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Agregado 1	KG	Semanal	1	5	Cobertura para 5 Semana(s)	1	Por encima del ROP
Agregado 2	KG	Semanal	2	10	Cobertura para 5 Semana(s)	2	Por encima del ROP
Agregado 3	KG	Semanal	1	10	Cobertura para 10 Semana(s)	1	Por encima del ROP
Agregado 4	KG	Semanal	1	5	Cobertura para 5 Semana(s)	1	Por encima del ROP

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

### 5.1.5.5 Tablas Dinámicas y Gráficos Dinámicos en Excel

Se utilizó la función de tablas y gráficos dinámicos en la sección de indicadores, con el objetivo de evidenciar gráficamente la tendencia de las compras reactivas, ya que se espera que, con la implementación de esta herramienta, las compras reactivas sean reducidas significativamente, la Figura 20 Ejemplo de Grafico Dinámico muestra la gráfica utilizada con la información previa a la implementación.

Figura 20 Ejemplo de Grafico Dinámico

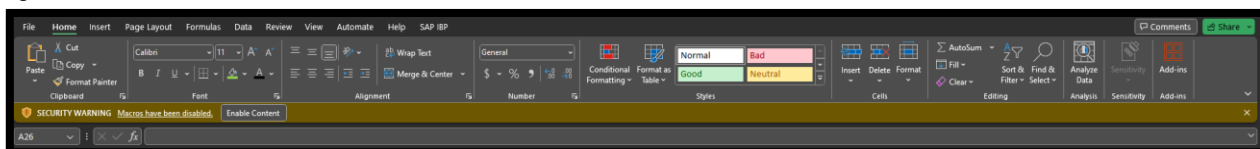


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## 5.1.6 Herramienta para el control de inventarios CARNES TICAS S.A

El primer paso para usar esta herramienta es al momento en el que se abre el archivo, se debe habilitar la opción de Macros, esto se logra dando “click” en la opción que dice “Enable Content”/”Habilitar Contenido”.

Figura 21 Habilitar Contenido



### 5.1.6.1 Pantalla principal

Figura 22 Página principal Herramienta Inventarios



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El menú de Inicio permite navegar entre las Hojas de la herramienta: Lista de Materias Primas, Detalle del Inventario, Plan de Compra e Indicadores; como también la opción de salir.

Figura 23 Menú principal Herramienta Inventarios



Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 5.1.6.2 Hoja “Lista Materiales”

En esta Hoja del Excel se ingresan y se registran las materias primas a monitorear o a las que se les requiere generar un plan de compra posteriormente.

Se genera una base de datos de las materias primas, la misma se ilustra en la siguiente figura:

Figura 24 Base de Datos de Materias Primas

Material	Descripción de material	Categoría	Unidad de Consumo	Período de Consumo	Demanda esperada	Demanda máxima	LT Proveedor 1	LT Proveedor 2	Nivel de Servicio	SS	ROP
Carne de res	Carne Animal	Formado	KG	Semanal	500	525	2	1	90	328	528
Grasa de res	Grasa animal	Formado	KG	Semanal	200	210	3	2	90	132	252
Proteína texturizada	Proteína	Formado	KG	Semanal	300	315	4	1	90	591	831
Agua	H2O	Formado	KG	Semanal	400	420	0	0	90	0	0
Condimento	saborizante especias	Formado	KG	Semanal	25	26.25	3	1	90	33	48
Polvo 1	Material agregado	Formado	KG	Semanal	100	105	2	1	90	66	106
Polvo 2	Material agregado	Formado	KG	Semanal	100	105	2	1	90	66	106
Polvo 3	Material agregado	Formado	KG	Semanal	25	26.25	2	1	90	17	27
Polvo 4	Material agregado	Formado	KG	Semanal	50	52.5	3	2	90	33	63
Agregado 1	Material agregado	Formado	KG	Semanal	1	1.05	2	1	90	1	2
Agregado 2	Material agregado	Formado	KG	Semanal	2	2.1	2	1	90	2	3
Agregado 3	Material agregado	Formado	KG	Semanal	1	1.05	2	3	90	1	2

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la tabla que funciona como base de datos se recopilan los siguientes campos que se muestran en la siguiente figura:

Figura 25 Campos Base de Datos Materias Primas

<b>Material</b> El nombre de la materia prima.	<b>Descripción de material</b> Mas detalle de la materia prima.	<b>Categoría</b> Classificacion del tipo de materia prima. Se tiene una lista estandar de opciones
<b>Unidad de Consumo</b> La unidad de medida que se usa para medir el consumo. Se tiene una lista estandar de opciones	<b>Periodo de Consumo</b> La frecuencia que se utiliza para medir el consumo de la materia prima. Se tiene una lista estandar de opciones	<b>Demanda esperada</b> El consumo mas probable de la materia prima.
<b>Demanda maxima</b> El consumo maximo esperado considerando la capacidad maxima de produccion.	<b>LT Proveedor 1</b> El tiempo de abastecimiento esperado para proveedor 1	<b>LT Proveedor 2</b> El tiempo de abastecimiento esperado para proveedor 2
<b>Nivel de Servicio</b> El nivel esperado de servicio.	<b>SS</b> Inventario de Seguridad. Es un campo calculado.	<b>ROP</b> Punto de Reorden. Es un campo calculado.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Las opciones en esta hoja se muestran en la siguiente figura:

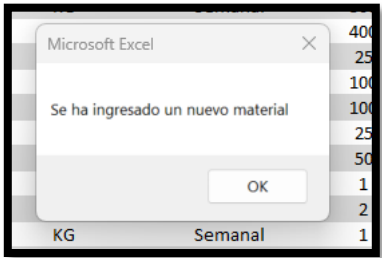
Figura 26 Opciones Sheet "Lista Materiales"



Fuente: Elaboración propia, 2025.



Figura 28 Mensaje "Se ha ingresado un nuevo material"

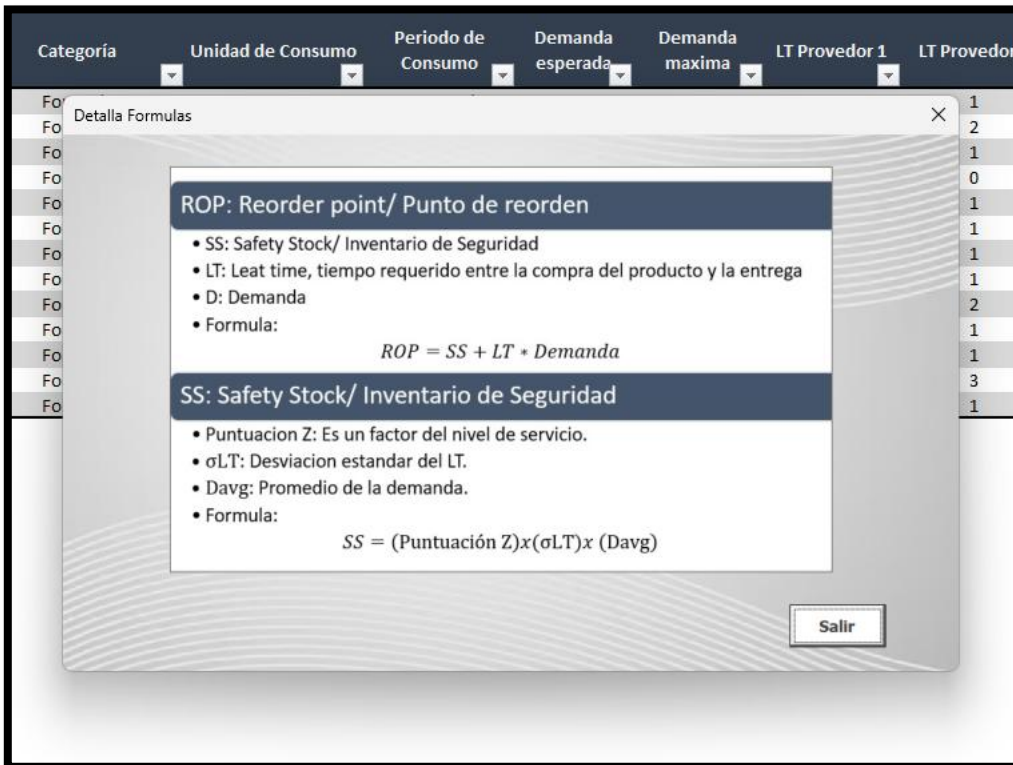


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Fórmulas

Esta opción permite tener más detalle de las fórmulas usadas para calcular los medios para el manejo de inventario de SS y ROP, y como se componen, como se observa en la siguiente figura, para salir de esta ventana, seleccione el botón de "Salir".

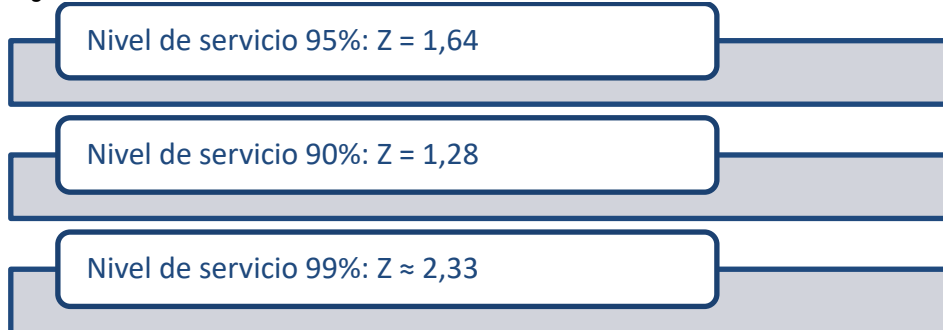
Figura 29 Detalle Formulas SS & ROP



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La puntuación Z, o factor de servicio depende del nivel de servicio deseado como se muestra en la siguiente figura, a mayor nivel de servicio, mayor será la cantidad de inventario de seguridad.

Figura 30 Nivel de Servicio & Factor de Servicio



Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 5.1.6.3 Hoja “Inventario”

Las opciones en esta hoja se muestran en la en la siguiente figura:

Figura 31 Opciones Hoja "inventario"



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En esta Hoja del Excel se agrega o actualiza el inventario actual para los materiales previamente agregados a la herramienta en la Hoja de “Lista Materiales”, se puede evidenciar la cobertura del inventario disponible y el estado del inventario, considerando el referente del ROP como se muestra en la siguiente figura:

Figura 32 Análisis de Inventario

Material	Unidad de Consumo	Período de Consumo	Demanda por Período	Cantidad Disponible (KG)	Cobertura	ROP	Análisis de Inventario
Carne de res	KG	Semanal	500	600	Cobertura para 1 Semana(s)	328	Por encima del ROP
Grasa de res	KG	Semanal	200	10	Cobertura para 0 Semana(s)	132	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Proteína texturizada	KG	Semanal	300	50	Cobertura para 0 Semana(s)	591	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Condimento	KG	Semanal	25	0	Cobertura para 0 Semana(s)	33	No hay inventario disponible, ver Plan de Compra
Polvo 1	KG	Semanal	100	10	Cobertura para 0 Semana(s)	66	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 2	KG	Semanal	100	20	Cobertura para 0 Semana(s)	66	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 3	KG	Semanal	25	10	Cobertura para 0 Semana(s)	17	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 4	KG	Semanal	50	10	Cobertura para 0 Semana(s)	33	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Agregado 1	KG	Semanal	1	5	Cobertura para 5 Semana(s)	1	Por encima del ROP
Agregado 2	KG	Semanal	2	10	Cobertura para 5 Semana(s)	2	Por encima del ROP
Agregado 3	KG	Semanal	1	10	Cobertura para 10 Semana(s)	1	Por encima del ROP

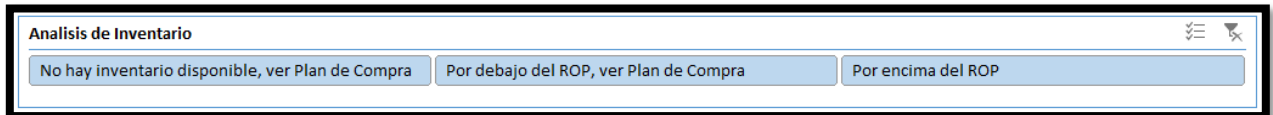
Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Análisis del Inventario

Dependiendo de la cantidad de inventario disponible y del valor definido para el ROP, se analiza el estado del inventario, donde se pueden tener 3 posibles escenarios. Usando los filtros que se muestra en la siguiente figura, se puede enfocar en los materiales más críticos:

- No hay inventario disponible.
- Por debajo del ROP.

