

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO SISTEMA DE GESTIÓN PARA  
PLANTA DE MANUFACTURA DE  
PRODUCTOS AUTOMOTRICES PARA LA  
EMPRESA CENTRAL DE MANGUERAS**

**Proyecto de graduación para optar por el  
grado de Licenciatura en Ingeniería  
Industrial**

**Estudiante: Otto Barrantes Valverde**

**Tutor: Ing. Franklin Carvajal Cordero**

**Uruca, 2024**

## I. DECLARACIÓN JURADA

### DECLARACIÓN JURADA

Yo Otto Fabián Barrantes Valverde, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1282-0009 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: DISEÑO SISTEMA DE GESTIÓN PARA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS AUTOMOTRICES PARA LA EMPRESA CENTRAL DE MANGUERAS 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 San José, a los 18 días del mes de marzo del año dos mil veinticinco.

OTTO  
BARRANTES  
VALVERDE

Firmado digitalmente  
por OTTO BARRANTES  
VALVERDE  
Fecha: 2025.03.18  
16:27:02 -06'00'

Firma del estudiante

Cédula 1-1282-0009

## II. CARTA APROBACIÓN TUTOR

### CARTA DEL TUTOR

Tibás, 16 de febrero de 2025

**Estimados Señores**  
**Carrera de Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

El estudiante Otto Barrantes Valverde, cédula de identidad número 1-1282-0009, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado DISEÑO SISTEMA DE GESTIÓN PARA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS AUTOMOTRICES PARA LA EMPRESA CENTRAL DE MANGUERAS, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura.

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; conclusiones y recomendaciones.

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

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15%
C)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
	TOTAL		95%

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

Atentamente,

FRANKLIN  
 ENRIQUE  
 CARVAJAL  
 CORDERO (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
 FRANKLIN ENRIQUE  
 CARVAJAL CORDERO  
 (FIRMA)  
 Fecha: 2025.02.16 19:32:25  
 -06'00'

Ing. Franklin Carvajal Cordero, M.IOP.  
 Cédula identidad 7-0143-0830  
 Carné Colegio Profesional IPI-18032

### III. CARTA APROBACION DEL LECTOR

Heredia, 14 de marzo de 2025

**Señores**

**Servicios estudiantiles**

**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Otto Barrantes Valverde, cédula de identidad 112820009, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: "DISEÑO SISTEMA DE GESTIÓN PARA PLANTA DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS AUTOMOTRICES PARA LA EMPRESA CENTRAL DE MANGUERAS", el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

**Edwin**

**Vargas León**

Firmado digitalmente  
por Edwin Vargas León  
Fecha: 2025.03.14  
11:07:09 -06'00'

**Ing. Edwin Vargas León, Msc.**

**Cédula: 4-0167-0771**

**Carné del Colegio: IPI-- 18468**

## IV. CARTA DE APROBACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.

**Central de  
mangueras**

Viernes 22 marzo, 2024  
Uruca, San José, Costa Rica

Señores Comité de Investigación Ingeniería Industrial de la Universidad  
Hispanoamericana

La presente carta es para hacer constar la aprobación por parte de la empresa Central de Mangueras S.A. que el estudiante Otto Fabián Barrantes Valverde cédula 1-1282-0009 realice su proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial durante el segundo cuatrimestre del año 2024. El proyecto será supervisado por el director de Operaciones de la empresa el Ing. Roy Coto Cerdas Lic. MBA.

Sin más por el momento, se despide

**Roy Coto  
Cerdas** Firmado digitalmente  
por Roy Coto Cerdas  
Fecha: 2024.03.23  
08:25:21 -06'00'  
Ing. Roy Coto Cerdas Lic. MBA

**OTTO  
BARRANTES  
VALVERDE** Firmado digitalmente por  
OTTO BARRANTES  
VALVERDE  
Fecha: 2024.03.22 17:10:54  
-06'00'

Otto Barrantes Valverde

c/c archivo

## V. CARTA DE AUTORIZACION PARA LICENCIA TFG.

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

San José, Uruca

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Otto Fabián Barrantes Valverde con número de identificación 1-1282-0009 autor (a) del trabajo de graduación titulado Diseño sistema de gestión para planta de manufactura de productos automotrices para la empresa Central de Mangueras presentado y aprobado en el año 2025 como requisito para optar por el título de Licenciatura; 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° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

OTTO  
BARRANTES  
VALVERDE

Firmado digitalmente por  
OTTO BARRANTES  
VALVERDE  
Fecha: 2025.03.18 16:59:48  
-06'00'

---

Firma

Cedula: 1-1282-0009

## VI. DEDICATORIA

A mi padre, quien fue mi guía, mentor y el ejemplo más grande que la vida me dio. Su vida como educador de educación primaria y abogado me enseñó valores que han dado forma a mi carácter y a mi propósito personal y profesional. Su ética y dedicación en cada cosa que emprendía, junto con el compromiso profundo hacia las demás personas, me inspiraron a seguir su camino y a ser mejor cada día. Aunque físicamente ya no está aquí, su memoria sigue viva en cada uno de mis logros y en mi toma de decisiones. Él me enseñó que el verdadero éxito no se mide solo en logros profesionales, sino en la capacidad de actuar con integridad, inteligencia y responsabilidad hacia los demás. Su legado es una inspiración constante, y dedico este trabajo a su memoria, con el orgullo de llevar adelante sus enseñanzas y honrar su ejemplo de vida que me hizo honrarlo siempre.

A mis hermanas y hermanos, quienes con su apoyo y amor incondicional han sido una fuente de fortaleza y motivación en mi vida. En cada uno de ellos he encontrado un pilar en momentos de duda y dificultad. Su confianza en mí, sus palabras de motivación, ánimo y su presencia constante me han dado el impulso necesario para avanzar y superar los retos que se me han presentado. Somos el reflejo de los valores que nos inculcaron, y esta dedicatoria también es para ustedes, porque su apoyo incondicional ha sido clave en este camino.

A mi novia, que ha sido mi compañera y mi refugio. Su paciencia, comprensión y aliento han sido fundamentales en este proceso, dándome siempre el respaldo necesario para seguir adelante. Agradezco profundamente su disposición para acompañarme en cada paso, apoyándome y alentándome a alcanzar mis metas. Ella ha sido una fuente de inspiración y amor, recordándome la importancia de equilibrar los logros profesionales con los personales.

A la empresa en la que he tenido la oportunidad de laborar por cerca de 9 años, Central de Mangueras, que no solo me ha brindado una plataforma profesional de crecimiento, sino también una escuela de aprendizaje y crecimiento. Agradezco cada experiencia, cada reto y cada oportunidad que me ha permitido poner en práctica los conocimientos adquiridos y mejorar día a día de manera constante, por siempre retarme a ser mejor y lograr los objetivos. Es en este entorno donde he encontrado la oportunidad de desarrollarme y de aplicar lo aprendido, y eso ha sido crucial para estar aquí en esta etapa de mi vida.

Finalmente, a todas las experiencias laborales y profesionales que han forjado mi carácter, mis habilidades y mi perspectiva. Cada paso en el camino ha sido un aprendizaje, y todas esas experiencias han contribuido a moldear mi visión profesional y personal. Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de quienes me rodean y de los aprendizajes obtenidos en el camino, y por ello, a todos ustedes les dedico este logro con profundo agradecimiento.

## VII. ÍNDICE

I.	DECLARACIÓN JURADA .....	1
II.	CARTA APROBACIÓN TUTOR .....	2
III.	CARTA APROBACION DEL LECTOR.....	3
IV.	CARTA DE APROBACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.....	4
V.	CARTA DE AUTORIZACION PARA LICENCIA TFG.....	5
VI.	DEDICATORIA .....	6
VII.	ÍNDICE.....	7
VIII.	ÍNDICE DE FIGURA .....	10
IX.	ÍNDICE DE GRAFICOS .....	11
X.	ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	12
XI.	RESUMEN EJECUTIVO .....	13
	CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....	14
1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	15
1.2	IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN .....	15
1.2.1	Descripción general de la organización .....	15
1.2.2	Antecedentes del contexto de la empresa .....	16
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.3.1	Definición y medición del problema .....	17
1.3.2	Justificación del proyecto.....	19
1.4	OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	20
1.4.1	Objetivo general.....	20
1.4.2	Objetivos Específicos.....	20
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES .....	20
1.5.1	Alcances .....	20
1.5.2	Limitaciones.....	21
	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	22
2.1	MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA .....	23
2.1.1	Ingeniería Industrial.....	23
2.1.2	Sistema Planificación de Recursos Empresariales (ERP).....	23
2.1.3	Plan de Requerimiento de Materiales (MPR) .....	24

2.1.4 Plan Maestro de Producción (MPS) .....	24
2.1.5 Lista de Materiales BOM .....	25
2.1.6 Diagrama de Flujo .....	26
2.1.7 Diagrama de Causa Efecto .....	28
2.1.8 Diagrama de Pareto .....	29
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO .....	30
2.2.1 Metodología DMAIC .....	30
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO .....	31
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	32
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	34
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	35
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	35
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.....	36
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO. ....	37
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	37
4.1 MEDICIÓN.....	40
4.1 Análisis de los procesos de la planta de envasado .....	40
4.1.2. Proceso de producción en BF03. ....	40
4.1.2. Proceso de calidad.....	45
4.1.3. Proceso pedido de insumos. ....	48
4.1.4. Distribución de planta.....	50
4.1.5. PARETO DE LA UNIDADES PRODUCIDAS. ....	53
4.1.6. PARETO ANÁLISIS DE ERRORES. ....	53
4.1.7 ANÁLISIS PRESENTACIÓN MAYOR FUENTE ERROR EN PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	61
4.1.7. Diagrama de Ishikawa .....	63
4.2 ANÁLISIS.....	66
5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	69
5.1.1. Check List Mantenimiento Equipo de Envasado.....	70
5.1.2. BOM Materiales y orden producción.....	74

5.1.3. Check List Revisión Calidad .....	76
5.1.4. Plan Maestro de Planificación – Plan Requerimiento Materiales .....	77
5.2 COSTO BENEFICIO DE LA PROPUESTA .....	79
5.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	81
5.4 CONTROL .....	83
6.1 CONCLUSIONES .....	88
6.2 RECOMENDACIONES .....	90

## VIII. ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1</b>	Organigrama de la Empresa .....	16
<b>Figura 2</b>	Estructura Lista Materiales (BOM).....	26
<b>Figura 3</b>	Simbología Norma ANSI.....	27
<b>Figura 4</b>	Simbología Norma ASME .....	27
<b>Figura 5</b>	Ejemplo diagrama Causa Efecto .....	28
<b>Figura 6</b>	Represetacion Grafica Diagrama Pareto .....	30
<b>Figura 7</b>	Etapas DMAIC.....	38
<b>Figura 8</b>	Flujograma de proceso de producción BF03.....	41
<b>Figura 9</b>	Ejemplos productos re-envase .....	42
<b>Figura 10</b>	Flujograma de proceso de Control de calidad. ....	46
<b>Figura 11</b>	Flujograma de proceso de pedido de insumos. ....	48
<b>Figura 12</b>	Planta Distribución de la planta de envasado.....	50
<b>Figura 13</b>	Unidades producidas durante los últimos 12 meses .....	53
<b>Figura 14</b>	Análisis causas de error planta de producción .....	59
<b>Figura 15</b>	Costos Mano de Obra reprocesado.....	61
<b>Figura 16</b>	Presentación con mayor frecuencia error.....	61
<b>Figura 17</b>	Análisis de Causas Raíz con Diagrama de Ishikawa.....	63
<b>Figura 18</b>	Diagrama Propuesta de Solución .....	69
<b>Figura 19</b>	Ejemplo Check List Equipo.....	71
<b>Figura 20</b>	Equipo Selladora .....	72
<b>Figura 21</b>	Maquina tapadora Cubetas .....	72
<b>Figura 22</b>	Ejemplo Check List Equipo.....	73
<b>Figura 23</b>	BOM Lista Materiales CDM .....	74
<b>Figura 24</b>	Propuesta Boleta Producción .....	75
<b>Figura 25</b>	Propuesta Check List Control de Calidad.....	76
<b>Figura 26</b>	<b>MPS</b> Central de Mangueras .....	77
<b>Figura 27</b>	<b>MPR</b> Central de Mangueras .....	78
<b>Figura 28</b>	Costo monetario ejecución de propuesta .....	80
<b>Figura 29</b>	Gantt Implementación .....	83

## IX. ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1</b> Unidades Producidas por año.....	18
<b>Gráfico 2</b> Pareto unidades producidas. ....	53
<b>Gráfico 3</b> Pareto unidades producidas. ....	60
<b>Gráfico 4</b> Pareto presentación mayor errores.....	62

## X. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC: Metodología utilizada para el desarrollo de proyectos y sus siglas corresponden a:

- D: Definir
- M: Medir
- A: Analizar
- I: Mejorar o Implementar
- C: Controlar

ERP: De sus siglas en inglés “Enterprise Resource Planning” que significa “Sistema de Planificación de Recursos Empresariales”.

CEDI: Centro de Distribución. Centro de almacenamiento y distribución de toda la mercadería que tiene la empresa para ser vendida. Desde aquí se planea toda la logística para enviar inventario a los puntos de venta.

OC: Orden de compra.

## **XI. RESUMEN EJECUTIVO**

Este proyecto se llevó a cabo en la planta de envasado para fluidos automotrices de la empresa Central de Mangueras, ubicada en La Uruca, San José, con más de 46 años en el mercado costarricense, se dedica a la comercialización de productos industriales, lubricantes e ingeniería. Sin embargo, su envasadora carecía de procesos documentados y controles adecuados por trabajar empíricamente, lo que afectaba la eficiencia operativa y la calidad del producto.

El principal objetivo de este trabajo fue diseñar e implementar un sistema de gestión que permitiera estandarizar procesos, garantizar la calidad de los productos acabados y evitar costos por fallos de calidad y reprocesos. Para esto, se utilizó la metodología DMAIC, que facilitó el análisis y rediseño de los procesos críticos dentro del área de envasado.

Durante el desarrollo del proyecto, se identificaron problemas importantes, como una gestión inadecuada de la calidad, falta de control sobre el inventario y procesos operativos ineficientes. Un claro ejemplo, fue que se cuenta con un claro exceso de inventario de etiquetas y envases que representaba una inversión innecesaria en productos ociosos.

La implementación del sistema de gestión trajo consigo beneficios significativos. Se implementaron controles de calidad más rigurosos y documentados lo cual mejora la administración de inventarios, cuidado de equipos, mejorar en los pedidos de insumos. Esto no solo da una reducción en los costos operativos, sino que también contribuyó a mejorar la satisfacción del cliente tanto interno como externo por ofrecer productos de mayor calidad.

El análisis costo y beneficio evidenció que la inversión en la implementación del sistema de gestión se recuperaría en un periodo de cuatro meses, gracias a la reducción de reprocesos y la optimización de los recursos. Para concluir, este proyecto no solo fortalece a la estructura de operación de la envasadora, sino que también sienta las bases para un crecimiento sostenible y una mayor competitividad.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

## **1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

El presente proyecto se realiza en la planta de manufactura de producto automotrices de la empresa Central de Mangueras, la misma es una empresa comercial que comercializa productos industriales, lubricantes y equipo para sistemas electromecánicos. El proyecto se desarrolla en la sede central, específicamente en la bodega principal ubicada en la Uruca, San José.

El proyecto consiste en diseñar e implementar un sistema de gestión para la planta de manufactura de la empresa, la finalidad es brindarle a la empresa un base de procesos estandarizados y controles que le permitan la eficiente operatividad, así como garantizar la calidad del producto y rentabilidad, ya que hoy día la planta no cuenta con procesos documentados ni controles.

## **1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**

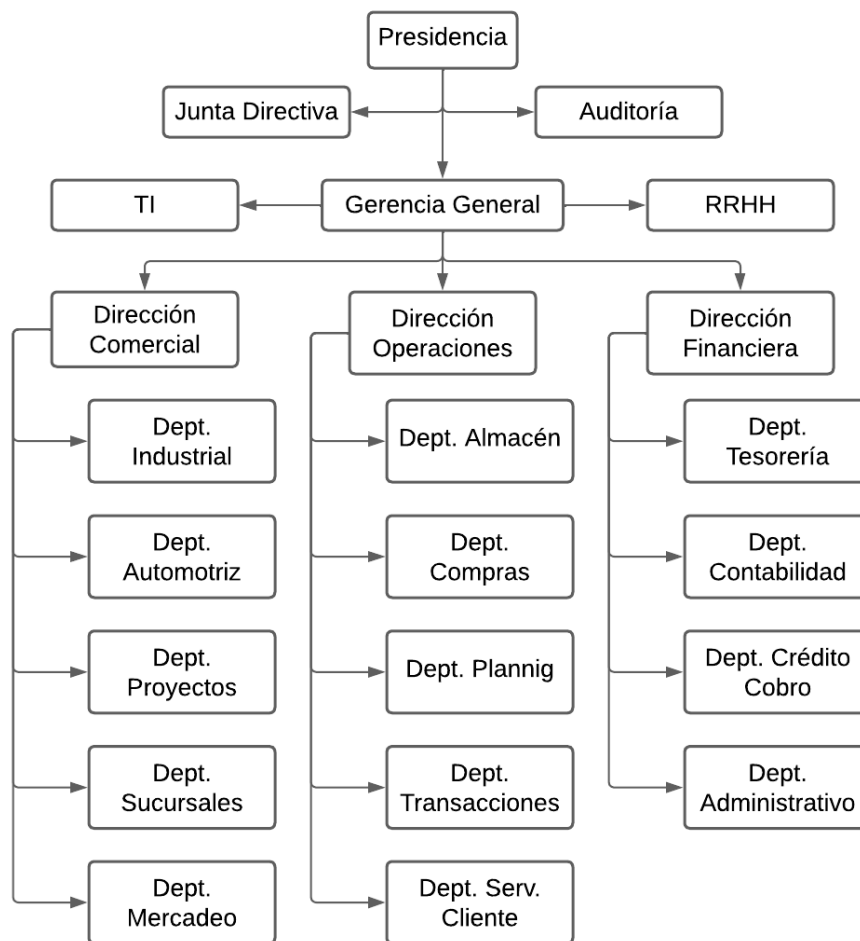
### **1.2.1 Descripción general de la organización**

La empresa Central de Mangueras es una compañía comercial que se dedica a la importación y comercialización de productos industriales, lubricantes, automotriz y proyectos/ingeniería, así como servicios de taller, fue establecida hace cuatro décadas y atiende todo el territorio nacional mediante 12 sucursales propias y socios comerciales. Cuenta con más de 200 colaboradores y una unidad de asesores en ventas que recorren las principales empresas de Costa Rica.

Central de Mangueras también está presente en Panamá, en este país cuenta con sucursales móviles en diferentes proyectos como el Canal de Panamá y en la ciudad de pueblo nuevo en minas de extracción.

En la figura 1 se presenta el organigrama de la empresa. La planta de manufactura está a cargo del departamento de Almacén.

**Figura 1** Organigrama de la Empresa



*Fuente: Elaboración propia*

### 1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

La empresa Central de Mangueras nace en 1979 cuando un matrimonio se propone abrir una empresa para la importación y comercialización, rápidamente se posiciona en Costa Rica como una empresa pionera en brindar diferentes líneas de producto, tales como mangueras hidráulicas, industrial y automotrices, variedad importante de acoples y fitinería, así como fajas automotrices e industriales de reconocidas marcas.

En 1981 agrega a su cartera la distribución de bandas transportadoras, compresores de aire y máquinas de lavado a presión, posteriormente en 1986 incorpora la distribución de lubricantes y grasas, filtración, accesorios hidráulicos y neumáticos al igual que instrumentación.

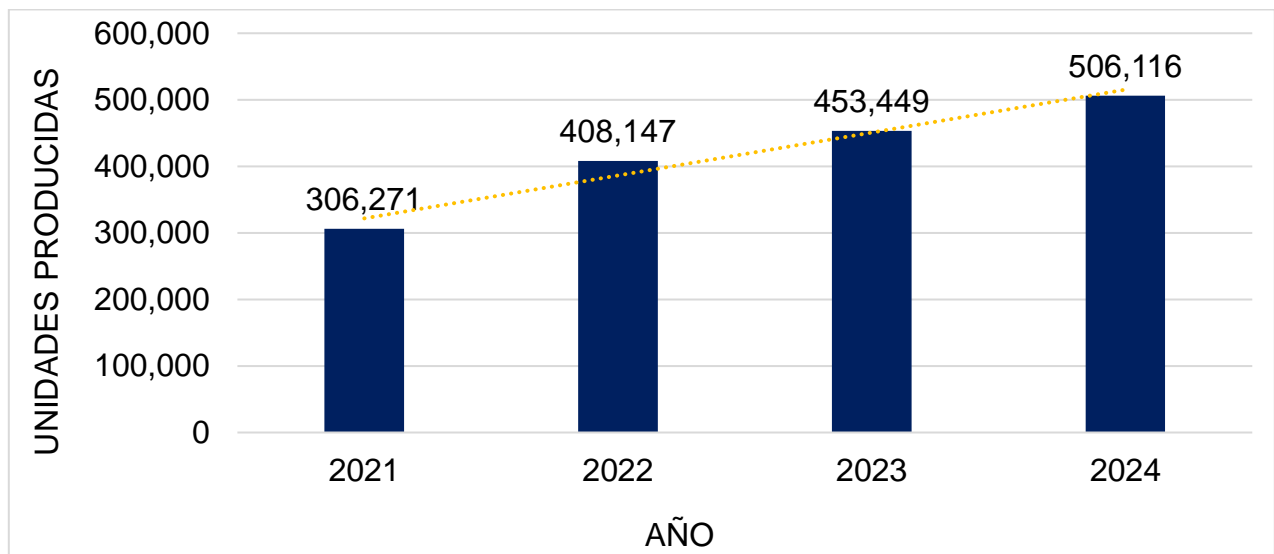
Los inicios de la empresa fueron en un edificio alquilado en la Uruca, a raíz del rápido posicionamiento en el mercado en 1986 se dio la construcción de la bodega principal y oficinas, posteriormente en 1995 abren las 2 primeras sucursales (Pital y Alajuela) y luego paulatinamente se dio la apertura de sus otras sucursales, siendo Carrillo la última en inaugurarse en el 2022. En el 2011 la empresa incursionó en el mercado de Panamá cuando la empresa abrió una sucursal para la atención del proyecto de ampliación del canal.

## **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 Definición y medición del problema**

La empresa Central de Mangueras en los años reciente ha experimentado un incremento exponencial en la venta de productos automotrices, debido a la comercialización de marca propia y el maquilado a terceros. Para ello la empresa inicialmente instaló una pequeña línea de envasado, pero con el crecimiento tuvo que destinar un espacio de su bodega principal para la instalación de una planta de envasado con varias líneas de producción, pero la misma está funcionando bajo la expertis del personal sin los procesos y herramientas ingenieriles que garanticen una administración correcta de los recursos.

En la gráfica 1 se presenta las unidades envasadas desde el 2021 y una proyección al finalizar el 2024, hay un claro crecimiento entre los periodos. De 2021 a 2022 el incremento fue del 33%, del 2022 al 2023 del 11% y se proyecta que para el 2024 el crecimiento sea del 12%.

**Gráfico 1** Unidades Producidas por año

Fuente: *Elaboración propia*

Hoy día la planta de manufactura no cuenta con un sistema de gestión, sino que funciona como una extensión del almacén debido a que inicialmente se concibió como un plan piloto. Actualmente la planta no tiene procesos documentados y estandarizados, controles de calidad normados, listas de materiales (BOM), plan de requerimiento de materiales (MPR), diseño de planta, estudio de capacidad y lo más delicado es que no hay un coste real del producto, sino que se basa en valores de referencia de mano de obra e indirectos.

Un ejemplo de lo anterior es el monto de inventario de etiquetas el cual es de 30 millones de colones y el promedio mensual de consumo es de 1.5 millones en etiquetas, es decir hay 20 meses de inventario, cuando se podría manejar 3 meses máxime que el proveedor es local, generando que la empresa invierta en productos ociosos.

El problema principal es que hoy día no se tiene conocimiento de la rentabilidad real de este negocio, actualmente los números dan favorables, pero hay sospechas que la rentabilidad es menor, además de desconocer la capacidad real de la planta de distribución y la demanda.

### 1.3.2 Justificación del proyecto

El desarrollo de este proyecto le permite a la empresa Central de Mangueras contar con un sistema de gestión para su planta de manufactura, sumado a que la empresa está iniciando el proceso de trasladar la planta a un espacio de mayor tamaño por lo cual el análisis del layout brinda una optimización en el flujo del proceso.

La implementación del sistema de gestión en la planta de manufactura beneficia a la empresa con una base de procesos estandarizados y controles que le permitan soportar el crecimiento garantizando la calidad del producto, también obtiene beneficios de rentabilidad mediante optimización de procesos y control de inventarios.

El desarrollo de este proyecto no solo mejora los procedimientos actuales de la operación, sino que también evita la mayoría de los costos gracias a la corrección de errores en el área de envasado. Actualmente, la empresa incurre en gastos no deseados debido a la necesidad de reetiquetar productos y realizar correcciones manuales en el proceso de envasado para evitar derrames, defectos en envase y en el sellado de productos. Estos procedimientos empíricos no solo incrementan los costos laborales directos, sino que también afectan la efectividad general del área de envasado y la calidad del producto acabado.

Al mejorar los procesos actuales, se reducen los errores en la línea de envasado, lo que permite un desarrollo más eficiente de los recursos de cara a las labores operativas.