Figura 33 Estado del Inventario



Fuente: Elaboración propia, 2025.

### Por encima del ROP

En esta categoría van a encontrarse los materiales, cuyo inventario actual es mayor al valor del ROP, como se muestra en la siguiente figura, no se requiere comprar más inventario para estos materiales.

Figura 34 Materiales con inventario mayor al ROP

Material	Unidad de Consumo	Periodo de Consumo	Demanda por Periodo	Cantidad Disponible (KG)	Cobertura	ROP	Analisis de Inventario
Carne de res	KG	Semanal	500	600	Cobertura para 1 Semana(s)	328	Por encima del ROP
Agregado 1	KG	Semanal	1	5	Cobertura para 5 Semana(s)	1	Por encima del ROP
Agregado 2	KG	Semanal	2	10	Cobertura para 5 Semana(s)	2	Por encima del ROP
Agregado 3	KG	Semanal	1	10	Cobertura para 10 Semana(s)	1	Por encima del ROP

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Por debajo del ROP

En esta categoría van a encontrarse los materiales, cuyo inventario actual es menor al valor del ROP, como se muestra en la siguiente figura, se requiere comprar más inventario para estos materiales.

Figura 35 Materiales con inventario menor al ROP

Material	Unidad de Consumo	Periodo de Consumo	Demanda por Periodo	Cantidad Disponible (KG)	Cobertura	ROP	Analisis de Inventario
Grasa de res	KG	Semanal	200	10	Cobertura para 0 Semana(s)	132	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Proteina texturizada	KG	Semanal	300	50	Cobertura para 0 Semana(s)	591	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 1	KG	Semanal	100	10	Cobertura para 0 Semana(s)	66	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 2	KG	Semanal	100	20	Cobertura para 0 Semana(s)	66	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 3	KG	Semanal	25	10	Cobertura para 0 Semana(s)	17	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra
Polvo 4	KG	Semanal	50	10	Cobertura para 0 Semana(s)	33	Por debajo del ROP, ver Plan de Compra

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## No hay inventario disponible

En esta categoría van a encontrarse los materiales, que no cuentan con inventario disponible, como se muestra en la siguiente figura, se requiere comprar inventario para estos materiales.

Figura 36 Materiales sin inventario disponible

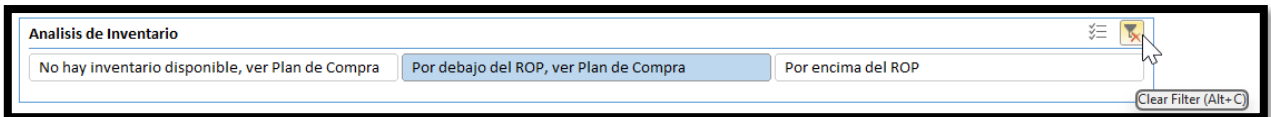
The screenshot shows the 'Análisis de Inventario' window with three filter buttons: 'No hay inventario disponible, ver Plan de Compra' (highlighted), 'Por debajo del ROP, ver Plan de Compra', and 'Por encima del ROP'. Below the filters is a table with the following data:

Material	Unidad de	Periodo de	Demanda por	Cantidad	Cobertura	ROP	Análisis de Inventario
	Consumo	Consumo	Periodo	Disponibles (KG)			
Condimento	KG	Semanal	25	0	Cobertura para 0 Semana(s)	33	No hay inventario disponible, ver Plan de Compra

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Para volver a ver todas las líneas de la tabla, se debe remover los filtros del “Análisis de Inventario”, como se observa en Figura 37 Ejemplo de eliminar filtros en "Análisis de Inventario"

Figura 37 Ejemplo de eliminar filtros en "Análisis de Inventario"

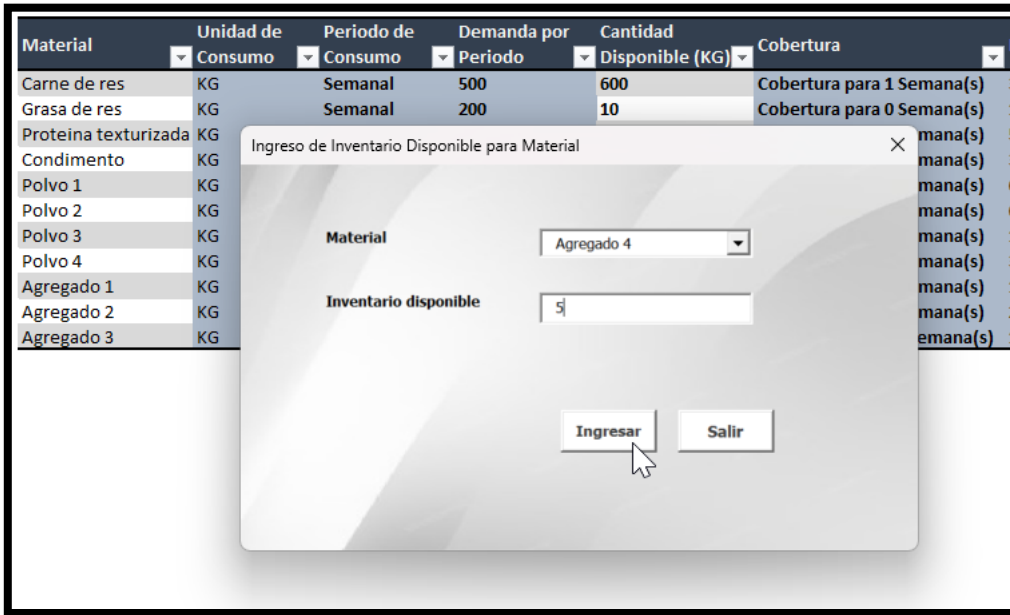


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Actualizar Inventario

Para la actualización del inventario disponible, se selecciona el botón de “Actualizar Inventario” y de la lista desplegable, se elige el material al cual se la va a actualizar el inventario y la cantidad disponible de inventario, como se muestra en la siguiente figura:

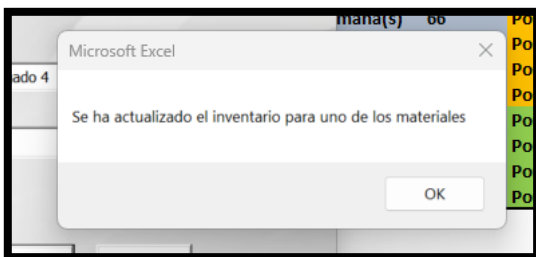
Figura 38 Ingreso o actualización de Inventario



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Una vez se tiene seleccionado el material, se agrega la cantidad disponible del inventario y se da click en el botón de "Ingresar", la herramienta despliega un mensaje indicando que se ha actualizado el inventario para uno de los materiales, como se muestra en la siguiente figura, para continuar con el Excel, se debe dar "click" en la opción de "Ok".

Figura 39 Mensaje "Se ha actualizado el inventario para uno de los materiales"



Fuente: Elaboración propia, 2025.

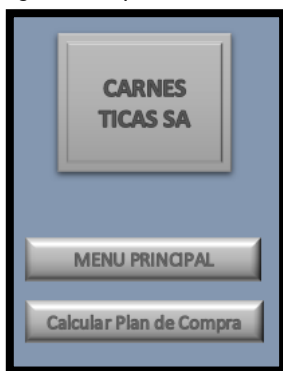
## Menú Principal

El botón de “Menú Principal” despliega el mismo menú del botón de “Inicio”, para moverse entre las hojas de la herramienta.

### 5.1.6.4 Hoja “Plan Compra”

Las opciones en esta hoja se muestran en la siguiente figura:

Figura 40 Opciones Sheet " PlanCompra"



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Calcular Plan de Compra

En esta Hoja del Excel se genera el plan de compra del material a elegir, primeramente, se debe dar “click” en el botón “Calcular Plan de Compra”, una vez se despliega el menú se debe hacer el ingreso de las demandas/consumos esperados para los próximos cuatro periodos, y posterior, se debe dar “click” en el botón “Calcular”. Como se muestra en la siguiente figura:

Figura 41 Calcular Plan de Compra



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la fila “Plan de Compra”, se evidencian las cantidades a comprar por periodo, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 42 Ejemplo Plan de Compra

Material	Grasa de res	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4
Inventario Inicial		10	132	132	132
Inventario de Seguridad		132	132	132	132
ROP		252	252	252	252
ROP Evaluacion	Comprar	Comprar	Comprar	Comprar	Comprar
<b>Plan de Compra</b>		<b>322</b>	<b>225</b>	<b>200</b>	<b>225</b>
Consumo		200	225	200	225
Inventario Final		132	132	132	132

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La herramienta completará el análisis para determinar el Plan de Compra, siendo la línea que se define como “Plan de Compra”.

### 5.1.6.5 Hoja “Indicadores”

Las opciones en esta hoja se muestran en la siguiente figura:

Figura 43 Opciones Sheet "Indicadores"



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Agregar Línea

Con la opción de agregar línea, se puede registrar una compra reactiva realizada, con el objetivo de medir el monto invertido y la recurrencia por semana.

Dando "click" al botón de "Agregar Línea", se despliega el menú para llenar los siguientes campos:

- Fecha de la compra. Es muy importante indicar la fecha en el formato de Mes/Día/Año.
- El material que se compró.
- Valor de la compra, el gasto que se destinó a esa compra.
- Comentarios, si fuese necesario brindar detalle de la compra.

En la siguiente figura, se ilustra un ejemplo del formulario que se debe completar para agregar la línea, donde una vez completados los campos, se debe dar "click" en la opción de "Ingresar".

Figura 44 Ejemplo de registro de Compra

Registro de Indicadores

Fecha de la compra: 9/6/25  
Use este formato: Mes/Dia/Año

Material: Proteina texturizada

Valor de la compra: 25000

Comentarios: Prueba

Ingresar Salir

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la siguiente figura, se ilustra la base de datos de compras reactivas pasadas, y la línea de prueba que se ha agregado.

Figura 45 Base de Datos Compras Reactivas

Fecha	Semana	Mes	Material	Valor de la Compra	Comentarios
Wednesday, August 20, 2025	34	8	Carne de res	200,000.00	Compra reactiva pasada
Tuesday, August 26, 2025	35	8	Grasa de res	80,000.00	Compra reactiva pasada
Friday, August 29, 2025	35	8	Polvo 2	25,000.00	Compra reactiva pasada
Friday, August 29, 2025	35	8	Polvo 4	20,000.00	Compra reactiva pasada
Monday, September 1, 2025	36	9	Carne de res	100,000.00	Compra reactiva pasada
Thursday, September 4, 2025	36	9	Condimento	30,000.00	Compra reactiva pasada
Saturday, September 6, 2025	36	9	Proteina texturizada	25,000.00	Prueba

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La herramienta, al ingresar nuevas líneas, actualiza un gráfico donde se evidencian los resultados del indicador de compras reactivas, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 46 Grafico Indicador Compras Reactivas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

### 5.1.7 Evaluación de la herramienta - Piloto

El diseño de la herramienta se realizó en Microsoft Excel, el cual permite gestionar hojas de cálculo Utilizando fórmulas, por medio de diseños, reglas y muchas más funciones, las cuales definitivamente fueron de utilidad para Carnes Ticas S.A. Adicionalmente se realizó una capacitación al usuario o personal que estará a cargo del uso de la herramienta como lo es el supervisor al cual se le brindo el entrenamiento y también el manual de usuario, se consideró en conjunto a la gerencia el establecer un total de medio día para la ejecución de la capacitación considerando poder realizar el ingreso de materiales y demás datos actuales del inventario.

El valor de la propuesta no está determinado en costos para la empresa dado que es otorgada por parte del estudiante como gratificación por el tiempo y datos que se le ofrecieron para la realización de este proyecto la solución será puesta en práctica la semana del 08 al 12 de setiembre del 2025 como un plan piloto que brindará los posibles datos de mejora.

Para garantizar la sostenibilidad de la solución en el tiempo se implementa como indicador, la cantidad de compras reactivas por mes, se establece una meta de = 0 compras reactivas por periodo; el resultado de utilizar la herramienta del 08 de

setiembre al 12 de setiembre del 2025 como parte de la prueba piloto ha sido, una única compra reactiva por un monto de 30 mil colones como se observa en la Figura 47 Resultado prueba piloto.

Figura 47 Resultado prueba piloto



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Este resultado provee un beneficio económico de 120 mil colones semanales solo en la primera semana de implementación, es pertinente indicar que la compra reactiva llevada a cabo en la semana 37 más específicamente el día 08 de Setiembre mientras se realizaba el ingreso de los inventarios en la herramienta surgió la alerta de 0 inventario disponible para uno de los materiales que de hecho se requería para ese día, por lo cual el supervisor procedió a ejecutar una compra reactiva de urgencia gracias a esa alerta y no como era la normalidad antes de la herramienta que se daban cuenta hasta el momento del alistamiento de materiales para la etapa de mezclado.

Si se proyecta esta mejora al nivel mensual, el beneficio podría llegar a ser desde 480 mil colones (considerando la compra del 08 de setiembre) hasta el total de 600 mil colones (si se aísla la compra del 08 de setiembre) y cuando se logre compensar la curva de aprendizaje y adaptación de la herramienta como parte del

proceso de control de inventarios en la empresa Carnes Ticas S.A., porcentualmente la mejora obtenida equivale al 80% del anterior gasto mensual.

## 5.2 Soluciones para la falta de un sistema de 5s

### 5.2.1 Lluvia de ideas para falta de un sistema de 5s

Se llevo a cabo una sesión de trabajo grupal con el equipo administrativo compuesto por el gerente y el supervisor de la empresa Carnes Ticas S.A. con el objetivo de proponer las eventuales soluciones para la falta de control de inventarios, las cuales se pueden ver en la imagen.

Tema de lluvia de ideas: Soluciones para la falta de Sistema de 5s Carnes Ticas S.A.				
<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S1- Pagar capacitador Externo</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S2- Contratar un Ingeniero Industrial</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S3- Subcontratar auditorias para el mantenimiento</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S4- Crear KPI's</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S5- Crear procedimientos para 5s</b>
<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S6- Acomodar las bodegas</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S7- Crear una herramienta para Implementación de 5S</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S8- Crear rótulos</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S9- Hacer una política empresarial de 5S</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S10- Comprar más Racks</b>
<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S11- Crear un Layout</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S12- Pagar una consultoría de 5s</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S13- Almacenar en la segunda bodega las herramientas</b>	<small>GARITA SEGURA RICARDO FABIAN</small> <b>S-14- Crear un checklist</b>	

Como se observa en la lluvia de ideas se propusieron las siguientes ideas a ser tomadas en consideración al ser realizado al personal de la empresa, contemplando a los directamente interesados y beneficiados que serían los operarios como también así el supervisor de producción para que nos indicaran sus posibles soluciones:

#### S1- Pagar capacitador Externo.

Propusieron hacer uso de un capacitador externo el cual podría capacitar el personal por periodos de 4 meses a todo el personal completo de planta y su supervisor.

#### S2- Contratar un Ingeniero Industrial

Otra de las propuestas sería la contratación de un Ingeniero industrial por servicios profesionales que ya se encuentre graduado y con varios años de experiencia que pueda guiar el cambio de la empresa.

#### S3- Subcontratar auditorias para el mantenimiento del 5s.

La idea de pagar una compañía que auditara los procesos del 5s se siente como un ejemplo de una de las opciones que funciona en otras organizaciones con mayores réditos

#### S4- Crear KPI's.

Se recomendó el uso de indicadores también para esta solución ya que lo que no se mide no se puede controlar

#### S5- Crear procedimientos para 5s.

Una solución que se incluye como una parte de la posible solución es crear procedimientos para un 5s los cuales deben ser implementados por la empresa mediante su departamento de gerencia la cual decidió que deben ser parte del futuro de la empresa la cual se encuentra en expansión y no posee ni los recursos ni el departamento para llevar dicha tarea a cabo.

S6- Acomodar las bodegas.

Los muchachos de planta nos compartieron con su conocimiento que era necesario partir del acomodo de las dos bodegas.

S7- Crear una herramienta para Implementación de 5S.

Una solución a este problema para subsanar varias de estas posibles soluciones a la vez, se compartió al personal, con la cual se pretende no solo aportar una herramienta de Excel que pueda perdurar, sino entrenar al personal y darle los conocimientos al supervisor de bodega que pueda entender cómo se trabaja un 5s sino que se pueda estructurar a futuro como un entrenamiento formal para los operarios.

S8- Crear rótulos.

Se externa la necesidad de crear rótulos claros y llamativos a una altura correcta del área designada y enfocados en mantener la estandarización después del acomodo de la bodega

S9- Hacer una política empresarial de 5S.

Una de las soluciones más retadoras sería la de crear toda una política completa con documentos que se rijan por el departamento de calidad que se podría crear a futuro para dar forma y orden a dicha propuesta.

S10- Comprar más Racks.

Se comparte que una más garantizada solución a la problemática del orden es invertir en más racks que permitan tener el material acomodado por estantes sacando materias primas del suelo y creando un espacio más eficiente y armonioso el cual también brindaría una claridad al buscar materiales y partes.

S11- Crear un Layout.

Se ofrece la creación por parte del estudiante para la actual y futura estandarización del espacio un diseño de áreas o mapa de áreas para que sirva de guía tomando en cuenta sus necesidades actuales y futuras acompañada de una lógica de acomodo.

S12- Pagar una consultoría de 5s.

Se propuso el pago de una consultoría para la creación desde 0 de dicha solución a una empresa dedicada a este servicio

S13- Almacenar en la segunda bodega las herramientas.

Se propuso almacenar solo herramientas en la segunda bodega la cual tiene mucho espacio y también se encuentra más alejada del área de labor.

S-14- Crear un checklist.

Se incentiva la creación de una lista de verificación o check list para diariamente llevar la auditoria de los espacios y su acomodo la idea es compartirles la hoja y el Word para dar al personal la opción de meter más información si es necesario.

La implementación de un sistema de 5s para el control de Materiales y partes es la segunda solución propuesta para mitigar la falta de estandarización y se sugiere por medio de la metodología 5S dentro de la empresa Carnes Ticas, S.A. que constituye una acción estratégica que comparta los beneficios del orden los cuales son muy importantes para la compañía, que justificaría porque es importante llevar a cabo tal cambio en el día a día de los colaboradores.

Por lo cual se deriva del cumplimiento y la obligación de cambiar las prácticas actuales de gestión de los materiales y la organización de los espacios de trabajo, y mitigar los costos asociados al promedio diario de 25 minutos perdidos por operario por búsqueda de materiales y partes de máquinas tanto para el ensamble como para la ejecución de los procesos.

## 5.2.2 Matriz de Esfuerzo- Impacto

En la matriz abajo detallada se utilizó la herramienta para evaluar el esfuerzo que sería necesario ejecutar cada una de las soluciones propuestas en la lluvia de ideas junto con el beneficio que traería a la empresa Carnes Ticas S.A. mediante un sistema de cuadrantes que evidencian donde se posiciona cada una de las propuestas a solución ampliamente detallada en la lluvia de ideas



Las principales soluciones para implementar serían

S6- Acomodar las bodegas:

Con esta acción se pretende evitar materiales en diferentes áreas también el libre tránsito en las bodegas esta acción se espera la realicen los operarios en conjunto con la aprobación del actual supervisor de bodega para que ellos en conjunto sepan donde se encuentran los materiales en la actualidad y donde deben de ahora en adelante ir cada uno de ellos a colocarlas y en cual día de la semana se hará, para esto necesitan las abajo también soluciones necesarias.

**S8- Crear rótulos:**

Se les crean rótulos de forma estándar para que coloquen en las áreas que se determinarán en el layout creado por el estudiante y el formato será entregado al supervisor vía correo electrónico antes del cierre del proyecto, será el supervisor el encargado de colocarlos y posicionarlos a la altura necesaria el día que determine el, en el posible espacio de sus funciones.

**S10- Comprar más Racks:**

Esta solución queda en manos de la gerencia la cual debe determinar el periodo de compra el cual debe ser lo antes posible dado los nuevos requerimientos de compra de la herramienta de Inventarios creada para ellos que toma en cuenta nuevas cantidades al contemplar inventario de seguridad y ROP.

Según el valor estimado de mercado ronda los 38000 colones por cada rack esta es la propuesta de gasto económico que se requiere para ajustar el espacio a las nuevas necesidades

**S11- Crear un Layout:**

Se les entregará el layout anterior para que se entienda la mejora propuesta y se evidencie dónde están los cambios realizados los mismos se comparten por el estudiante al Gerente de bodega por medio de correo electrónico.

**S7- Crear una herramienta para Implementación de 5S:**

Se les crea una herramienta por medio de Excel la cual es un explicativo de las etapas a seguir para una implementación de un 5s.

**S-14- Crear un checklist:**

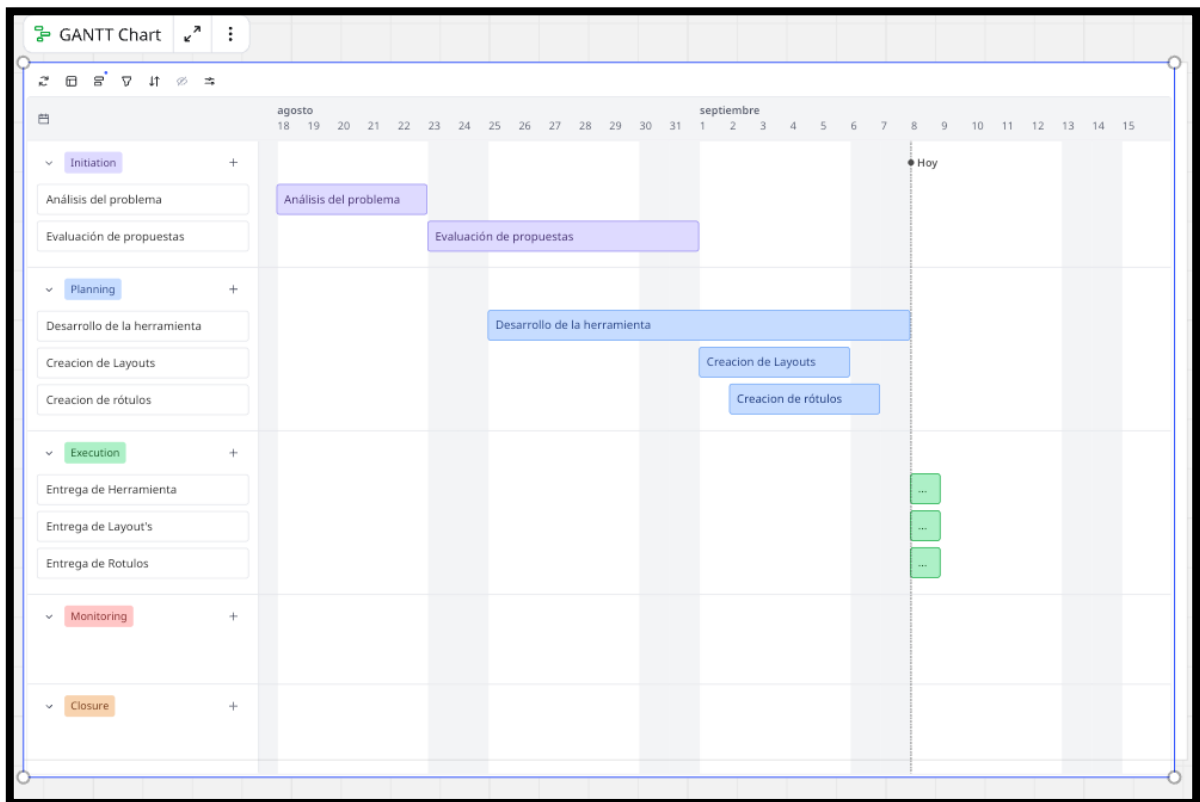
También como solución al problema de mantener en el tiempo el 5s tanto en el presente y futuro además que se cree una cultura de orden se les dará un checklist con los puntos que deben monitorear para que se mantenga dicha solución.