No solo reduce los costos de operación, sino que también mejora la calidad del producto, incrementando la satisfacción del cliente al recibir su producto acabado, que es donde muchas veces nacen los reportes de los errores y desde la producción y fortaleciendo la posición competitiva de la empresa en el mercado de fluidos automotrices. Además, al mejorar la intervención por errores, se espera una disminución en la cantidad de errores, lo que demostrará a una mayor eficiencia

operativa y a una reducción de los costos relacionados a productos con no conformidad. En resumen, la ejecución de este proyecto se traduce en beneficios económicos tangibles y en una mejora gestión de los recursos operativos.

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema de gestión en la planta de manufactura de la empresa Central de Mangueras basado en la metodología DMAIC para garantizar la calidad del producto y la rentabilidad del negocio.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Mapear y analizar los procesos de manufactura que se ejecutan en la planta de envasado.
- Analizar los procesos de manufactura que se ejecutan en la planta de envasado.
- Rediseñar los procesos que presenten falencias que comprometen la operatividad y calidad del producto acabado.
- Diseñar los procesos para una correcta, calidad del producto, rentabilidad del negocio y operatividad.
- Documentar los procesos de la planta de envasado.
- Analizar el layout de la planta de producción.

## **1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.5.1 Alcances**

- La propuesta del sistema de gestión para la planta de manufactura se basa en las condiciones (equipo) y software con los que cuenta la empresa Central de Mangueras en su ubicación actual.

### 1.5.2 Limitaciones

Hay limitaciones que pueden influir en el alcance, la metodología y los resultados las mismas identificadas en función de los recursos disponibles, el acceso a la información y la operación de Central de Mangueras S.A. ubicada en la Uruca.

La falta de historial detallado ya que esto hace más difícil la identificación de las variables más importantes de los problemas en el área de envasado, la generación de información dependerá también mucho de la disposición y cooperación del personal del área de envasado llamadas BF03.

La carga laboral y la disponibilidad del personal podrían limitar el acceso a los medios para obtención de información como entrevistas, observaciones, entre otros.

También hay limitaciones tecnológicas para el análisis preliminar ya que no se cuenta con herramientas tecnológicas avanzadas para la recolección y análisis, esto podría afectar las probabilidades de identificar con precisión los principales problemas en la línea de envasado.

Al ser un área que se desarrolló empíricamente y fue creciendo según su demanda creciente en los productos envasados no se cuenta con documentación formal de procesos, la planta de manufactura no cuenta con procedimientos estandarizados ni documentación formal sobre sus procesos de manera oficial ya que cuenta con un sistema llamado SFD donde se encuentra la documentación formal de la empresa.

La empresa está en un periodo de muchos cambios en la organización desde las áreas operativas y las comerciales lo cual podría en algún momento dificultar o retrasar la elaboración ya que en los últimos meses se han hecho traslados de operaciones, cambio de personal, nuevas gerencias y jefaturas que impactan directamente en la generación de información para este proyecto.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

### **2.1.1 Ingeniería Industrial**

El *American Institute of Industrial Engineering* (2018) define la ingeniería industrial como la profesión responsable de la planificación, el mejoramiento y la instalación y seguimiento de sistemas integrados por seres humanos, materiales y equipos. Es una rama de la ingeniería que impacta todos los niveles y sectores relacionados a la sociedad con innovaciones en sectores tanto de manufactura como servicios, buscando la optimización de procesos o sistemas complejos y mejora continua.

De acuerdo con el Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología de Estados Unidos (2015) define la ingeniería como la profesión que, mediante conocimientos de la matemáticas y ciencias naturales obtenidos a través del estudio, análisis, experiencia y la practicas son aplicados para desarrollar diversas formas de utilizar las fuerzas y los materiales de la naturaleza para el beneficio de la humanidad de manera constantes y fomentando la mejorar continua.

### **2.1.2 Sistema Planificación de Recursos Empresariales (ERP)**

Los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP, por sus siglas en inglés), según Suárez C. (2010), se definen como una solución integral de software con el objetivo de realizar una gestión mucho más eficiente en relación a los recursos de una empresa, este sistema se compone de varios módulos funcionales que se ajustan a las empresa según su necesidad, como gestión financiera y contable, recursos humanos, gestión de inventarios y almacenamiento, logística, compras, gestión de ventas entre otros, que son configurados adaptablemente a la funcionalidad de la empresa según sus necesidades de operación de manera específica.

El principal objetivo de los sistemas ERP son los de optimizar y automatizar todos los procesos de la empresa, identificando y evitando la duplicación de tareas o procesos y así minimizando la posibilidad de cometer errores manuales, lo que resulta en un mejor resultado de eficiencia operativa. Además, al centralizar la información, los ERP permiten una mejor toma de decisiones basada en datos, ya que brindan acceso a información en tiempo real de todas las áreas funcionales de la empresa impacto en la gestión empresarial, mejora en la productividad, reducción de costos, adaptabilidad, integración total, desafíos de implementación.

### 2.1.3 Plan de Requerimiento de Materiales (MPR)

El Plan de Requerimiento de Materiales (MRP, por sus siglas en inglés), es un sistema integral de planificación de inventarios que ayuda a las empresas a garantizar la disponibilidad de materiales necesarios para la producción. Según Collier (2015), su principal objetivo es calcular con precisión la cantidad de materia prima requerida para satisfacer la demanda de productos finales, lo que optimiza el proceso de compra y reduce el riesgo de exceso o falta de inventario. A través de este sistema, se mejora la eficiencia operativa al alinear las órdenes de compra con los tiempos de producción y entrega, lo que resulta en una gestión más fluida de la cadena de suministro ya que este también contempla los plazos de entrega, las capacidades de producción y la demanda actual de la empresa. Esto permite reducir todos los costos asociados al exceso de producción y a la falta de inventario, haciendo más eficientes los procesos, dando respuesta más rápida lo que al final se forma en mayor competitividad para resolver las necesidades del mercado.

### 2.1.4 Plan Maestro de Producción (MPS)

El Plan Maestro de Producción (MPS) es una herramienta clave para la planificación detallada de la producción, ya que establece las directrices necesarias para coordinar la fabricación y el cumplimiento de los pedidos de manera eficiente. Según

Collier (2015), su principal función es desglosar la demanda en un plan de producción factible, considerando la capacidad de la planta, las órdenes de compra y las necesidades de inventario. Este plan no solo asegura que se produzca lo necesario en el momento adecuado, sino que también optimiza el uso de los recursos, minimiza los costos de almacenamiento y mejora la satisfacción del cliente al cumplir con los plazos de entrega. De esta forma, el MPS se convierte en un puente entre la planificación estratégica y la operación diaria, alineando los objetivos de la empresa con la capacidad de producción.

Una característica importante del MPS es su capacidad de ajustarse a cambios en la demanda o en la disponibilidad de recursos. Esto lo convierte en una herramienta dinámica que no solo garantiza el cumplimiento de los plazos, sino que también permite la toma de decisiones rápidas y eficientes ante variaciones en el entorno operativo.

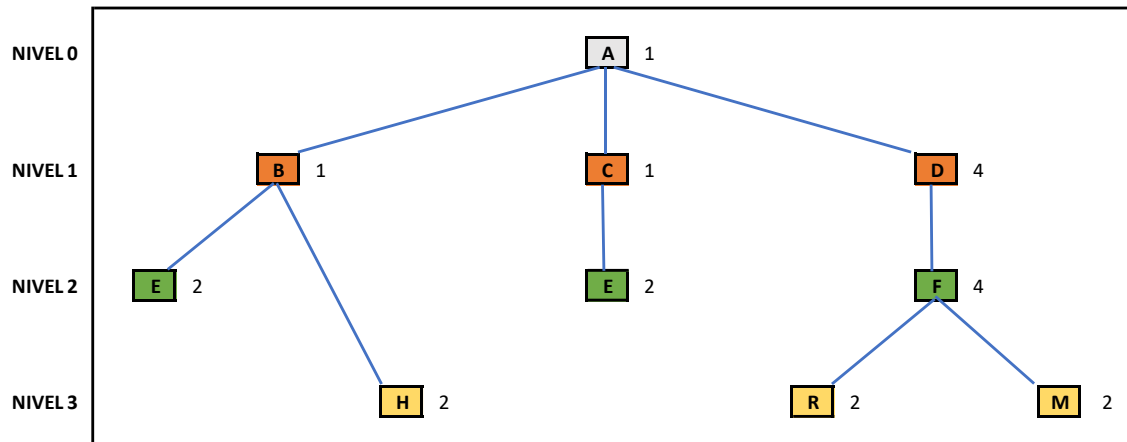
### 2.1.5 Lista de Materiales BOM

La Lista de Materiales (BOM, por sus siglas en inglés), es un documento que desglosa de manera estructurada todos los componentes, materias primas y ensamblajes requeridos para la producción de un artículo terminado, puede tener diferentes niveles de detalle de complejidad del producto permitiendo a las empresas identificar los cuellos de botella en el proceso de producción. Según Collier (2015), la BOM incluye cada elemento necesario para la fabricación unitaria del producto, proporcionando una visión detallada de los insumos y sus relaciones jerárquicas. Este listado es crucial para la planificación de la producción, ya que facilita el control de inventarios, la gestión de costos y la coordinación eficiente entre departamentos de compras y producción, contribuyendo al cumplimiento de los plazos previamente negociados o estandarizados.

Todo lo anterior mencionado favorece a la precisión de las programaciones, demandas de materiales, por ende, reduciendo costos relacionados a inventarios ya sean sobreacumulación o por ineficiencia.

**Figura 2 Estructura Lista Materiales (BOM)**

A) Arbol estructural del producto A



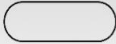
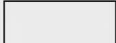





*Fuente: Elaboración propia*

### 2.1.6 Diagrama de Flujo

El método de diagrama de flujo fue utilizado por primera vez por Frank Gilberth, fue presentado por un representante de la administración científica en 1921 en los Estados Unidos y rápidamente el método fue adaptado por las ingenierías para la representación y análisis de los trabajos.

El concepto de diagrama de flujo según lo explica Carvajal E et al. (2017) es una representación gráfica mediante símbolos y líneas de la secuencia de un conjunto de actividades que desglosan un proceso. La simbología para la construcción del diagrama de flujo está en función a la norma que se utilice. Las normas más populares en la actualidad son la ANSI y ASME por sus siglas en inglés.

**Figura 3** Simbología Norma ANSI

SIMBOLO	REPRESENTA
	Inicio o término. Indica el principio o el fin del flujo, puede ser acción o lugar, además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.
	Actividad. Describe las funciones que desempeñan las personas involucradas en el procedimiento.
	Documento. Representa un documento en general que entre, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en donde se debe tomar una decisión entre dos o más alternativas.
	Archivo. Indica que se guarda un documento en forma temporal o permanente.
	Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.

Fuente: Norma ANSI

**Figura 4** Simbología Norma ASME

SIMBOLOGÍA DE ASME		
ORIGEN		Para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
OPERACIÓN		Hay una operación cada vez que una forma o documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características, cuando se une o engrapa o cuando se desune o desengrapa, cuando se prepara para otra operación, transporte o almacenamiento.
INSPECCIÓN		Hay una inspección cada vez que una forma o documento es examinado para identificarlo o para verificar su cantidad, calidad o características. El resultado de esta inspección puede ser: a) Corregir inmediatamente los errores. b) Rechazar la forma o documento. c) Devolverlo para que el error sea corregido. d) Comparar con otro documento.
TRANSPORTE		Hay un transporte cada vez que una forma o documento se mueve, excepto cuando dicho movimiento es parte de una operación o de una inspección.
DEMORA		Ocurre una demora a una forma o documento cuando las condiciones de trabajo no permiten o requieren la ejecución de la siguiente acción planeada.
ALMACENAMIENTO		Ocurre un almacenamiento cuando una forma o documento es guardado o protegido contra un traslado no autorizado; cuando es archivado permanentemente.
ALMACENAMIENTO TEMPORAL		Ocurre una forma o documento se archiva o guarda transitoriamente, antes de continuar con el siguiente paso.
ACTIVIDADES COMBINADAS OPERACIÓN Y ORIGEN		Se considera esta actividad cuando la forma o documento entra al proceso y al mismo tiempo puede suceder una operación.
INSPECCIÓN Y OPERACIÓN		Se considera esta actividad cuando el fin principal es efectuar una operación, durante la cual puede efectuarse alguna inspección.