Las soluciones anteriores se caracterizan por su relativa simplicidad conceptual y facilidad de adaptación a entornos de pequeñas empresas, aunque demandan compromiso y consistencia en su aplicación para garantizar resultados sostenibles al realizar este proyecto e involucrar a las partes pertinentes se crea una necesidad de responsabilidad dándole un fondo más sólido a estas soluciones.

### 5.2.3 GANTT 5s

Para la Etapa de implementación de 5's se ejecutó un layout el cual se propuso con la idea de la mejora futura del ambiente las bodegas, dado que como lo explica en las limitaciones la empresa carnes ticas empezó una etapa de mejora en sus cuartos de fríos, y no cuenta con el espacio ni el personal para aplicar la implementación de la metodología completa en este momento.

Figura 48 GANTT 5s



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Para las mejoras propuestas por aplicar comprenden:

Inicio

- Análisis del problema
- Evaluación de propuestas.

Planear

- Desarrollo de la Herramienta y su manual de usuario
- Creación de Layouts
- Creación de rótulos

Ejecución

- Entrega de la herramienta y su manual de usuario
- Entrega de Layouts
- Entrega de rótulos

Esta propuesta de mejora no se implementó debido a la limitación de espacio y tiempo para ejecutarla, debido a una mejora de último momento en el área de cuartos de frío que abarco la bodega 2.

#### **5.2.4 Herramienta guía para la implementación de un 5s**

Se desarrolla una herramienta en Microsoft Excel, con la intención de funcionar como guía para la implementación futura de un programa de 5s en la empresa Carnes Ticas S.A.

La herramienta cuenta con las 6 etapas principales para implementar un programa de 5S, siendo estas las que se muestran en la siguiente Figura:

Figura 49 Etapas Implementar Programa 5S

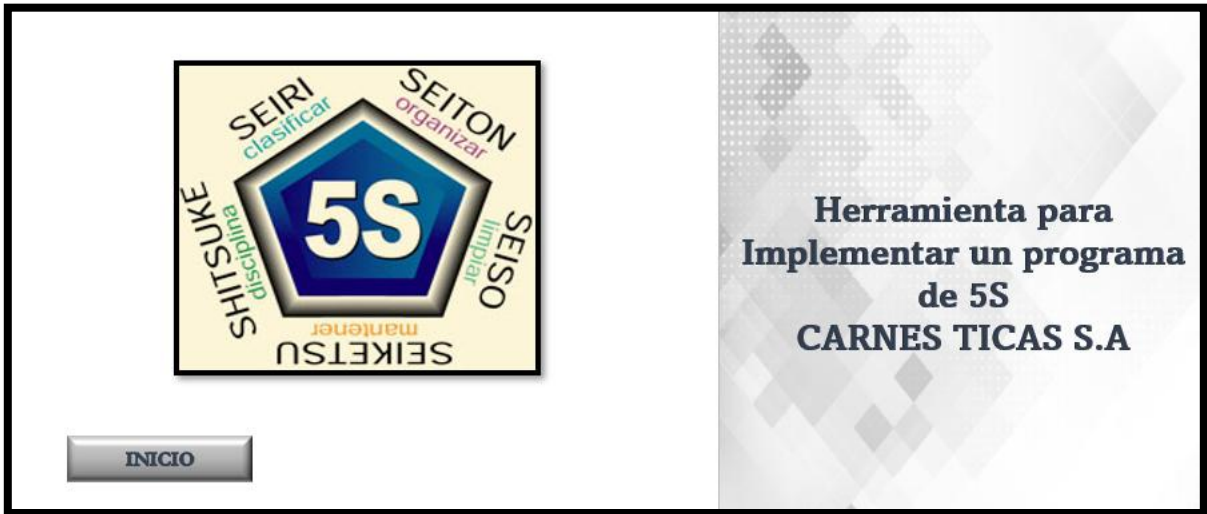


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Pantalla principal

La herramienta cuenta con una pantalla principal donde se accede al menú principal con el botón de "INICIO". El menú de Inicio permite navegar entre las secciones de la herramienta que consiste en las etapas para una implementación de un 5S, como se muestra en la Figura 51 Menú Principal.

Figura 50 Página principal



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 51 Menú Principal

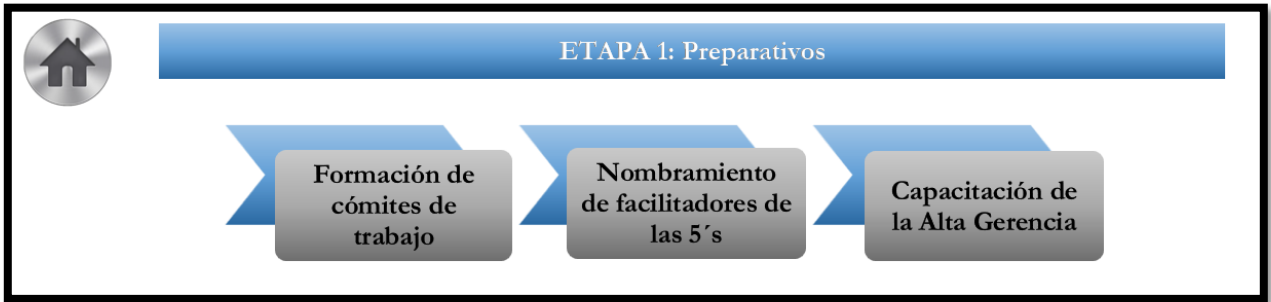


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## ETAPA 1: Preparativos

En esta sección de la herramienta se definen los comités de trabajo, se establecen facilitadores de los 5S, y se registran las capacitaciones sobre el 5S.

Figura 52 Etapa 1: Preparativos para el 5S



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Formación de comités de trabajo

Se deben llenar los campos para establecer el comité de trabajo encargado de la implementación del 5S.

Figura 53 Formación de comités de trabajo

Formación de comités de trabajo

Nombre completo del miembro del comité

Puesto que desempeña en la organización

Puesto dentro del comité

Función dentro del comité

Ingresar Ir Registro SALIR

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Nombramiento de Facilitadores de las 5s

Se deben llenar los campos para establecer los facilitadores de implementación del 5S por Zona de la Empresa.

Figura 54 Nombramiento de Facilitadores de las 5s

The image shows a software window titled "Nombramiento de facilitadores de las 5's". It features a dropdown menu labeled "Zona de la Empresa" with a list of options: "Bodega", "Cuarto de Frio", and "Área de Trabajo". Below the dropdown is a text input field labeled "Nombre completo del facilitador". At the bottom of the window, there are three buttons: "Ingresar", "Ir Registro", and "SALIR".

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Plan de capacitaciones en 5s

Se deben llenar los campos para registrar la Capacitación que se vaya a llevar sobre 5S.

Figura 55 Plan de capacitaciones en 5s

Plan de capacitaciones en 5's a facilitadores y practicantes

Tema de la Capacitación

Fecha de la Capacitación

Hora de la Capacitación

Lugar de la Capacitación

Nombre asistente

Costo de la Capacitación

Ingresar      Capacitaciones

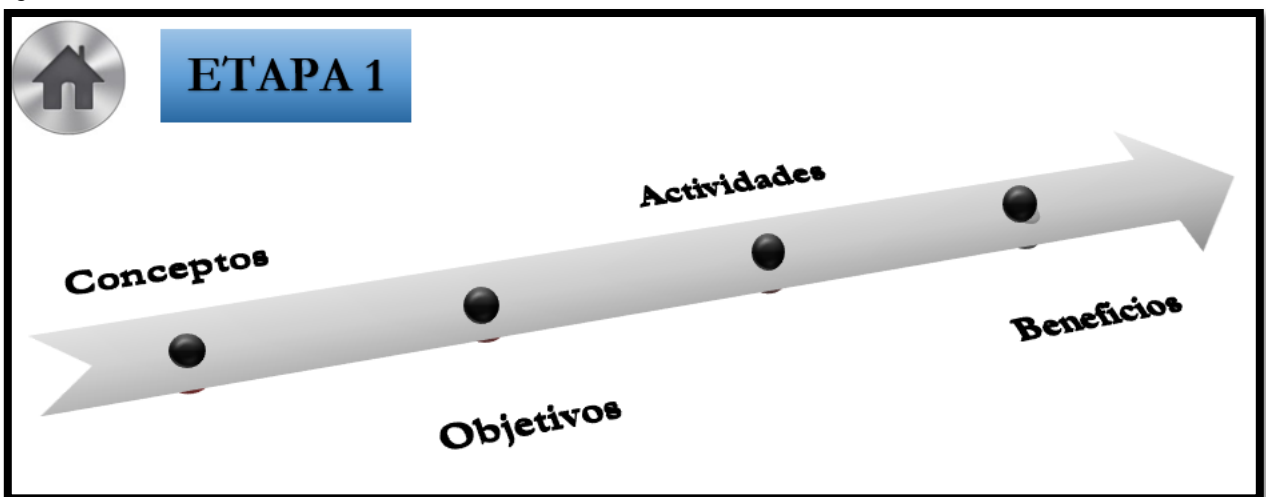
Ir Registro      SALIR

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Capacitaciones

Se cuenta con una sección teórica sobre fundamentos de 5S.

Figura 56 Fundamentos 5S

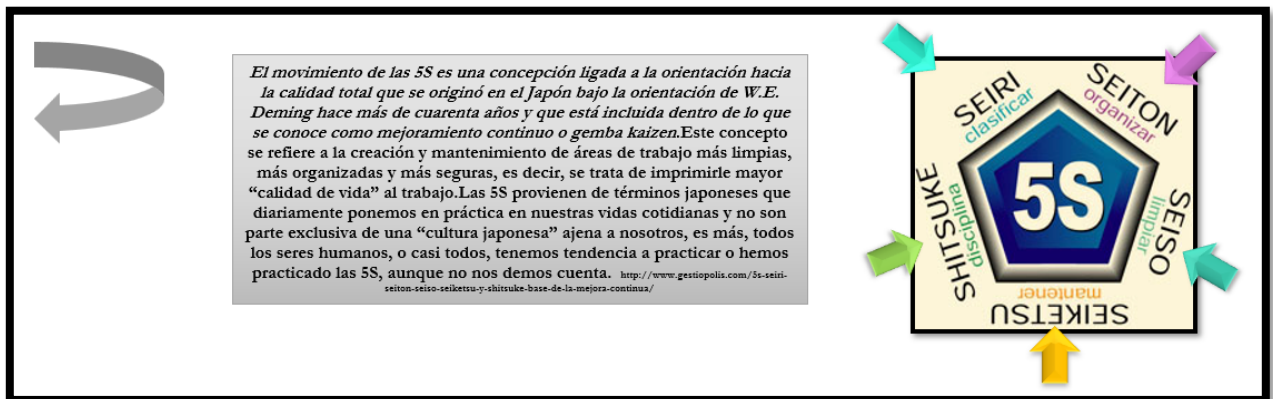


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Conceptos 5S

En esta sección se comparte un concepto de 5S, y el proceso para cada una de las Fases de un 5S.

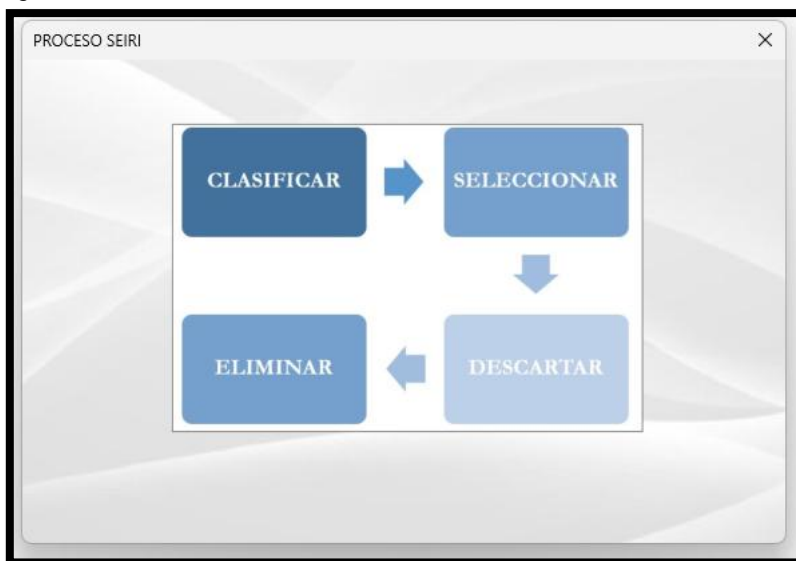
Figura 57 Conceptos 5S



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Cada flecha despliega el proceso para esa S, por ejemplo, si se selecciona la flecha de SEIRI, se va a mostrar el detalle para esa Fase del 5S, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 58 Proceso SEIRI

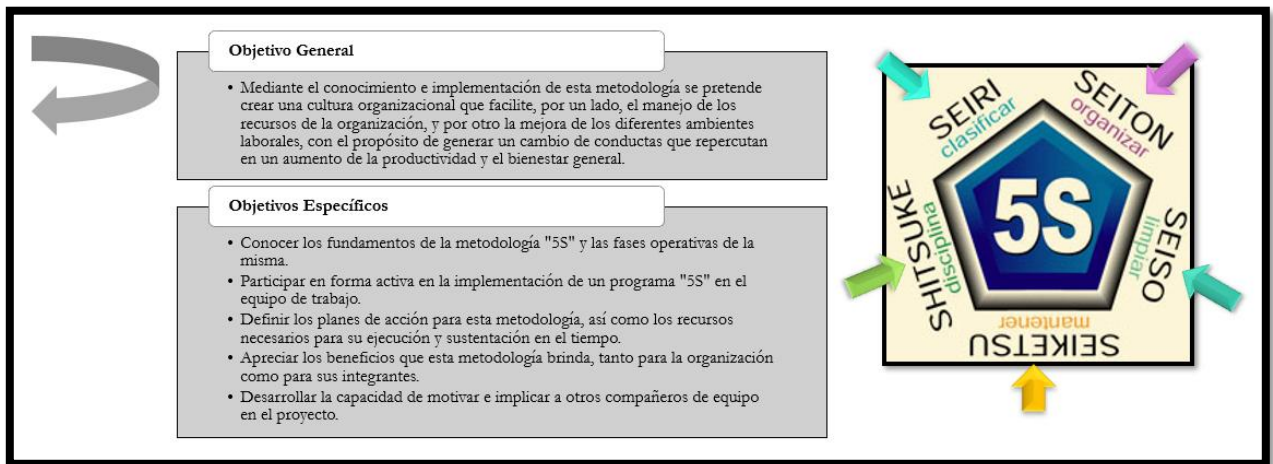


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Objetivos 5S

En esta sección se comparten los objetivos de 5S, y los objetivos para cada una de las Fases de un 5S.

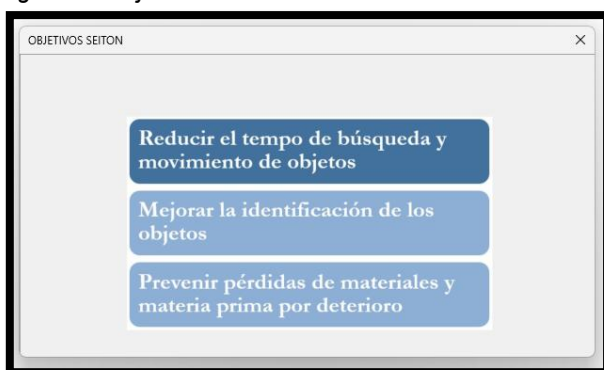
Figura 59 Objetivos 5S



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Cada flecha despliega los objetivos para esa S, por ejemplo, si se selecciona la flecha de SEITON, se va a mostrar el detalle para esa Fase del 5S, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 60 Objetivos SEITON



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Actividades 5S

La herramienta cuenta con la siguiente plantilla para usar como cronograma general de las actividades 5S.

Figura 61 Plantilla Cronograma General Actividad 5S

ACTIVIDAD	MES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Organización del Comité 5S												
Anuncio Oficial												
Capacitaciones 5s												
SEIRI - Clasificar												
Seiton - Ordenar												
Seiso - Limpiar												
Día de la gran limpieza												
Auditorías Internas												

Fuente: Elaboración propia, 2025.

### Beneficios 5S

En esta sección se comparten los beneficios de 5S para cada una de las Fases de un 5S.

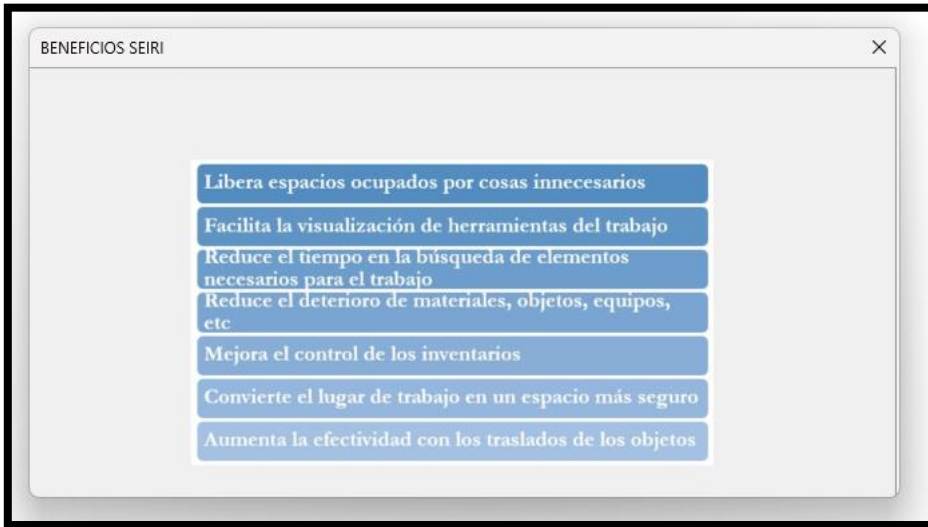
Cada flecha despliega los beneficios para esa S, por ejemplo, si se selecciona la flecha de SEIRI, se va a mostrar el detalle para esa Fase del 5S, como se muestra en las siguientes figuras:

Figura 62 Ejemplo Beneficios SEIRI



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 63 Beneficios SEIRI

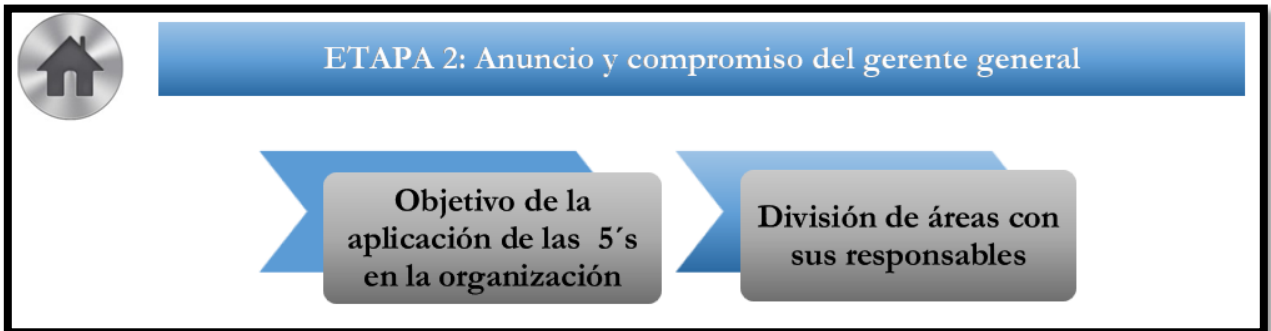


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## ETAPA 2: Anuncio y compromiso del gerente general

En esta sección de la herramienta se presenta el objetivo de la aplicación de los 5S en la empresa, y se asignan responsables por áreas de la empresa.

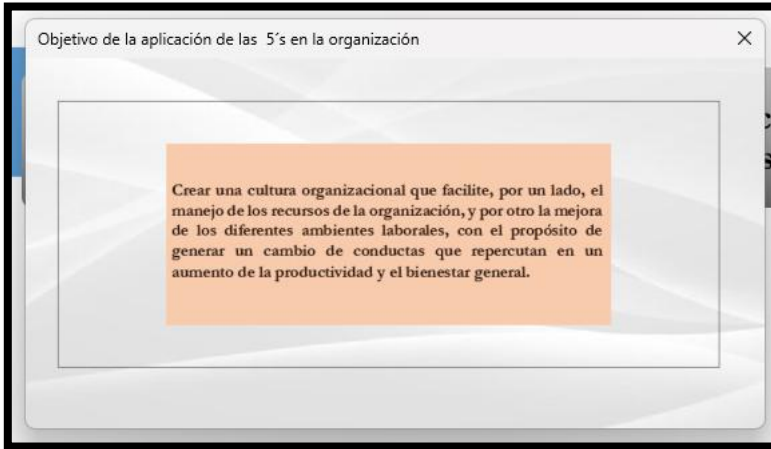
Figura 64 ETAPA 2: Anuncio y compromiso del gerente general



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Objetivo de la aplicación de las 5s en la organización

Figura 65 Objetivo de la aplicación de las 5s en la organización



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## División de áreas con sus responsables

En este formulario se definen los responsables del 5S por áreas o zonas de la empresa.

Figura 66 División de áreas con sus responsables

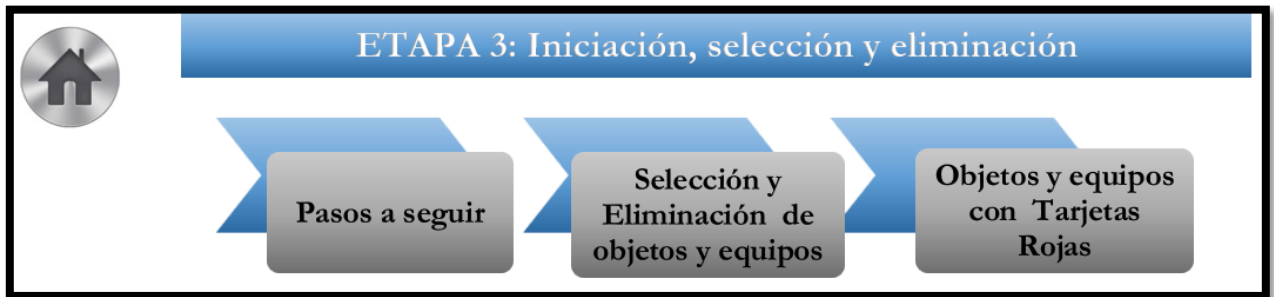
A screenshot of a software window titled "División de áreas con sus responsables". The window has a close button (X) in the top right corner. The form contains two input fields: "Zona de la Empresa" which is a dropdown menu, and "Nombre completo del responsable" which is a text box. Below the form are three buttons: "Ingresar", "Ir Registro", and "SALIR".

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## ETAPA 3: Iniciación, selección y eliminación

En esta sección de la herramienta se presentan los pasos a seguir que corresponden a la Fase de SEIRI de los 5s, se determinan los objetos que se van a eliminar, los objetos que cuentan con tarjetas rojas.