Fuente: Norma ASME

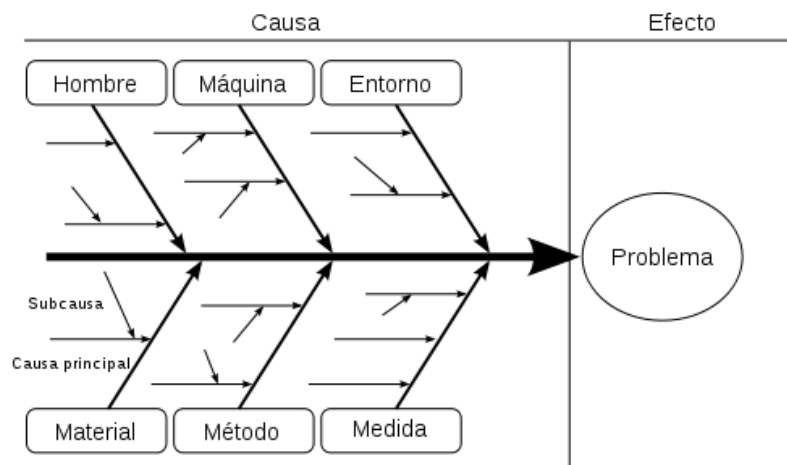
### 2.1.7 Diagrama de Causa Efecto

Este enfoque permite a los equipos identificar las causas más obvias, sino también descubrir interacciones entre variables de cada categoría, que podrían no ser evidentes al principio. Las categorías ayudan a estructurar la búsqueda de causas y aseguran una revisión exhaustiva de todos los aspectos relevantes del proceso, promoviendo así un análisis profundo y acciones correctivas más efectivas.

Las principales causas se subdividen en cinco o seis categorías que son:

- Método
- Materiales
- Mano de obra
- Entorno
- Medición
- Máquina

**Figura 5** Ejemplo diagrama Causa Efecto



*Fuente: Progresión Lean (2021)*

Los objetivos de un diagrama de causa efectos son los siguientes según Baca U et al (2014):

- Detección de soluciones a problemas

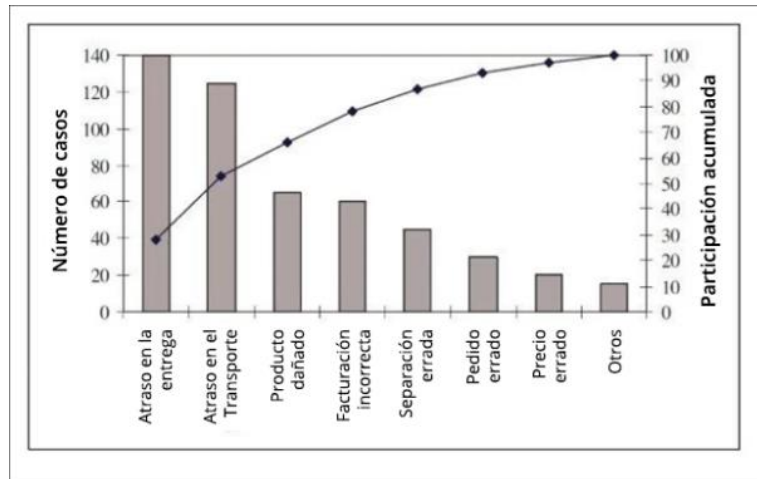
- Detección de causas raíz.
- Propuestas de mejora en procesos.

### 2.1.8 Diagrama de Pareto

De acuerdo con Baca U et al. (2014) esta herramienta sirve para determinar el orden de importancia de las causas de un efecto, proporcionando la información de cuáles son las principales causas que ocasionan el problema analizado por medio de recolección o análisis de datos, ya que se usa la regla del 80 / 20 la cual indica que el 80% de los problemas se debe al 20% de las causas. Es un gráfico de barras combinado una curva de tipo creciente la cual indica el porcentaje que representan los datos de las barras, mismas que representan cada una un problema identificado.

Además de priorizar las causas más significativas mostradas en esta herramienta, permite visualizar de manera clara la relación entre los problemas y sus causas, facilitando una toma de decisiones más eficiente, ya que es muy útil en diversas industrias para analizar y optimizar procesos, realizar seguimientos para reducción de costos y para mejorar la calidad de productos y servicios, ya que permite a los equipos establecer prioridades de enfocarse en las áreas con mayor potencial de mejora.

**Figura 6** Representación Gráfica Diagrama Pareto



*Fuente: Lean Construction Mexico (2022)*

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

### 2.2.1 Metodología DMAIC

La metodología DMAIC es un enfoque para la resolución de problemas que tiene su fundamento en la obtención de datos para realizar mejoras y optimizaciones en productos, diseños y procesos. Fue creada en los años 1980 por el ingeniero de motorola Bill Smith como parte de la metodología Six Sigma.

Las 5 fases de la metodología DMAIC según lo explica Gutiérrez H (2015) se pueden definir como se muestra a continuación

- Definir el proyecto (D): En esta etapa se enfoca en establecer cuál es el problema que resolver, se define el objetivo, así como la delimitación del alcance del proyecto.
- Medir (M): El objetivo de esta etapa es entender y cuantificar el problema del proyecto. Para lograr el fin de esta etapa se define de manera más detallada el

flujo del proceso, entradas y salidas, puntos de decisión y detalles de funcionamiento.

- Analizar (A): La finalidad de esta etapa es identificar las causas raíz del problema definido en la primera fase y entender como estas generan el problema.
- Mejora (I): El objetivo de esta fase es la de proponer e implementar soluciones que respondan a las causas raíz identificadas en la etapa “Analizar” buscando que se corrija o se disminuya el problema.
- Controlar (C): En esta etapa se diseña un sistema de indicadores que permita mantener las mejoras logras en la fase de “Mejora” y dan como resultado el cierre del proyecto.

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO**

Según lo expuesto por Waller y Esper (2017) el inventario es una medida fundamental de la salud general de la cadena de suministros y de las acciones logísticas, es por ello por lo que la eficiencia en la administración y control de los inventarios / cadena de suministros se ha vuelto de los objetivos estratégicos fundamentales de las empresas.

El autor Laveriano W (2014) indica que las empresas que aplican un correcto control de inventarios son compañías eficientes que generalmente tienen los siguientes beneficios:

- Información exacta del inventario que permite un proceso óptimo de aprovisionamiento sin excesos o faltantes.
- Ahorro en los procesos de compra y almacenamiento de la mercadería.
- Detectar y gestionar inventarios obsoletos o con poco movimiento para buscar una salida beneficiosa para la empresa.

De acuerdo con Collier (2015) el plan maestro de producción (MPS) y el plan requerimiento de materias (MPR) es un enfoque con visión de futuro basado en la demanda para planear la producción de artículos manufacturados, así como la compra de materiales y componentes para reducir problemas con el cumplimiento de la demanda y minimizar inventarios innecesarios que se traduce en la reducción de costos tanto operativos como de materias primas .

Así mismo Collier (2015) explica que proporcionar bienes y servicios que satisfagan a los clientes y sus necesidades es esencial para la sustentabilidad de las empresas. También Collier ( 2015) en su libro “Administración de Operaciones” indica que la calidad vista desde una perspectiva de operaciones su definición es en qué medida un proceso puede entregar resultados que se ajusten a las especificaciones de diseño.

## **2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMENJANTES**

A continuación, se exponen casos de diferentes experiencias semejantes y proyectos donde se implementan sistemas de gestión para garantizar el correcto funcionamiento y rentabilidad de plantas producción

De acuerdo con Monzón (2019), en su trabajo de investigación “Propuesta de implementación de herramientas de la manufactura esbelta para reducir los altos costos operativos en la línea de producción de calzado para dama tipo balerina de la empresa de calzado Chikitinas” concluyó que una vez obtenido los principales problemas que afectó a la empresa de calzados se pretende implementar metodologías que ayuden a reducir sus costos de operación, obteniendo como resultados una disminución del 30% con respecto a la preparación de los materiales y con respecto a la eliminación de movimientos que no añadían valor a los procesos de producción hay una reducción del 20%.

Según Michán et al. (2019) concluye que posterior al diseño e implementación de un sistema de gestión para la planificación y control de calidad en una empresa

chocolatera hay un aumento la productividad. “La planificación de la producción y control de la calidad aumentará la productividad de la empresa y su producto terminado, y esto se comprueba a partir de los resultados obtenidos del plan de mejora, en el cual se observó un incremento de la producción mensual en 55.4 cajas, además de ello, se logró disminuir los porcentajes de unidades defectuosas y reprocessadas; con ello se genera nuevas alternativas para mejorar la planificación y calidad.”

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROYECTO.**

Se desarrolla con la metodología DMAIC y en esta primera fase se busca definir el problema e identificar cómo afecta la producción de envasado para precisar los beneficios esperados del proceso (Gutiérrez, H., 2010, p.285.) los objetivos que se van a alcanzar en “Definir son:

Establecer el problema y las afectaciones que implica para la empresa. Definir el objetivo general que se alcanzará.

- Identificar las falencias que tiene el sistema de gestión actual de la planta de producción de la empresa.
- Establecer el objetivo general de proyecto, así como alcances y limitaciones

Para llegar a esto se utilizó:

- Observación.
- Entrevistas
- Lluvia de ideas.

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.**

En este apartado se desarrolla la “Medición” en el cual se describe mucho más el flujo de trabajo, detalles de su funcionamiento, los puntos de decisión y se establecen con mayor detalle las métricas con las que se evaluará el éxito del proyecto. El objetivo corresponde a:

- Explicar el proceso de reenvasado que se llevan a cabo en la planta.
- Explicar el proceso de compra de insumos y materias prima.
- Explicar el proceso de las ordenes de producción.
- Explicar los controles de calidad.

- Levantamiento de planta de producción para estudio de recorridos y relaciones.

Para alcanzar estos objetivos se utilizó:

- Diagrama de flujo
- Observación
- Diagramas de Ensamble
- Estadística descriptiva
- Validación BOM de Materiales
- Validación MPR

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO.**

En cuanto a la fase de análisis tiene como objeto identificar las causas de raíz del problema, entender cómo éstas generan esos problemas y confirmar las causas con información detallada. Las metas por alcanzar fueron:

- Analizar los procesos para identificar las causas que generan problemas de eficiente en el sistema de gestión de la planta.
- Analizar la distribución de planta actual en el área de envasado.

Las herramientas para alcanzar los objetivos anteriores son:

- Evaluación de datos
- Diagrama Pareto
- Multivoto
- Análisis estadístico

### **3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.**

La mejora tiene como objetivo proponer para implementar soluciones que atiendan las causas raíz identificada y a su vez asegurarse de que se mejoren, reduzca o corrija el problema. La meta principal por alcanzar es:

- Diseñar el sistema de gestión para el correcto funcionamiento de la planta.
- Diseñar distribución de planta óptima para la planta de producción.

Las herramientas para alcanzar esta meta son:

- Diagrama de Gantt.
- Análisis Costo – beneficio.

### **3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.**

En esta etapa se desarrollan las medidas para controlar las oportunidades identificadas. Según desarrolla Humberto G. en su libro “Calidad Total y Productividad” indica que una vez que se alcanzaron las mejoras planteadas, esta etapa se utiliza para diseñar un sistema que permita mantener las mejoras alcanzadas y así poder cerrar los proyectos de manera correcta.

Se espera lograr mediante la implementación de esta fase:

- Establecer calendario de auditoría de procesos
- Establecer indicadores de producto Producto No Conforme (PNC) y reclamos de clientes (RC)
- Establecer indicadores de Costos

Las Herramientas Para Utilizar son:

- Auditoria de Procesos
- Reporte de PNC

- Reporte RC

**Figura 7 Etapas DMAIC**

ETAPA	OBJETIVO	HERRAMIENTA
D Definir	Identificar las falencias que tiene el sistema de gestión actual de la planta de producción de la empresa.	Entrevista Lluvia de ideas Observación
	Establecer el objetivo general de proyecto así como alcances y limitaciones	
ETAPA	OBJETIVO	HERRAMIENTA
M Medir	Explicar el proceso de reenvasado que se llevan a cabo en la planta.	Diagrama de flujo Observación Diagramas de Ensamble Estadística descriptiva Diagrama de relaciones Diagrama de recorridos BOM de Materiales MPR
	Explicar el proceso de compra de insumos y materias primas.	
	Explicar el proceso de las órdenes de producción.	
	Explicar los controles de calidad.	
	Realizar estudios de movimientos.	
	Levantamiento de planta de producción para estudio de recorridos y relaciones.	
ETAPA	OBJETIVO	HERRAMIENTA
A Analizar	Analizar los procesos para identificar las causas que generan problemas de eficiencia en el sistema de gestión de la planta.	Evaluación de datos Diagrama Pareto Multivoto Análisis estadístico
	Analizar la distribución de la planta de la empresa.	
ETAPA	OBJETIVO	HERRAMIENTA
I Mejorar	Diseñar el sistema de gestión para el correcto funcionamiento de la planta	Diagrama de Gantt Análisis Costo - beneficio
	Diseñar distribución de planta óptima para la planta de producción.	
ETAPA	OBJETIVO	HERRAMIENTA
C Controlar	Establecer calendario de auditoría de procesos	Auditoría de Procesos Reporte de PNC Reporte RC
	Establecer indicadores de producto No Conforme (PNC) y reclamos de clientes (RC)	
	Establecer indicadores de Costos	

Fuente: Elaboración propia

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

En este capítulo se presentan todos los datos tanto cuantitativos como cualitativos para entender el estado actual del área de envasado de la empresa Central de Mangueras S.A. y cuáles son las principales causas por identificar que se deben mitigar para mejorar los procesos y controles de este departamento de logística tan importante para el área comercial.