Figura 67 ETAPA 3: Iniciación, selección y eliminación

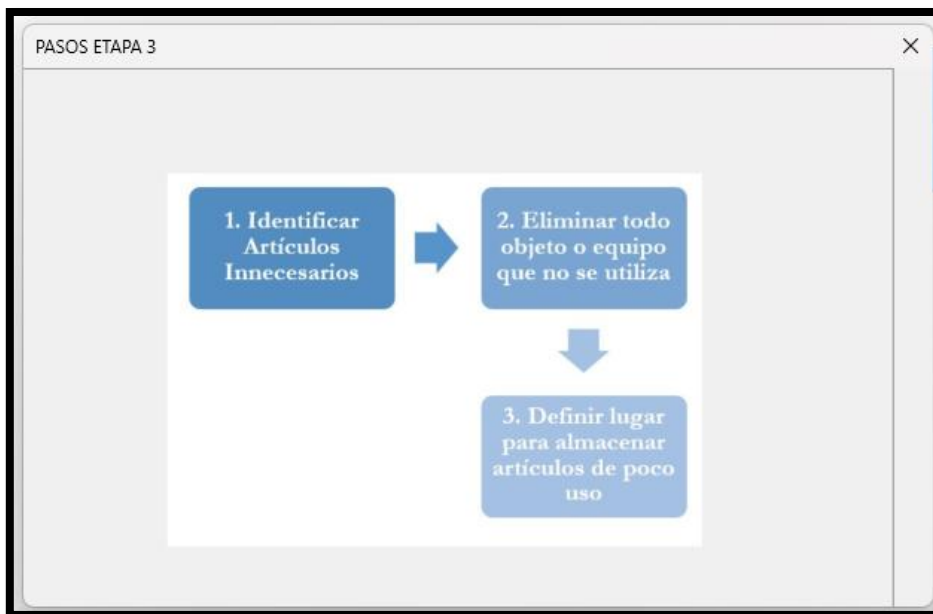


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Pasos Etapa 3

Se ilustran los pasos a seguir como parte de la Etapa 3 de Iniciación, selección y eliminación.

Figura 68 Pasos Etapa 3

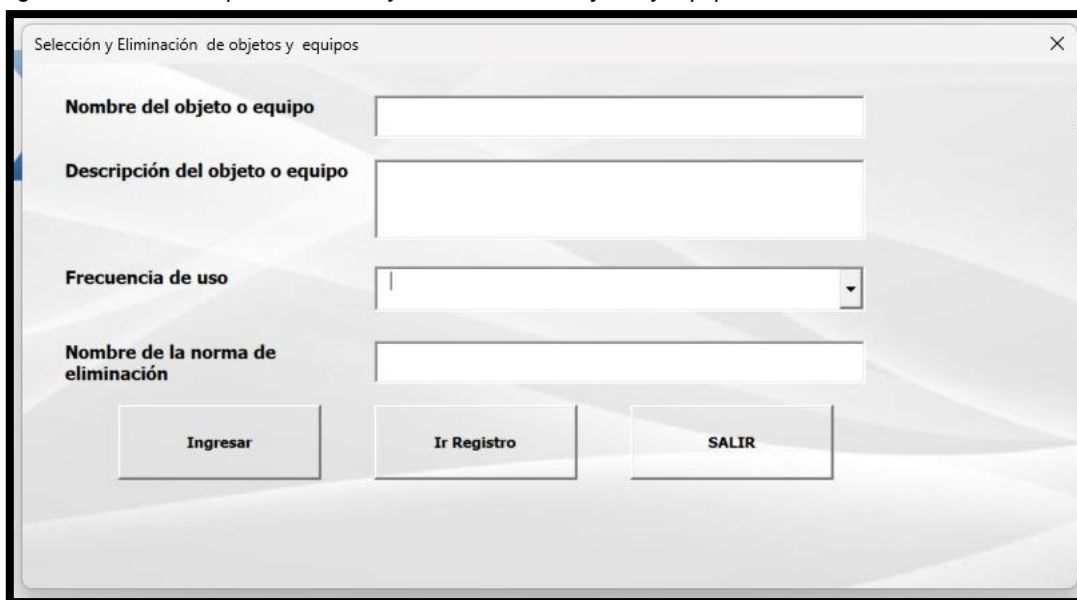


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Selección y Eliminación de objetos y equipos

Se despliega un formulario para definir el nombre del objeto, parte o equipo a disponer, una descripción de este, una frecuencia de uso y el nombre de la norma de eliminación.

Figura 69 Formulario para selección y eliminación de objetos y equipos



The image shows a software window titled "Selección y Eliminación de objetos y equipos". It contains the following fields and buttons:

- Nombre del objeto o equipo:** A text input field.
- Descripción del objeto o equipo:** A larger text input field.
- Frecuencia de uso:** A dropdown menu.
- Nombre de la norma de eliminación:** A text input field.
- Buttons:** "Ingresar", "Ir Registro", and "SALIR".

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Objetos y equipos con Tarjetas Rojas

Se despliega un formulario para definir la cantidad de objetos con tarjeta roja pendientes de disponer, el estado de estos, el valor de estos y la acción a realizar en cuanto a disponer.

Figura 70 Formulario para objetos y equipos con Tarjetas Rojas

Fuente: Elaboración propia, 2025.

#### ETAPA 4: Actividades de ordenamiento y limpieza local


En esta sección de la herramienta se presenta una tabla con las áreas que requieren actividades de ordenamiento y limpieza, junto con sus responsables, estos se deben establecer en la Etapa 1 - Nombramiento de Facilitadores de las 5s. Se presenta una plantilla para agregar periodos de limpieza con el botón .

Figura 71 ETAPA 4: Actividades de ordenamiento y limpieza local

Área	Responsable
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025.



## Día de la gran limpieza

En esta sección se presenta una plantilla para organizar las actividades a llevarse a cabo el “el día de la gran limpieza”.

Figura 74 Día de la gran limpieza

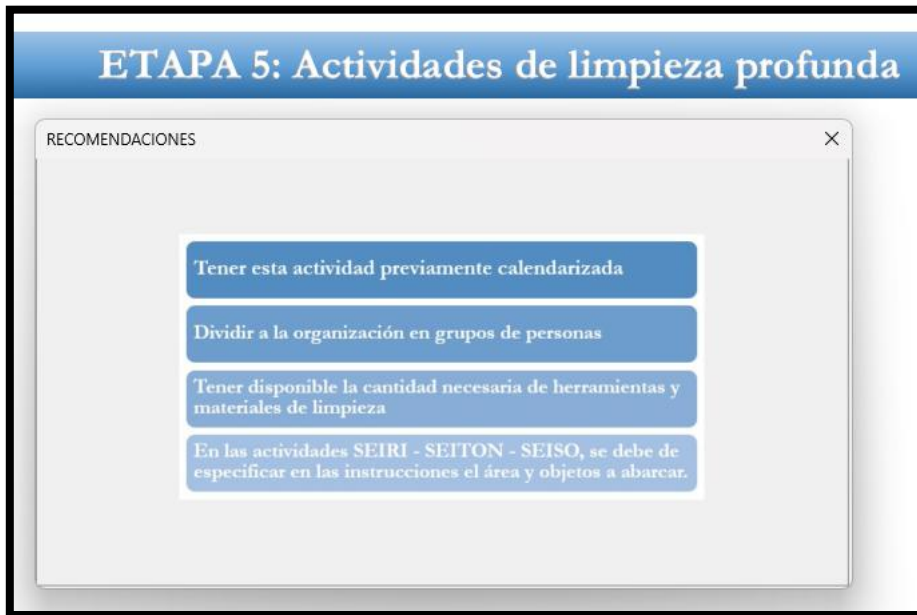
Fecha de realización		dd/mm/aaaa			
Horario	Actividad	Instrucciones	Responsable	Herramientas necesarias	Materiales necesarios
8:00 - 8:30 AM	Explicación de la actividad				
8:30 - 10:15 AM	SEIRI - SEITON - SEISO				
10:15 - 10:30 AM	Descanso y refrigerio				
10:30 - 12:15 PM	SEIRI - SEITON - SEISO				
12:15 - 1:00 PM	Almuerzo				
1:00 - 3:00 PM	SEIRI - SEITON - SEISO				
3:00 - 3:15 PM	Café				
3:15 - 3:30 PM	Inspección final				
3:30 - 3:45 PM	Comentarios finales				
3:45 - 4:00 PM	Fin de la actividad				

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Recomendaciones Etapa 5

En la siguiente figura se ilustran las recomendaciones para le Etapa 5.

Figura 75 Recomendaciones Etapa 5

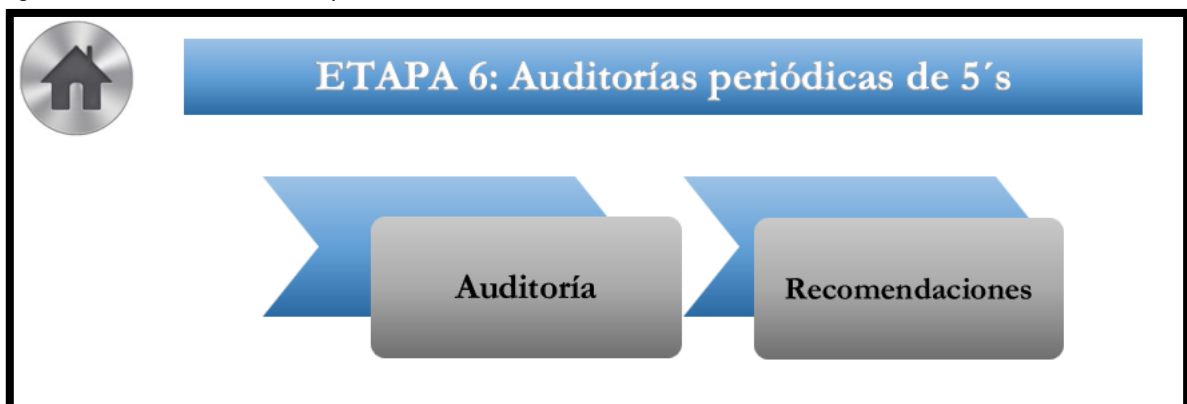


Fuente: Elaboración propia, 2025.

## ETAPA 6: Auditorías periódicas de 5s

En esta sección de la herramienta se presentan los pasos a seguir que corresponden a la Fase de SESHITSUKE de los 5s, se presenta una plantilla a seguir para las auditorías y recomendaciones para esta etapa.

Figura 76 ETAPA 6: Auditorías periódicas de 5's



Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Auditoria

En esta sección se despliega una plantilla para evaluar el programa 5S, y la posibilidad de registrar los resultados de la auditoria.

Figura 77 AUDITORIAS DEL PROGRAMA 5S

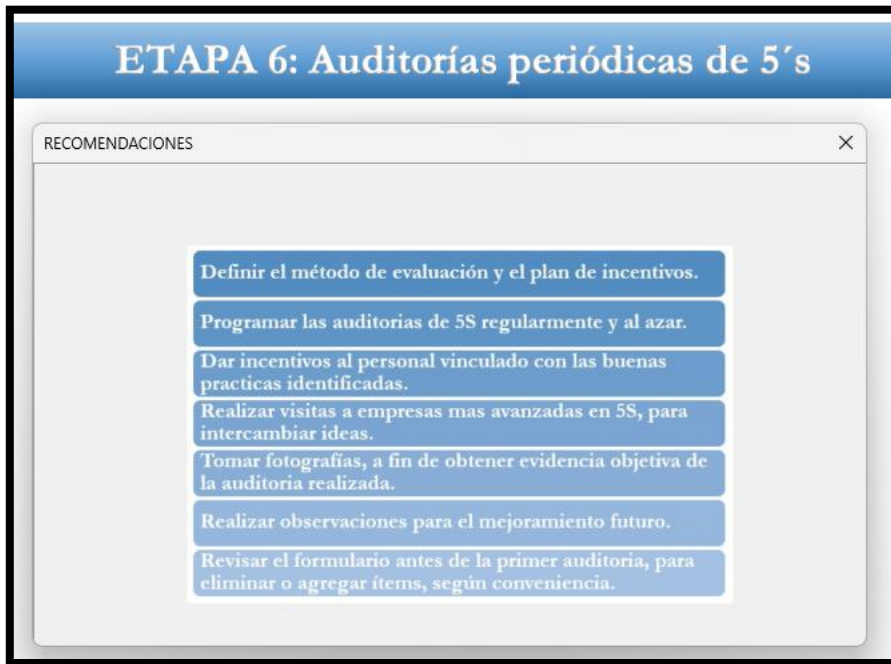
ETAPA 6		AUDITORIAS DEL PROGRAMA 5S					REGISTRAR AUDITORIA		VER REGISTRO		
Lugar de trabajo:		Restaurante Casa Colombia									
Departamento u operación:		Restaurante					Auditoria #		1		
#	ITEM	Puntos Principales					10	8	6	4	2
1	Materiales/Repuestos	¿Están localizados en un lugar conveniente y etiquetados para su fácil acceso?					0	0	1	0	0
2	Trabajo en proceso	¿Están localizados convenientemente y limados para su fácil manejo?					0	0	0	1	0
3	Productos Terminados	¿Están localizados en un lugar conveniente y etiquetados para su fácil acceso?					0	0	1	0	0
5	Maquinaria y Equipo	¿Están limpios, seguros, tienen un buen mantenimiento y son convenientes para realizar la operación?					0	0	1	0	0
6	Instalaciones y Tuberías	¿Están distribuidos en una forma ordenada y segura?					0	1	0	0	0
7	Herramientas, Moldes y Plantillas	¿Están etiquetados convenientemente y ubicados en los lugares diseñados para ese fin?					0	0	0	1	0
10	Anaqueles, Estantes y Armarios	¿Están libres de polvo, ordenados y etiquetados convenientemente para almacenar los artículos?					0	0	1	0	0
13	Escritorios, Mesas y Sillas	¿Están limpios y organizados por dentro y por fuera?					0	1	0	0	0
15	Pisos, Pasillos y Escaleras	¿Están limpios, ordenados, seguros y tienen un buen mantenimiento?					0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## Recomendaciones Etapa 6

En la siguiente figura se ilustran las recomendaciones para le Etapa 6.

Figura 78 Recomendaciones para la Etapa 6



Fuente: Elaboración propia, 2025.

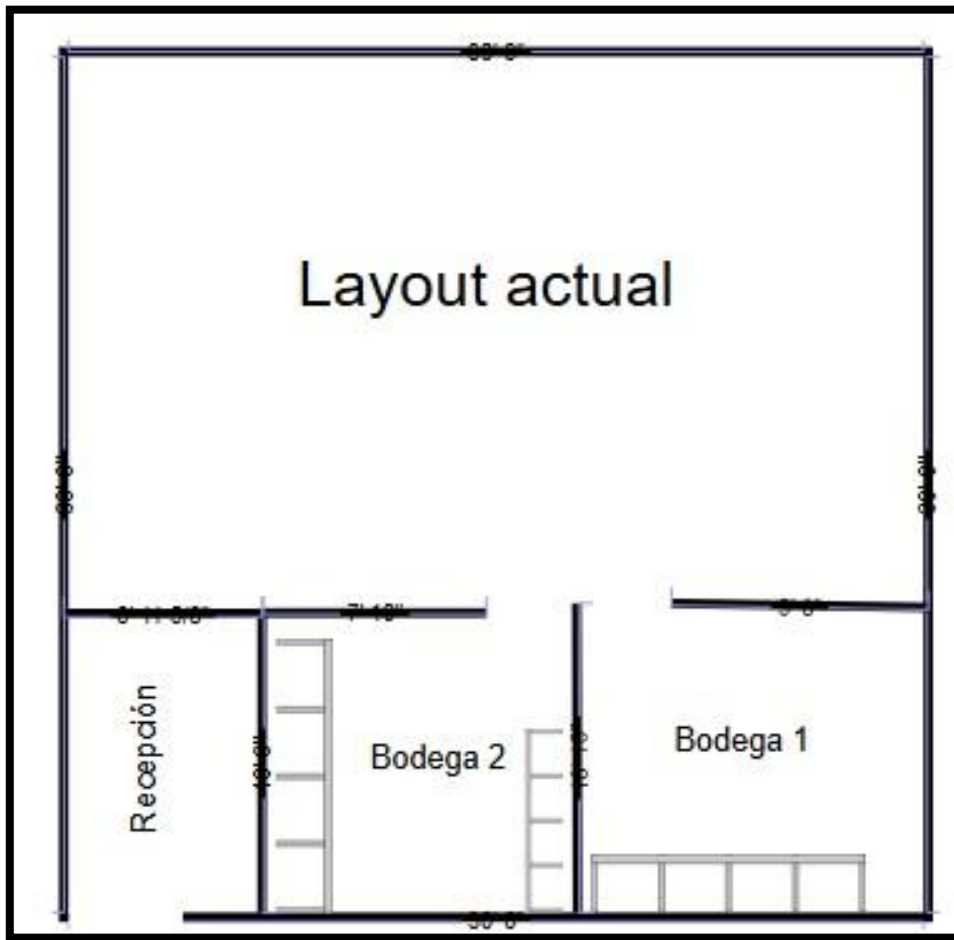
## 5.2.5 Layouts actual y propuesto

En el apartado de solución de layout o diseño de área se detallan abajo los entregados diseños a la empresa y la mejora por la estandarización de áreas.

### 5.2.5.1 Layout actual

El Layout abajo adjunto al documento fue creado con la intención de entender y demostrar configuración que tiene el espacio determinado para el acomodo de los productos secos y las partes y moldes de maquina Se denotan las áreas de recepción bodega 2 y bodega uno con su configuración actual y mediante imágenes configuradas por la aplicación la ubicación de los racks actuales

Figura 79 Layout actual.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la bodega 1 se encuentra la mayoría de los insumos lo cual hace difícil el acceso a ellos también se encuentran las partes y herramientas necesarias para el día a día de los colaboradores más partes de máquinas viejas u obsoletas las cuales se les indica se debe desechar o en su preferencia buscar un nuevo lugar que no se con las actuales partes ya que causan confusión incluso retrabajo por falla en las primeras tortas formadas ya que si no es la parte correcta marca las tortas o salen mal dando paso a tiempos perdidos para volver a configurar la maquina lavar la pieza y traer la nueva, también para el área de recepción En la cual se evidenció también la colocación de materias primas y es por esta razón que se propone la compra de un rack para esta área también con eso se mitiga el desorden que se

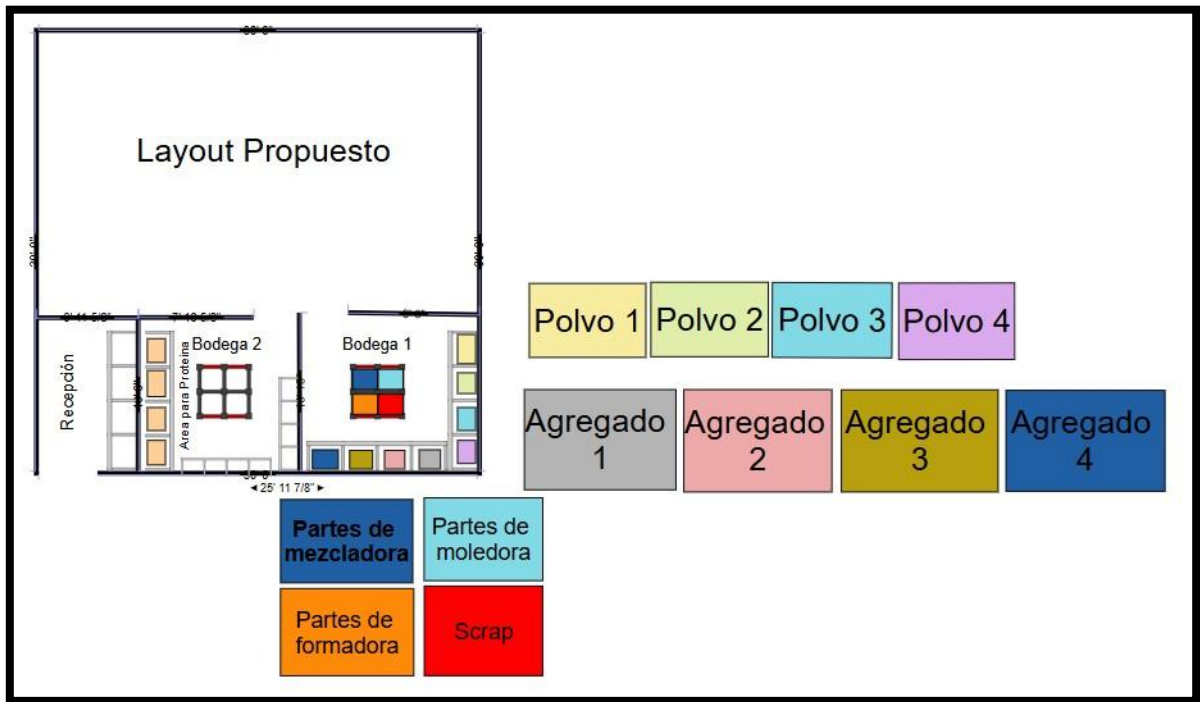
encuentra en el área de recepción donde se superponen materias primas a su llegada a la empresa.

También en la bodega 2 como se muestra en el layout actual donde se encuentran otras materias primas y otras partes de máquina que no se usan en este momento, es por esto que se usa solamente una vez que la bodega uno se encuentra llena de materias y se colocan los insumos provenientes del suplidor en el primer lugar que se encuentre disponible, y ya que la bodega 2 es tan grande como la bodega uno con 12 metros cuadrados, se observa la necesidad de establecer áreas para productos específicos que se puedan apilar, como sacos o cajas y seguir un formato FEFO para acomodar las materias primas de manera que se prioriza la fecha de expiración de estos productos recibidos por el suplidor evitando así la pérdida de producto o scrap por productos que caduquen y cambiar así el formato FIFO que se utiliza actualmente el cual podría provocar pérdida de materias primas por expiración.

#### **5.2.5.2 Layout Propuesto**

En la propuesta se denota la asignación de áreas preestablecidas identificadas con colores para hacer más visual la propuesta, en ella se usa el principio de orden de los productos y su uso por medio de números que siguen la secuencia de uso por los empleados. El layout propuesto se observa en la siguiente figura:

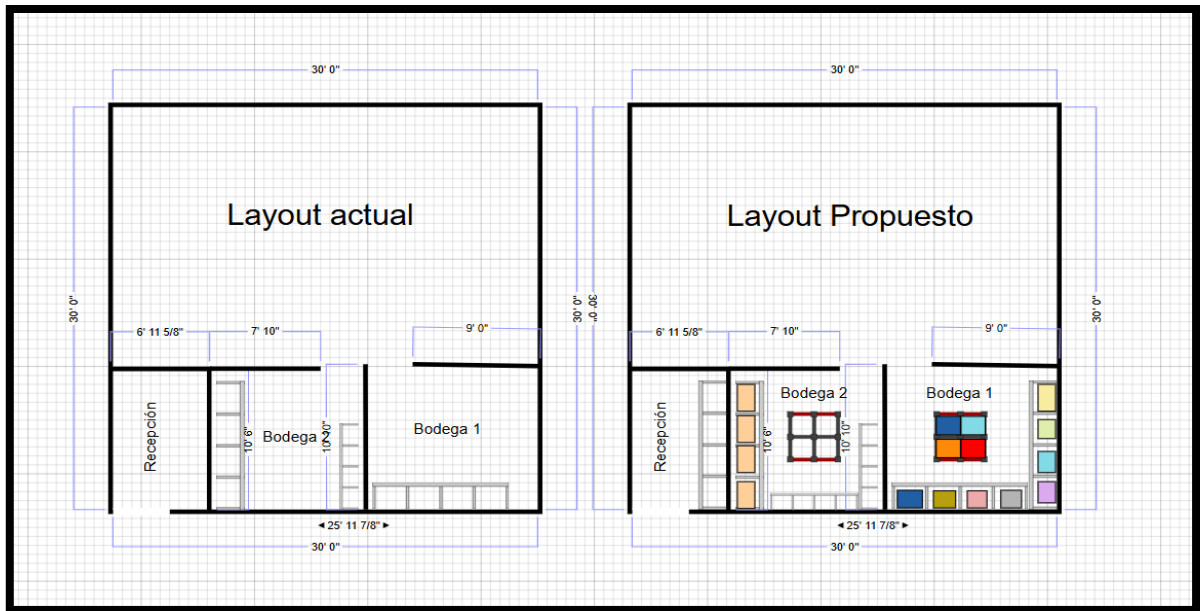
Figura 80 Layout propuesto



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el layout propuesto se nota una mayor utilización de los espacios en bodega 1, ya que, al contar con más racks, se obtiene un beneficio en almacenamiento e incluso hacer un espacio central para colocar una tarima plástica y así colocar los materiales más grandes como lo son las cajas de cartón en su forma plana. al configurar áreas al centro crea un flujo en el espacio para observar las medidas de las cajas, ya que estas varían y evitaría que recuesten objetos sobre ellas y se usaría la pared para un nuevo rack de ser necesario

Figura 81 Comparativa de Layouts.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la imagen anterior se muestra el cambio propuesto en el área de bodegas 1 y 2, en la cual no solo se agregan más racks sino también áreas como un palet central que permitan acomodar los materiales más grandes, en la bodega número 2 la cual se desaprovecha por el desorden y para la bodega número 1 se propuso un rack central cuadrado que permita acomodar las partes de las máquinas.