Se logra la implementación de la metodología DMAIC y específicamente se trata en este capítulo la parte de “Medición (M)” y “Análisis (A)” por medio de las herramientas mencionadas.

## **4.1 MEDICIÓN**

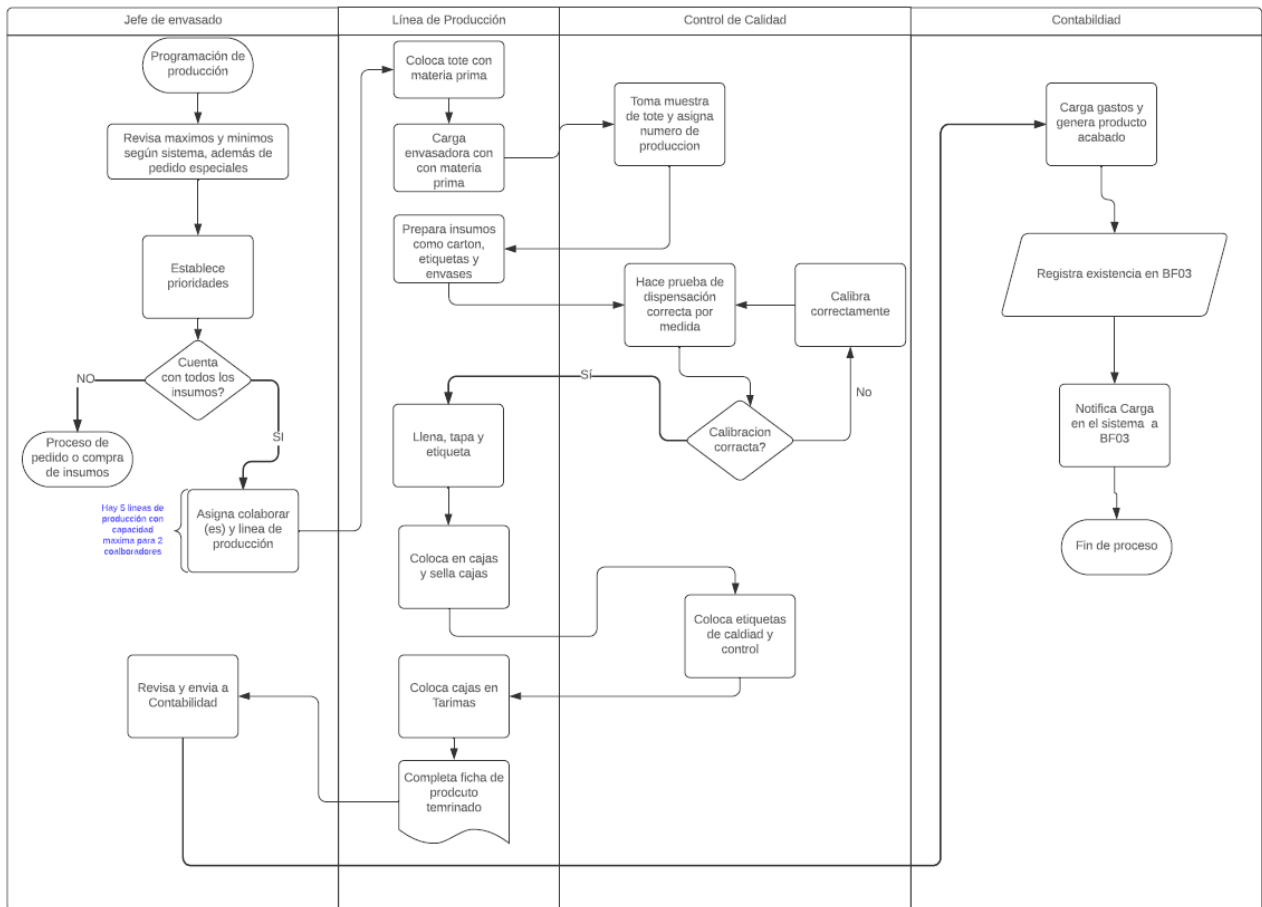
### **4.1 Análisis de los procesos de la planta de envasado**

Para comprender la situación actual de Central de Mangueras en cuanto al manejo de línea de envasado de lubricantes y fluidos automotrices, es necesario identificar los diversos procesos que afectan de manera directa o indirecta el proceso. Estos procesos tienen el potencial de influir de manera favorable o desfavorable en el stock disponible y en la calidad de los productos. Al examinar detalladamente cada actividad que compone estos procesos y subprocesos, será posible identificar áreas de mejora o vulnerabilidades. Esto permitirá que el proyecto aborde su análisis en los puntos críticos y pueda ofrecer recomendaciones necesarias para optimizar la gestión, estandarizar los procesos y mejorar la calidad

#### **4.1.2. Proceso de producción en BF03.**

En la siguiente figura se presenta el proceso de producción de la planta de envasado de la empresa Central de Mangueras

**Figura 8** Flujoograma de proceso de producción BF03.



Fuente: Elaboración propia

El proceso de manufactura de productos automotrices de la empresa Central de Mangueras se compone de varias etapas importantes que garantizan el funcionamiento de la línea de producción de esta área de envasado, desde la programación hasta la finalización del producto terminado. Se detalla a continuación cada una de estas etapas, destacando su importancia y posibles puntos de mejora a través del análisis de causa raíz.

**Figura 9** Ejemplos productos re-envase



*Fuente: Departamento mercadeo Central de Mangueras*

El proceso comienza con la programación de la producción, en la cual el jefe de envasado revisa los máximos y mínimos del inventario, basándose en la información proporcionada por el sistema y también en los pedidos especiales que podrían requerir ajustes en la programación ya sea por venta de marcas personalizadas o por ventas esporádicas que requieran de cantidades muy altas de producto.

Este primer paso es esencial para alinear la producción con las necesidades del área comercial, intentando evitar tanto excesos como faltantes de inventario que podrían impactar la operación. Sin embargo, un mal manejo de la programación o la falta de actualización del sistema podría generar ineficiencias, lo cual puede provocar retrasos o sobreproducción innecesaria que pueden afectar la gestión comercial de la empresa.

Posteriormente, se procede a la revisión de insumos, un paso importante para garantizar que la producción cuente con los materiales necesarios llámese cajas de cartón, envases plásticos, etiquetas, envases y materia prima (lubricantes o fluidos automotrices) . Si no se dispone de todos los insumos requeridos para los diferentes tipos de envase, se realiza un procedimiento de compra o de solicitud de materia prima.

Esta etapa asegura que el proceso no se detenga por falta de materiales o producto, pero puede generar problemas y atrasos si los tiempos de entrega de los insumos no son los negociados o adecuados para lograr los pedidos comerciales o si hay fallas en la comunicación entre los departamentos de compras y jefe del área de envasado. La falta de insumos en el momento de producir es una causa común de retrasos en la producción, lo que resalta la importancia de un control riguroso de inventarios.

Una vez asegurados los insumos, se realiza la asignación de colaboradores y líneas de producción, el jefe de envasado asigna hasta dos colaboradores por línea en caso de ser necesario o la producción lo permita, de lo contrario distribuye el personal entre las cinco líneas de producción disponibles. Este paso tiene como objetivo maximizar la capacidad productiva de las líneas, asegurando un flujo constante de productos acabados.

Sin embargo, la asignación de personal inadecuada o insuficiente puede reducir la producción, ocasionando cuellos de botella en algunas líneas mientras que otras podrían quedar produciendo artículos que no son de tanta importancia en el momento. La falta de balance en la distribución de los recursos humanos podría ser un área para investigar dentro del análisis de causa raíz.

En la siguiente etapa, se procede a la colocación de la materia prima en la envasadora, el tote con la materia prima ya sea lubricantes u otro fluido automotriz se coloca en una estructura que a su vez va conectada por medio de una manguera a la envasadora, una vez colocada, se procede a preparar los insumos necesarios como el cartón, las etiquetas y los envases.

Este paso es vital para mantener la continuidad del proceso, asegurando que todos los insumos necesarios estén listos para su uso de la producción. No obstante, cualquier problema en la preparación de los insumos correctos o en el fallo en la colocación de la materia prima hacia la maquina dispensadora puede resultar en demoras operativas por eso es crucial sincronizar de manera adecuada y correctamente estos elementos para evitar retrasos en la producción.

Se realiza la toma de datos para el respaldo de calidad, se toma una muestra del producto del tote en un envase y se le asigna un número de producción para su control y seguimiento. Este paso permite verificar también la calidad de la materia prima antes de continuar con el proceso de producción tomando en cuenta factores como olor, color, si contiene grumos entre otros, lo que ayuda a minimizar el riesgo de errores o defectos en los productos finales.

Pero cualquier falla en el control de calidad o un error en la toma de muestras o incluso una mala decisión del operario o el jefe de envasado podría permitir que lotes defectuosos salgan a la venta desde el proceso de envasado, generando productos fuera de la especificación de calidad y que luego podrían ser reprocesados o descartados generando un alto costo.

Antes del envasado, se procede a la prueba de dispensación y calibración, en la que se verifica que las medidas y cantidades del producto sean correctas. Si las medidas no son precisas, se procede a calibrar el equipo hasta obtener la medida correcta del producto a producir, este paso es fundamental para garantizar que el producto final cumpla con las especificaciones exactas y no afectar los costos del producto.

Cualquier falla en la calibración del equipo pueden generar productos fuera de los estándares solicitados, lo que podría impactar negativamente en la calidad del producto. Además, si se observan recalibraciones frecuentes en alguna de las máquinas, esto puede ser indicativo de un mal mantenimiento del equipo, lo cual debería abordarse en el análisis de causa raíz.

Después del control de calidad, comienza el proceso de envasado, donde los productos se llenan, tapan y etiquetan según el tipo de producto final, es importante recalcar que no hay mezclas de producto, ya que el producto viene listo en totes. Posteriormente, se colocan en cajas y estas se sellan para luego colocar etiquetas de control de calidad, para garantizar que cumplan con los estándares establecidos por la empresa. La eficiencia de este paso depende en gran medida del correcto funcionamiento del equipo de envasado y etiquetado. Algún fallo podría generar productos mal empaquetados o etiquetados incorrectamente, lo que podría resultar

en rechazos durante inspecciones de calidad o en la distribución tanto hacia bodega como hacia los clientes finales.

En la etapa de final del proceso, los productos terminados se colocan en tarimas para ser enviados al CEDI principal, no sin antes asegurarse que las existencias estén aplicadas en el inventario de la BF03, por medio del archivo que se generan con los gastos asociados correspondientes, así como el registro del producto terminado en unidades.