Según este nuevo modelo de Layout propuesto, el área de bodega quedaría mejor distribuida y mediante la guía de colores se podría estandarizar la manera en la que se acomodan los inventarios, e incorporar los rótulos entregados al supervisor, para que llame la atención de los operarios cuando van a dejar materias primas a bodega.

## 5.2.6 Rótulos

Mediante el uso de PowerPoint se crearon 12 rótulos que están diseñados para identificar los 12 materiales que se guardan en las bodegas de materiales secos en la siguiente tabla se muestra el detalle de los rótulos los cuales se encuentran en el apartado apéndice 2:

Tabla 11 Detalle rótulos.

Tipo de material	Cantidad de rótulos
Polvos	4
Agregados	4
Proteína	1
Condimento	1
Tarros para polvos	2
Total	12

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se propone colocar los rótulos creados, los cuales guiarán a los actuales operarios e inclusive a los de nuevos ingresos sobre las ubicaciones de las partes para las máquinas y también de las materias primas que se encuentren en bodega, también se les dio el consejo de etiquetar y colocar las cajas o tinas donde se encuentran partes de máquina por color si está en sus posibilidades, y también colocar rotulación a estas cajas con las partes que deberían ir dentro, se les aconsejó colocar molduras aéreas que puedan sostener algunos de los artículos que se encuentran en el piso.

Otra de las instrucciones que se les dieron fue el de seguir agregando rotulación a los tarros transparentes que, aunque sus piezas se notan a la vista, al empezar a acumular se pierde esa visibilidad.

### 5.2.7 Costo-beneficio de las propuestas

El costo estimado del diseño de las herramientas considerando el tiempo invertido de 24 horas laborales, y tomando en cuenta el salario mínimo en Costa Rica para un ingeniero industrial junior que ronda los 721,667 mensuales, o su equivalencia en horas sería de 15,034 colones la hora, por las 24 horas invertidas corresponde a un total de 360,833 colones.

Tabla 12 Costo-beneficio de las propuestas.

Propuesta	Beneficios económico mensual	Inversión única
Herramienta Control de inventario en Excel	₡480,000	₡360,833
Nuevo Layout propuesto, implementación 5s	₡496,710	
<b>Total</b>	<b>₡978,710</b>	<b>₡360,833</b>

Fuente: Elaboración propia, 2025.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

#### **6.1.1 Objetivo específico 1**

Se logra definir que la problemática en la empresa Carnes Ticas S.A. en efecto son los paros en la línea de producción, donde se analizó un patrón que se repite provocado por la falta de un sistema ordenado de inventarios, con una pérdida promedio de 3.5 horas semanales de interrupciones por la falta de disponibilidad de materia prima, así como también, los paros son provocados por la falta de control en la localización de partes y materias primas en la planta de producción, ocasionando que se pierdan en promedio 2 horas semanales.

#### **6.1.2 Objetivo específico 2**

Se logra medir la situación actual de la empresa en cuanto al manejo de inventarios y métodos de control en el abastecimiento de sus materias primas, evidenciando que la brecha con la meta deseada de no tener interrupciones en la línea de producción se debe a que actualmente la empresa no cuenta con ningún método de control de inventarios.

#### **6.1.3 Objetivo específico 3**

Con el uso de herramientas para el análisis de las posibles causas, se identifican la falta de control de inventarios y la falta de un sistema de 5s, como las causas raíz que están generando la brecha entre el estado actual y el deseado en la empresa, en cuanto al manejo de inventarios para que se disminuyan los tiempos muertos por búsqueda de componentes o partes, o por la compra de materias.

#### **6.1.4 Objetivo específico 4**

Los aportes realizados a la empresa se destacan en la creación de una herramienta de Excel para el control de los inventarios entregada junto con su manual de usuario, como solución al primer problema definido en la etapa de análisis de las causas, con la cual se evidencia una reducción de los gastos extra de la compañía por concepto de compras reactivas de materiales, donde en la prueba piloto se observa que en la semana de uso de la herramienta los gastos fueron estimados con un total de 30 mil colones cuando el promedio general por semana era de 150 mil colones para un ahorro por reducción de un 80% del gasto semanal. Se espera que con la adaptación del supervisor las compras se minimicen a cero en la siguiente semana de la entrega de la herramienta.

Con respecto a la causa 2, la cual fue la falta de un sistema de 5s, para solventar la problemática, después de la etapa de diseño se le otorgó a la compañía una herramienta para la futura implementación de un programa de 5s junto con su manual de usuario, complementariamente también se le otorgó a la compañía un layout actual y uno propuesto donde se propone la reubicación de las materias primas con la incorporación de rótulos estandarizados para ser ubicados según el layout.

Con estas herramientas e instrumentos que se otorgaron a la compañía los principales beneficiarios tanto directos como indirectos serían el departamento de supervisión, la gerencia y operarios de la empresa carnes ticas S.A., ya que, al reducir los paros en la producción, establecer la estandarización y fomentar el orden, se obtiene un flujo de trabajo más estable, mayor satisfacción laboral, sentido de pertenencia y una cultura de 5s.

### **6.1.5 Objetivo específico 5**

Se creó una métrica para el análisis de la cantidad de compras reactivas y el gasto correspondiente, para evidenciar el beneficio y asegurar la continuidad del uso de esta herramienta de inventarios.

Con relación al mecanismo de control establecido para el mantenimiento del 5s, se desarrolló una lista de chequeo que permita realizar auditorías para la evaluación del mantenimiento del layout propuesto y la ubicación de los rótulos.

## **6.2 Recomendaciones**

- Se recomienda llevar un control de registros de desperdicios, tiempos de procesos, compras de materiales para futuros análisis y tomas de decisiones.
- Se recomienda realizar conteos cíclicos semanalmente para poder tener una correcta sincronización en la herramienta de Excel para el control de inventarios entre el material físico y el ingresado en la herramienta de control de inventarios.
- Se aconsejó crear planes de procedimientos y políticas que ayuden a mitigar las causas potenciales que no se abarcaron en este proyecto pero que se identifican en las matrices de Esfuerzo/Impacto en el cuadrante de “High Effort/High Impact”.
- Se recomienda refrescar temas sobre la metodología 5's mediante la herramienta de 5s otorgada para fortalecer aún más la cultura, mediante entrenamientos con la herramienta al personal y efectuar el plan que abarca la herramienta contemplando el layout propuesto.
- Se recomienda a la gerencia a realizar la inversión de Racks y de tarimas plásticas para mejorar el almacenamiento del material.

## CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

- ACOFI. (2020). *Lineamientos curriculares para ingeniería industrial en Colombia*. Bogotá : ACOFI.
- Al-Rifai, M. H. (2024). *Lean Six Sigma: A DMAIC Roadmap and Tools for Successful Improvements Implementation*. CRC Press ©.
- ASQ. (n.d.). ASQ. Learn about quality: <https://asq.org/quality-resources/dmaic?srsId=AfmBOop-igUvjWS6YpSA9iyKmRDyqBKqnzq8boocEI8mHgpVVf8wgxbM>
- INSTITUTE, K. (n.d.). *KAIZEN*. Retrieved 2025, from [https://kaizen.com/es/insights-es/guia-definitiva-5s-formacion/#:~:text=de%20los%20equipos.-,%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%205S%3F,%C2%BB%20\(sostener%20con%20disciplina](https://kaizen.com/es/insights-es/guia-definitiva-5s-formacion/#:~:text=de%20los%20equipos.-,%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%205S%3F,%C2%BB%20(sostener%20con%20disciplina)
- Jonker, A. (n.d.). *IBM*. Think: <https://www.ibm.com/think/topics/safety-stock#:~:text=Safety%20stock%20is%20extra%20inventory,practice%20of%20effective%20inventory%20management>
- Kubiak, T., & Benbow, D. W. (2017). *The Certified Six Sigma Black Belt Handbook, 3rd Edition*. TBS ASQ.
- Muller, M. (2019). *Essentials of Inventory Management, Third Edition*. HarperCollins.
- Ortiz, C. (2016). *The 5S Playbook: A Step-by-Step Guideline for the Lean Practitioner*. CRC Press © .
- Relph, G. (2015). *Inventory Management: Advanced Methods for Managing Inventory within Business Systems*. Kogan Page.
- Restrepo, C. M. (2023). *Fundamentos de Ingeniería Industrial*. Bogotá : Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Roa, O. N. (2007). Control de Inventarios y Punto de Reorden Aplicado a Excel. *Tesis: Control de Inventarios y Punto de Reorden Aplicado a Excel*. Universidad Villa Rica, Boca del Río, Me\*xico. <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/d89db619-5768-4349-bc1f-17e9e9d39daa/content>
- Salas, H. G. (2022). *Inventarios: manejo y control*. Bogotá : Ecoe Ediciones.

Soliman, K. (2023, Julio 21). *LinkedIn*. <https://www.linkedin.com/pulse/reorder-point-economic-order-quantity-kareem-soliman>

Stern, T. V. (2024). *Lean Six Sigma: International Standards and Global Guidelines, Third Edition*. CRC Press ©.

## CAPÍTULO VIII: APÉNDICE

### 8.1 Apéndice 1: Fotos de Carnes Ticas S.A.

En este apéndice se adjuntan las fotos tomadas en el lugar del proyecto para el año 2025.

Evidencia de desorden y bloqueos en el área de producción y falta de rotulación.



Evidencia de desorden en el área de recepción de materias primas y falta de rotulación.



Evidencia de desorden en el área de recepción, falta de rotulación, e indumentaria desubicada.



Evidencia de desorden en el área de recepción por falta de rotulación y de más racks en el área de recepción de materiales.



Evidencia de desorden y constante bloqueo de otros instrumentos diarios.



Evidencia falta de rotulación y mejor acceso.



Evidencia de desorden y duplicidad de moldes en la ubicación de las partes de máquinas.



Evidencias de obstrucción continua, falta de estandarización y nula rotulación bodega 2.



Evidencia de obstrucción continua y falta de estandarización bodega 2.



Evidencias de obstrucción continua, falta de estandarización y nula rotulación bodega 1.



Evidencias de obstrucción continua, falta de estandarización y nula rotulación bodega 1.





Evidencia de desorden duplicidad de moldes en la ubicación de las partes de máquinas.



## Evidencia 2



Evidencia de desorden en la ubicación y continua obstrucción del flujo de desplazamiento.



## 8.2 Apéndice 2: Rótulos de Carnes Ticas S.A.