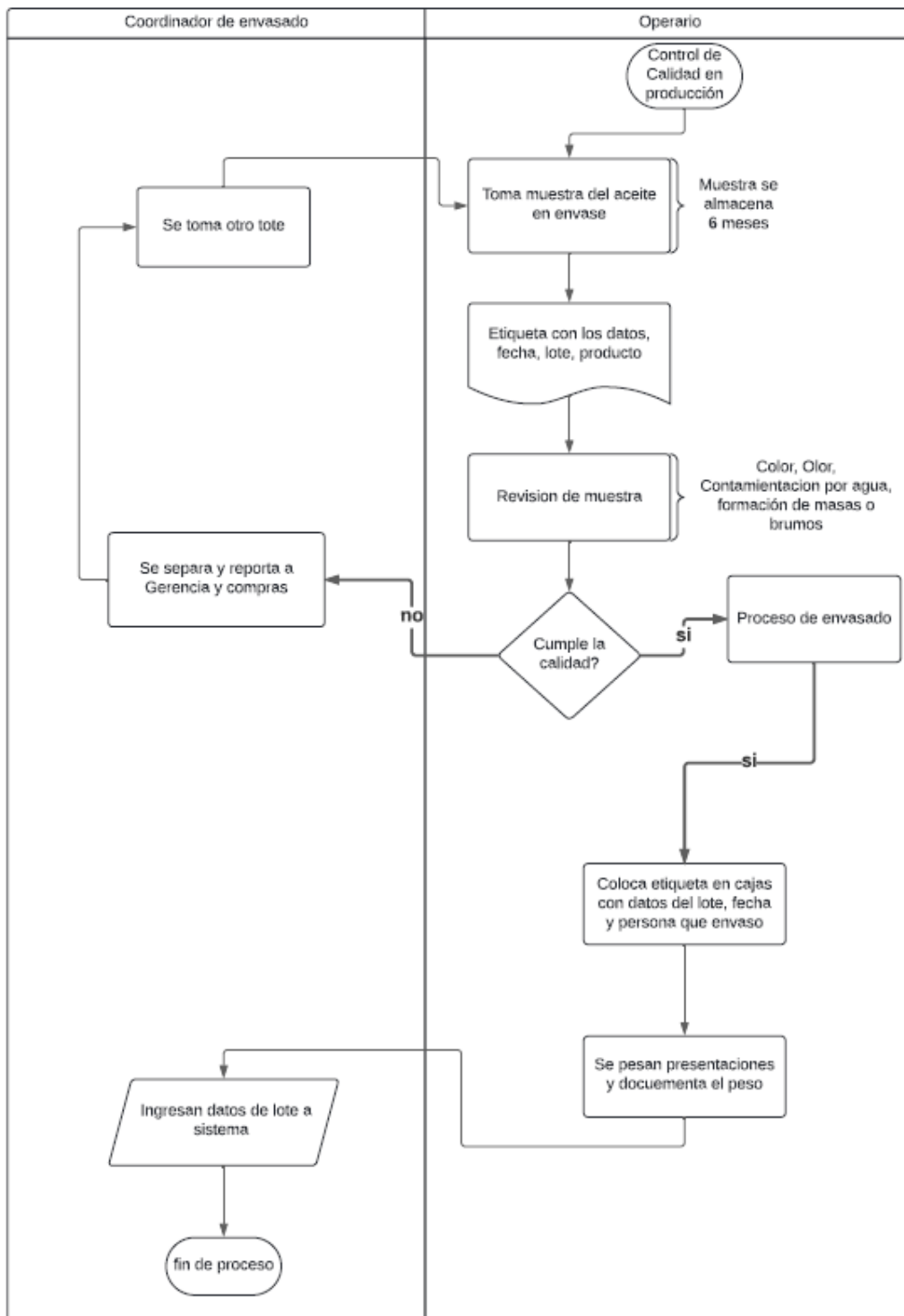
Este paso asegura que toda la información necesaria para la gestión financiera y de inventario esté actualizada y disponible. Como en los demás procesos puede haber errores en el registro o en la comunicación con contabilidad que pueden llevar a no contar con el inventario correcto o en los costos erróneos que eleven el valor del producto final lo cual afectaría la planificación futura.

Para cerrar el ciclo de aplicación de producto por parte de contabilidad, se realiza una notificación a el encargado de la BF03, donde se informa que la producción ha sido completada y que el producto está disponible para su distribución, así se asegura que el sistema de gestión esté actualizado y que la información de inventario refleje con precisión el estado actual de la producción. Si hay errores en esta notificación, podrían surgir inconsistencias en la planificación de nuevos lotes de producción, afectando negativamente la capacidad de respuesta a la demanda del mercado.

#### 4.1.2. Proceso de calidad.

En la figura 10 se presenta el diagrama de flujo del proceso de Control de Calidad.

**Figura 10** Flujograma de proceso de Control de calidad.



Fuente: Elaboración propia

El proceso de control de calidad en la producción de aceite en la planta de envasado comienza con la toma de una muestra directamente del tote de materia prima al envase asignado, esta tarea es realizada por el coordinador de envasado y el operario asignado a la línea de producción, quien etiqueta la muestra con la fecha, el número de lote y el tipo de producto. Aquí se detecta una oportunidad de mejora en esta etapa sería automatizar el proceso de etiquetado de las muestras tomadas mediante un sistema de código de barras o QR que permita reducir errores y mejorar la trazabilidad.

Una vez etiquetada, la muestra es enviada al área de control de calidad, donde se somete a una evaluación rigurosa, visualmente se revisan aspectos como el color, la contaminación por agua y/o la formación de grumos o masas en el producto, también se revisa el olor. Si bien este es un control totalmente empírico ya que cuando hay una duda mayor se envía al gerente de lubricantes o automotriz para que ellos tomen una decisión del producto.

Se podría mejorar la eficiencia del proceso mediante la incorporación de equipos automatizados de análisis que permitan medir glicoles en Coolant, viscosidad en lubricantes y así obtener más parámetros de resultados más precisos y rápidos, también establecer escala de colores para poder tomar una decisión más rápida sobre el color aceptable según el tipo de producto, minimizando la variabilidad de los resultados causada por la evaluación manual.

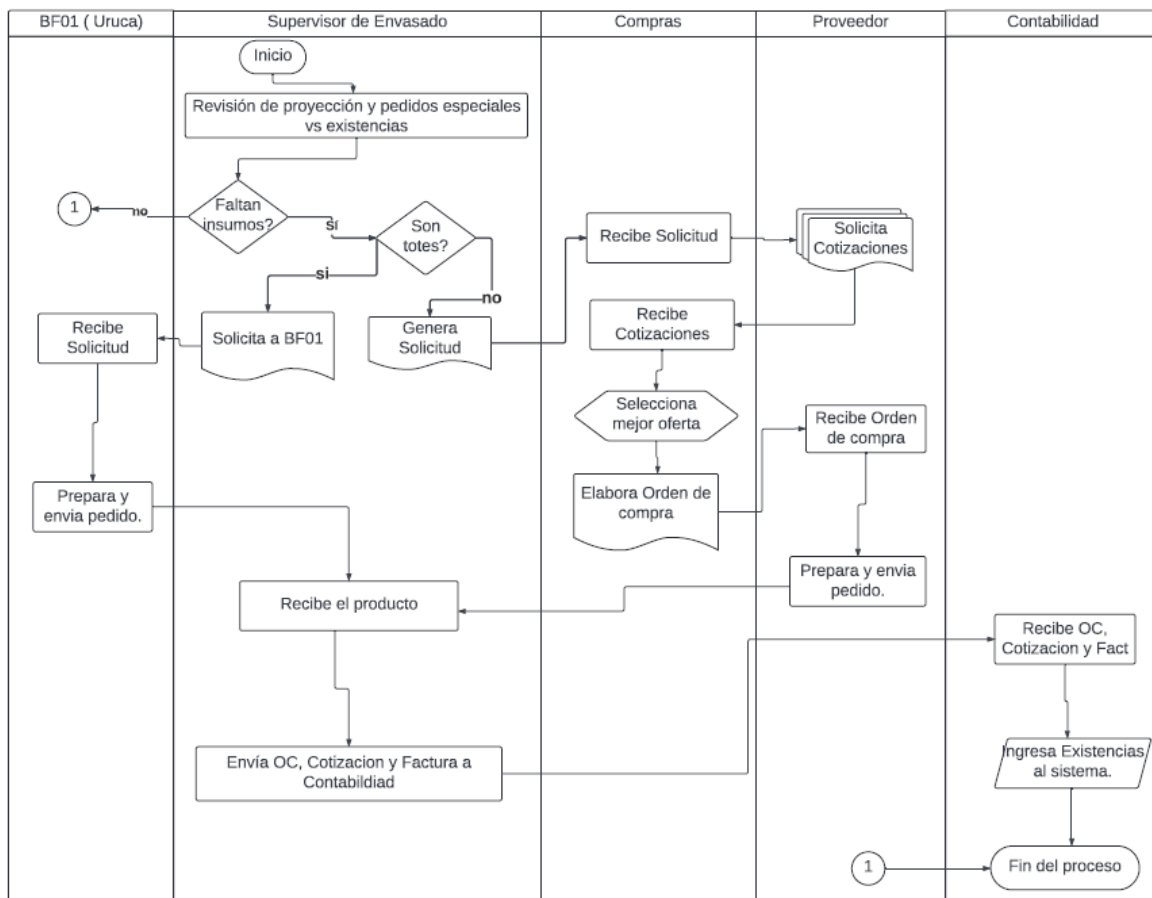
Si la muestra no cumple con los requisitos de calidad, el lote afectado se separa y se informa a la gerencia de lubricantes o automotriz, también al departamento de compras para que tomen las medidas correctivas con los proveedores. Si la muestra cumple, se continúa con el proceso de envasado. Aquí, se seleccionan varias presentaciones para ser pesadas y se documenta el peso.

Además, las cajas se etiquetan con los datos del lote, la fecha de envasado y el nombre de la persona responsable. Una posible mejora en esta fase sería implementar sistemas de etiquetado automáticos de cajas con el producto acabado que permitiría reducir el tiempo del proceso manual.

Una vez finalizado el envasado, los datos del lote se ingresan en el formato de control para garantizar la trazabilidad. A modo de control adicional, la muestra tomada se almacena por un periodo de seis meses para posibles verificaciones posteriores en caso de algún reclamo. Una oportunidad de mejora sería implementar que la información de los lotes quede registrada en un módulo del sistema que permita tener la información digitalizada y con fotografías de las muestras.

#### 4.1.3. Proceso pedido de insumos.

**Figura 11** Flujograma de proceso de pedido de insumos.



Fuente: Elaboración propia

El proceso de compra de insumos inicia con la revisión de las proyecciones y los pedidos especiales, comparando con las existencias en el momento, tanto de CEDI como de sucursales. Este paso, realizado por el Supervisor de Envasado en la planta BF03, es crucial para identificar la necesidad de insumos faltantes. Si se detecta una falta de insumos, se procede a determinar si los suministros requeridos son materia prima como lubricantes o fluidos automotrices que vienen en totes por lo general, es decir, contenedores de gran tamaño.

Si la respuesta es afirmativa, se envía una solicitud de insumos a BF01 en el CEDI principal en Uruca, en caso contrario, el proceso sigue el camino de una solicitud de compra es que generada al departamento de compras, el cual a su vez solicita cotizaciones a varios proveedores, para luego evaluar la mejor oferta.

Este proceso es necesario para asegurar que la empresa obtenga los mejores precios y condiciones de compra, sin embargo, también pueden presentarse atrasos en las solicitudes de cotizaciones, esto por la rapidez con la que los proveedores puedan responder. Si hay demoras en este paso, todo el ciclo de compra se puede ver afectado, generando retrasos en la recepción de los insumos y potenciales interrupciones en la producción.

Una vez seleccionada la mejor oferta, se elabora la orden de compra (OC), la cual se envía al proveedor seleccionado. Posteriormente, el proveedor prepara y coordina el envío del producto solicitado, que es recibido por el Supervisor de Envasado. Este es un punto crítico en el proceso, ya que la recepción del producto debe ser exacta y eficiente para evitar errores en el inventario, posteriormente debe enviar la documentación a oficinas centrales al departamento de contabilidad, orden de compra, factura y boleta de recepción de mercadería.

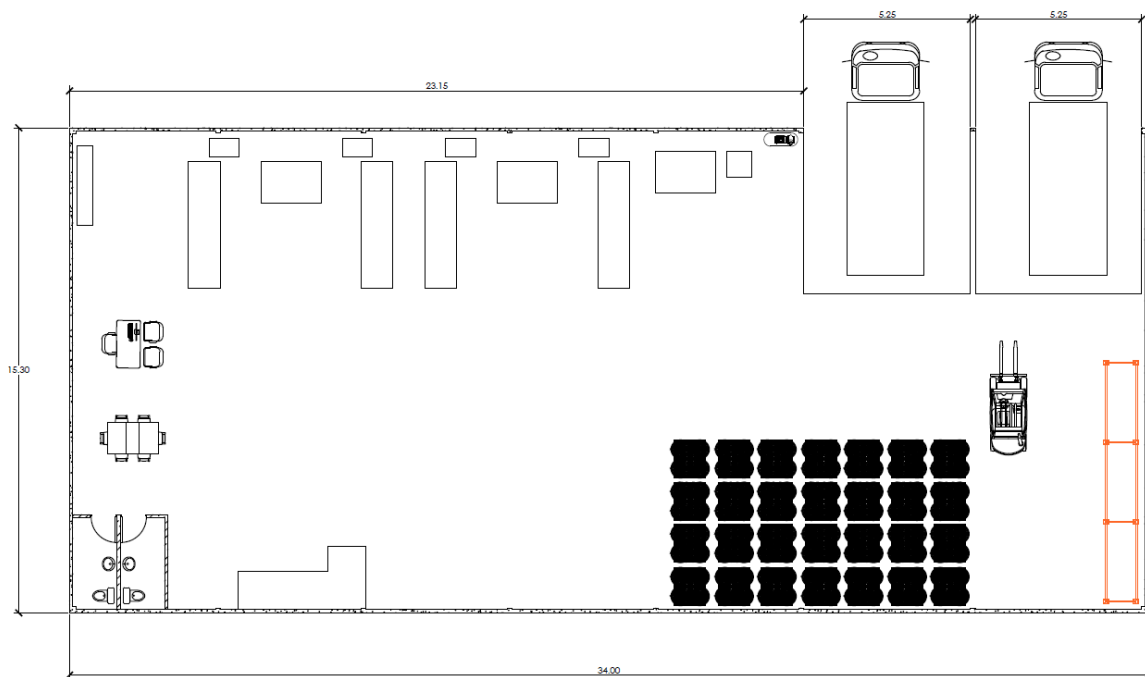
El proceso continúa con la recepción de la OC, cotización y factura por parte del departamento de contabilidad, donde se procede a ingresar las existencias al sistema, asegurando que el inventario esté actualizado. Finalmente, se cierra el proceso de compra, completando el ciclo desde la solicitud hasta la actualización de las existencias. Este proceso puede generar demoras en la coordinación con contabilidad: El envío de la orden de compra, cotización y factura a contabilidad es

otro punto en el que se pueden producir retrasos. Si estos documentos no se gestionan de manera eficiente, la actualización de las existencias se verá afectada, impactando negativamente el control del inventario

El proceso de compra de insumos tiene varias fases que con una adecuada identificación de causas de ineficiencias y la implementación de mejoras tecnológicas y organizativas, puede ser optimizado. Otra manera de mejorar la etapa de selección es certificar proveedores y realizar negociaciones por semestres o anuales, que eviten hacer el proceso de cotizaciones y hacer una solicitud directa a los proveedores certificados.

#### 4.1.4. Distribución de planta.

**Figura 12** Planta Distribución de la planta de envasado



Fuente: Elaboración propia

La planta de envasado se distribuyó de forma estratégica en el momento del traslado ya que por el poco tiempo esta tuvo que trasladarse y a su vez ir realizando los trabajos de acondicionamiento, por lo cual las cinco líneas de producción se organizaron para facilitar el flujo del producto de aire del compresor y se ubicaron cerca de este.

Cada línea está equipada para cumplir la función de envasado según el tipo de SKU dentro de la producción y tiene acceso directo a los insumos necesarios para el proceso. Las dimensiones generales del espacio son amplias, lo que permite una circulación adecuada tanto para el personal como para el equipo de transporte y manejo de materiales sin embargo es un área muy extensa y se puede mejorar.

Se detallan las líneas de producción.

La línea 1 y línea 2 cuentan con una estructura para colocar 2 totes uno sobre el otro lo cual permite que desde esta estructura las dos líneas puedan ser abastecidas de materia prima (tote). Estas cuentan con una mesa extensa para colocación de producto envasado, cada una cuenta con una máquina dispensadora la cual puede ser ajustada para trabajar presentaciones de pinta, cuartos, galones y estañones. Están únicamente destinadas a la manipulación y envasado de estos productos automotrices y cuentan con espacio asignados para colocar tarimas de producto acabado.

La línea 3 y 4 también cuentan con una estructura de dos totes que permite el funcionamiento de ambas líneas, usan las mismas presentaciones y tienen el mismo uso.

La línea 5 cuenta con una máquina dispensadora exclusiva para cubetas ya que esta máquina hace desplazamiento de cubetas por rodillos, una vez realizado el proceso de llenado de estas.

Cada línea de producción está colocada en proximidad a las zonas de almacenamiento de insumos y productos terminados. Esto permite un ciclo continuo en el que los insumos, llegan rápidamente a las líneas, y los productos envasados se trasladan de forma eficiente a las áreas de almacenamiento; sin embargo, otra

oportunidad de mejora es la de realizar trazados de líneas en el piso que colaboren en la operatividad y en la mejora de salud ocupacional.

Aunque el espacio de almacenamiento está cerca de las líneas de producción, podría beneficiarse hacer una reorganización ya que el espacio es bastante amplio. El uso de estanterías industriales que maximicen el espacio en altura permitiría almacenar más insumos en un área menor, mejorar la distribución de líneas o incorporar nuevas líneas de producción de ser necesario.

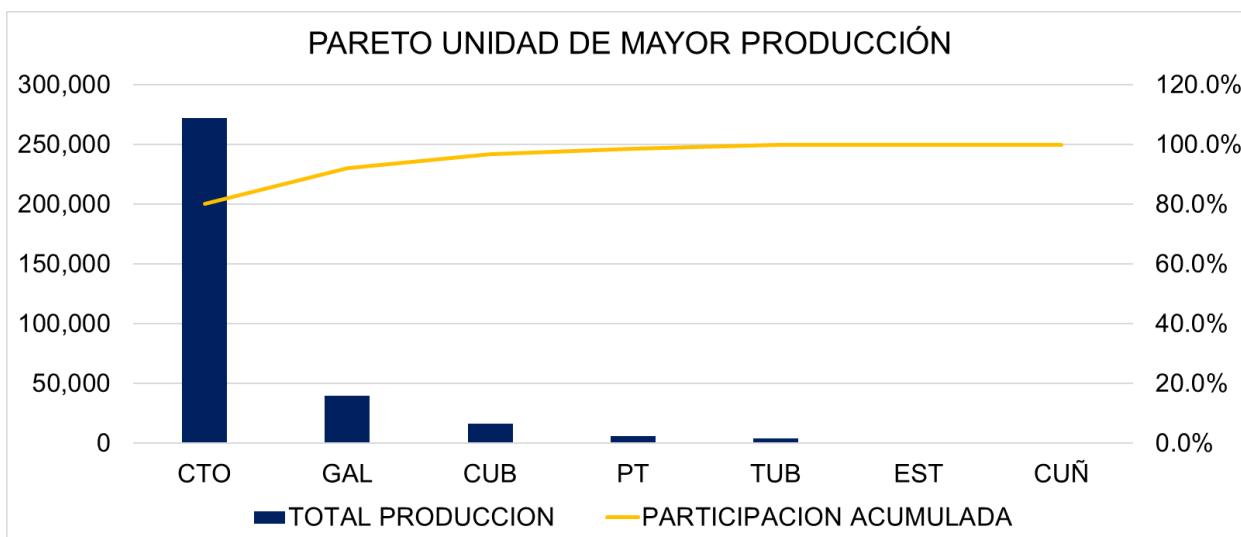
#### 4.1.5. PARETO DE LA UNIDADES PRODUCIDAS.

**Figura 13** Unidades producidas durante los últimos 12 meses

UNIDAD	UNIDADES PRODUCIDAS	UNIDAD	TOTAL PRODUCCION	PARTICIPACION	PARTICIPACION ACUMULADA
CTO	272,498	CTO	272,498	80.3%	80.3%
GAL	39,987	GAL	39,987	11.8%	92.0%
PT	16,572	CUB	16,572	4.9%	96.9%
CUB	5,954	PT	5,954	1.8%	98.7%
TUB	4,113	TUB	4,113	1.2%	99.9%
EST	342	EST	342	0.1%	100.0%
		CUN	54	0.0%	100.0%
<b>Total general</b>	<b>339,466</b>	<b>TOTAL</b>	<b>339,520</b>		

Fuente: BI Central de mangueras

**Gráfico 2** Pareto unidades producidas.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.6. PARETO ANÁLISIS DE ERRORES.

En la siguiente tabla se presenta los errores recopilados de setiembre a octubre del 2024 en la planta de producción de Central de Mangueras.

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD VENTA	LOTE	TIPO ERROR	CANTIDAD
08042770209	LUBRICANTE TEXAS OIL SAE 20W50 SN/CF GALON	GAL	10799	Defecto en el envase	12
08063160159	LUBRICANTE TEXAS OIL ND 10W CUBETA	CUB	10830	Defecto en el envase	38

08042770159	LUBRICANTE TEXAS OIL SAE 20W50 SN/CF CUBETA	CUB	10755	Etiquetado incorrecto	62
080CGNND40203	LUBRICANTE CGN ND40 GALON	GAL	10752	Suciedad o desbordado	49
080ALP4T20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 4T CUARTO	CTO	10594	Problema de calibración	18
087BJ-4	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA MOLy #2 TUBO	TUB	10969	Problema de calibración	92
080ADA20W50	LUBRICANTE HELIOS 20W50 ADARGA CUARTO	CTO	10983	Etiquetado incorrecto	35
080CGNTCW3274	LUBRICANTE CGN TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10797	Defecto en el envase	28
087BJ-4	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA MOLy #2 TUBO	TUB	10739	Problema de calibración	3
080AD40274	LUBRICANTE ADARGA ND40 CUARTO	CTO	10736	Etiquetado incorrecto	54
08063160159	LUBRICANTE TEXAS OIL ND 10W CUBETA	CUB	10982	Defecto en el envase	50
303LUB901	COOLANT LUBRIWEST VERDE, Galon	GAL	10523	Suciedad o desbordado	29
302JSM946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA JSM CUARTO	CTO	10518	Defecto en el envase	48
087BJ-4	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA MOLy #2 TUBO	TUB	10720	Etiquetado incorrecto	80
080CHND40274	LUBRICANTE EST. SERV. CHACHAGUA ND40 CUARTO	CTO	10732	Problema con sellado (tapa)	35
08050500274	LUBRICANTE JSM ND40 ENVASE NEGRO CUARTO	CTO	10556	Etiquetado incorrecto	94
080GOD20W500274	LUBRICANTE GODIZ SAE 20W50 CUARTO	CTO	10719	Suciedad o desbordado	29
080ALP4T20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 4T CUARTO	CTO	10515	Suciedad o desbordado	1
302JSM946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA JSM CUARTO	CTO	10569	Suciedad o desbordado	46
087615274	ENERLUB SAE 20W-50 SYNTHETIC OIL, 12/1 Cuarto	CTO	10533	Etiquetado incorrecto	53
08030400059	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 ESTAÑON	EST	10575	Etiquetado incorrecto	4
087BJ-8	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AZUL #2 TUBO	TUB	10616	Suciedad o desbordado	51
080ADA15W40	LUBRICANTE HELIOS 15W40 ADARGA CUARTO	CTO	10550	Suciedad o desbordado	93
303901	Coolant Aditivo para radiador Verde Fosforescente Galón	GAL	10978	Problema con sellado (tapa)	60
080GOD20W500274	LUBRICANTE GODIZ SAE 20W50 CUARTO	CTO	10562	Suciedad o desbordado	26
08063160159	LUBRICANTE TEXAS OIL ND 10W CUBETA	CUB	10833	Etiquetado incorrecto	85
087BJ-8	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AZUL #2 TUBO	TUB	10814	Suciedad o desbordado	84
3021/4TF	LUBRICANTE HELIOS ATF Tipo A CUARTO	CTO	10939	Etiquetado incorrecto	36
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10920	Problema con sellado (tapa)	68
087LUBRIWESTND40	LUBRICANTES LUBRIWEST ND40, CUARTO	CTO	10821	Suciedad o desbordado	31
303NS904	Cooland Norte Sur Rojo Galon	GAL	10556	Etiquetado incorrecto	56
087LUBRIWESTND40	LUBRICANTES LUBRIWEST ND40, CUARTO	CTO	10638	Suciedad o desbordado	26
080CGNTCW3274	LUBRICANTE CGN TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10831	Suciedad o desbordado	1
080ALP20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 CUARTO	CTO	10883	Problema con sellado (tapa)	28
080GODTCW3274	LUBRICANTE GODIZ TWO CYCLE 2T CUARTO	CTO	10819	Suciedad o desbordado	12
08054150059	LUBRICANTE TEXAS OIL TWO CYCLE 2T ESTAÑON	EST	10512	Etiquetado incorrecto	10

08030400270	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 750ML	CTO	10696	Suciedad o desbordado	50
08045550242	LUBRICANTE TEXAS OIL 15W40 CH4/SJ CUARTO	CTO	10629	Problema de calibración	89
087607274	Helios Aceite 20w50 envasado en Cuarto	CTO	10675	Problema con sellado (tapa)	96
303LUB904	COOLANT LUBRIWEST ROJO, Galon	GAL	10705	Problema con sellado (tapa)	3
080ALPND40	LUBRICANTE ALPRA ND40 CUARTO	CTO	10867	Suciedad o desbordado	69
080LSND400274	LUBRICANTE LUBRISPEED ND40 CUARTO	CTO	10637	Defecto en el envase	55
087607274	Helios Aceite 20w50 envasado en Cuarto	CTO	10685	Problema con sellado (tapa)	8
302LSPINML	LIQUIDO FRENOS LUBRISPEED DOT-3 PINTA	PT	10691	Etiquetado incorrecto	72
302LS1/4PS	Líquido Dirección Hidráulica LubriSpeed CUARTOS 0.946 LIT	CTO	10719	Etiquetado incorrecto	74
08040400274	LUBRICANTE JSM ND40 CUARTO	CTO	10613	Problema con sellado (tapa)	10
303LUB901	COOLANT LUBRIWEST VERDE, Galon	GAL	10848	Problema con sellado (tapa)	68
08042770209	LUBRICANTE TEXAS OIL SAE 20W50 SN/CF GALON	GAL	10534	Suciedad o desbordado	14
080AD40274	LUBRICANTE ADARGA ND40 CUARTO	CTO	10774	Etiquetado incorrecto	33
08030400203	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 GALON	GAL	10521	Etiquetado incorrecto	100
302ALP350ML	LIQUIDO FRENOS ALPRA DOT-3 PINTA	PT	10787	Etiquetado incorrecto	70
080ALP20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 CUARTO	CTO	10998	Problema con sellado (tapa)	39
08050500203	LUBRICANTE JSM ND40 ENVASE NEGRO GALON	GAL	10886	Problema con sellado (tapa)	57
087615274	ENERLUB SAE 20W-50 SYNTHETIC OIL, 12/1 Cuarto	CTO	10599	Problema con sellado (tapa)	43
302JSM946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA JSM CUARTO	CTO	10961	Problema de calibración	14
087LUBRIWESTND40	LUBRICANTES LUBRIWEST ND40, CUARTO	CTO	10690	Problema de calibración	63
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10758	Suciedad o desbordado	9
08030400274	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 CUARTO	CTO	10611	Suciedad o desbordado	70
080ADASAE40	LUBRICANTE HELIOS SAE40 ADARGA CUARTO	CTO	10830	Problema de calibración	58
08050500203	LUBRICANTE JSM ND40 ENVASE NEGRO GALON	GAL	10749	Problema de calibración	97
3021/4TF	LUBRICANTE HELIOS ATF Tipo A CUARTO	CTO	10847	Etiquetado incorrecto	52
087BJ-8	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AZUL #2 TUBO	TUB	10710	Defecto en el envase	97
080ALP15W40274	LUBRICANTE ALPRA 15W40 CUARTO	CTO	10858	Defecto en el envase	62
302LS350PS	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA LUBRISPEED PINTA	PT	10859	Defecto en el envase	37
302ALP350ML	LIQUIDO FRENOS ALPRA DOT-3 PINTA	PT	10809	Suciedad o desbordado	87
080CGNND40274	LUBRICANTE CGN ND40 CUARTO	CTO	10915	Etiquetado incorrecto	67
080GOD15W400274	LUBRICANTE GODIZ SAE 15W40 CUARTO	CTO	10986	Etiquetado incorrecto	32
302ALP946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA ALPRA CUARTO	CTO	10554	Defecto en el envase	85
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10859	Suciedad o desbordado	79
08030400274	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 CUARTO	CTO	10566	Etiquetado incorrecto	65

087BJ-4	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA MOLy #2 TUBO	TUB	10962	Defecto en el envase	11
080ALP20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 CUARTO	CTO	10539	Problema de calibración	51
303LUB904	COOLANT LUBRIWEST ROJO, Galon	GAL	10726	Defecto en el envase	3
080GOD20W500274	LUBRICANTE GODIZ SAE 20W50 CUARTO	CTO	10505	Etiquetado incorrecto	73
302JSM946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA JSM CUARTO	CTO	10596	Suciedad o desbordado	81
303LUB904	COOLANT LUBRIWEST ROJO, Galon	GAL	10782	Problema con sellado (tapa)	78
080CGNND40203	LUBRICANTE CGN ND40 GALON	GAL	10676	Defecto en el envase	37
08040400203	LUBRICANTE JSM ND40 GALON	GAL	10733	Etiquetado incorrecto	54
080ADA4T20W50	LUBRICANTE HELIOS 4T ADARGA CUARTO	CTO	10789	Problema con sellado (tapa)	42
080609000	Cooland Concentrado a Granel - EST a GAL	GAL	10624	Suciedad o desbordado	1
3038A-2305	COOLANT LUBRIMAR SERVICIO PESADO 50-50 VERDE, ESTAÑON	EST	10562	Suciedad o desbordado	6
080ADA4T20W50	LUBRICANTE HELIOS 4T ADARGA CUARTO	CTO	10711	Defecto en el envase	48
08063160059	LUBRICANTE TEXAS OIL ND 10W ESTAÑON	EST	10613	Etiquetado incorrecto	20
08081250157	LUBRICANTE TEXAS OIL ISO VG 68 TIPO A CUBETA	CUB	10921	Etiquetado incorrecto	21
08045550159	LUBRICANTE TEXAS OIL 15W40 CH4/SJ CUBETA	CUB	10726	Suciedad o desbordado	71
302ALP350POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA ALPRA PINTA	PT	10621	Problema con sellado (tapa)	67
080609000	Cooland Concentrado a Granel - EST a GAL	GAL	10861	Defecto en el envase	77
080ADASAE40	LUBRICANTE HELIOS SAE40 ADARGA CUARTO	CTO	10696	Problema de calibración	47
080ALP20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 CUARTO	CTO	10564	Problema con sellado (tapa)	40
080ADA20W50	LUBRICANTE HELIOS 20W50 ADARGA CUARTO	CTO	10773	Problema con sellado (tapa)	16
302ALP946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA ALPRA CUARTO	CTO	10529	Suciedad o desbordado	42
303LUB901	COOLANT LUBRIWEST VERDE, Galon	GAL	10701	Etiquetado incorrecto	85
08030400270	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 750ML	CTO	10991	Etiquetado incorrecto	45
080CHND40274	LUBRICANTE EST. SERV. CHACHAGUA ND40 CUARTO	CTO	10929	Problema de calibración	71
08042770209	LUBRICANTE TEXAS OIL SAE 20W50 SN/CF GALON	GAL	10954	Problema con sellado (tapa)	28
08042770242	LUBRICANTE TEXAS OIL SAE 20W50 SN/CF CUARTO	CTO	10657	Suciedad o desbordado	12
080609000	Cooland Concentrado a Granel - EST a GAL	GAL	10986	Suciedad o desbordado	41
302ALP946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA ALPRA CUARTO	CTO	10744	Problema de calibración	64
080ADA4T20W50	LUBRICANTE HELIOS 4T ADARGA CUARTO	CTO	10978	Etiquetado incorrecto	15
080GOD15W400274	LUBRICANTE GODIZ SAE 15W40 CUARTO	CTO	10987	Problema de calibración	55
302LS350PS	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA LUBRISPEED PINTA	PT	10938	Etiquetado incorrecto	13
080ALP4T20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 4T CUARTO	CTO	10884	Problema de calibración	100
080CGNND40274	LUBRICANTE CGN ND40 CUARTO	CTO	10995	Suciedad o desbordado	20
080GOD20W500274	LUBRICANTE GODIZ SAE 20W50 CUARTO	CTO	10566	Etiquetado incorrecto	21

080ADASAE40	LUBRICANTE HELIOS SAE40 ADARGA CUARTO	CTO	10745	Etiquetado incorrecto	40
087BJ-8	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AZUL #2 TUBO	TUB	10908	Etiquetado incorrecto	41
303NS901	Cooland Norte Sur Verde Galon	GAL	10602	Etiquetado incorrecto	11
302LS1/4PS	Z Inactivo Liquido Dirección Hidráulica LubriSpeed CUARTOS 0.946 LIT	CTO	10983	Problema de calibración	72
302LS350PS	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA LUBRISPEED PINTA	PT	10773	Suciedad o desbordado	66
08045550209	LUBRICANTE TEXAS OIL 15W40 CH4/SJ GALON	GAL	10683	Suciedad o desbordado	33
303LUB901	COOLANT LUBRIWEST VERDE, Galon	GAL	10807	Problema de calibración	48
087BJ-2	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA ROJA #2 TUBO	TUB	10715	Etiquetado incorrecto	89
303NS901	Cooland Norte Sur Verde Galon	GAL	10514	Problema con sellado (tapa)	34
080ADA4T20W50	LUBRICANTE HELIOS 4T ADARGA CUARTO	CTO	10755	Problema de calibración	48
30220205056	COOLANT HELIOS 50/50 AMARILLO PARA SERVICIO PESADO GALON	GAL	10877	Suciedad o desbordado	63
087BJ-8	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AZUL #2 TUBO	TUB	10781	Etiquetado incorrecto	50
080ALP15W40274	LUBRICANTE ALPRA 15W40 CUARTO	CTO	10845	Suciedad o desbordado	18
080CGNND40274	LUBRICANTE CGN ND40 CUARTO	CTO	10933	Defecto en el envase	46
302JSM946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA JSM CUARTO	CTO	10543	Problema de calibración	72
08054150254	LUBRICANTE TEXAS OIL TWO CYCLE 2T CUARTO	CTO	10553	Suciedad o desbordado	23
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10967	Defecto en el envase	84
08040400274	LUBRICANTE JSM ND40 CUARTO	CTO	10760	Suciedad o desbordado	60
08030400274	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 CUARTO	CTO	10753	Etiquetado incorrecto	18
08081250157	LUBRICANTE TEXAS OIL ISO VG 68 TIPO A CUBETA	CUB	10637	Problema de calibración	73
080ALPTCW3274	LUBRICANTE ALPRA TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10903	Suciedad o desbordado	19
30220205056	COOLANT HELIOS 50/50 AMARILLO PARA SERVICIO PESADO GALON	GAL	10932	Problema de calibración	7
080CHND40274	LUBRICANTE EST. SERV. CHACHAGUA ND40 CUARTO	CTO	10758	Suciedad o desbordado	7
08030400274	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 CUARTO	CTO	10681	Etiquetado incorrecto	75
080CGNND40203	LUBRICANTE CGN ND40 GALON	GAL	10783	Problema con sellado (tapa)	22
080ADA20W50	LUBRICANTE HELIOS 20W50 ADARGA CUARTO	CTO	10548	Etiquetado incorrecto	87
080ADA4T20W50	LUBRICANTE HELIOS 4T ADARGA CUARTO	CTO	10942	Suciedad o desbordado	93
08050500203	LUBRICANTE JSM ND40 ENVASE NEGRO GALON	GAL	10810	Problema de calibración	44
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10817	Etiquetado incorrecto	80
080ADASAE40	LUBRICANTE HELIOS SAE40 ADARGA CUARTO	CTO	10723	Etiquetado incorrecto	26
303LUB904	COOLANT LUBRIWEST ROJO, Galon	GAL	10509	Problema de calibración	40
087LUBRIWESTND40	LUBRICANTES LUBRIWEST ND40, CUARTO	CTO	10548	Etiquetado incorrecto	87
087LUBRIWESTND40	LUBRICANTES LUBRIWEST ND40, CUARTO	CTO	10825	Problema de calibración	18
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10966	Defecto en el envase	4

08030400274	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 CUARTO	CTO	10899	Etiquetado incorrecto	79
302LS350PS	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA LUBRISPEED PINTA	PT	10848	Suciedad o desbordado	58
080GOD20W500274	LUBRICANTE GODIZ SAE 20W50 CUARTO	CTO	10635	Problema con sellado (tapa)	19
087BJ-8	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AZUL #2 TUBO	TUB	10912	Etiquetado incorrecto	31
087BJ-12	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AMBAR #2 TUBO	TUB	10853	Suciedad o desbordado	49
3021/4TF	LUBRICANTE HELIOS ATF Tipo A CUARTO	CTO	10516	Defecto en el envase	14
080CGNND40203	LUBRICANTE CGN ND40 GALON	GAL	10909	Suciedad o desbordado	35
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10575	Etiquetado incorrecto	51
080CGNTCW3274	LUBRICANTE CGN TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10927	Etiquetado incorrecto	65
08040400203	LUBRICANTE JSM ND40 GALON	GAL	10732	Etiquetado incorrecto	84
302ALP350POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA ALPRA PINTA	PT	10512	Etiquetado incorrecto	70
08045550209	LUBRICANTE TEXAS OIL 15W40 CH4/SJ GALON	GAL	10987	Problema de calibración	38
080ALPND40	LUBRICANTE ALPRA ND40 CUARTO	CTO	10603	Etiquetado incorrecto	96
08050500274	LUBRICANTE JSM ND40 ENVASE NEGRO CUARTO	CTO	10844	Etiquetado incorrecto	51
080ALP20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 CUARTO	CTO	10786	Suciedad o desbordado	90
302LDH1/4	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA CUARTO	CTO	10690	Etiquetado incorrecto	94
302JSM350ML	LIQUIDO FRENOS JSM DOT-3 PINTA	PT	10747	Etiquetado incorrecto	91
080GOD15W400274	LUBRICANTE GODIZ SAE 15W40 CUARTO	CTO	10983	Suciedad o desbordado	89
08042770209	LUBRICANTE TEXAS OIL SAE 20W50 SN/CF GALON	GAL	10537	Suciedad o desbordado	19
08045550242	LUBRICANTE TEXAS OIL 15W40 CH4/SJ CUARTO	CTO	10537	Etiquetado incorrecto	47
080ALP15W40274	LUBRICANTE ALPRA 15W40 CUARTO	CTO	10818	Suciedad o desbordado	55
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10948	Etiquetado incorrecto	52
08040400274	LUBRICANTE JSM ND40 CUARTO	CTO	10832	Problema de calibración	25
087LUBRIWESTND40	LUBRICANTES LUBRIWEST ND40, CUARTO	CTO	10934	Problema de calibración	74
302LDH350	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA PINTA	PT	10972	Etiquetado incorrecto	96
302ALP350ML	LIQUIDO FRENOS ALPRA DOT-3 PINTA	PT	10670	Suciedad o desbordado	9
080ADA15W40	LUBRICANTE HELIOS 15W40 ADARGA CUARTO	CTO	10746	Suciedad o desbordado	20
302ALP946POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA ALPRA CUARTO	CTO	10594	Suciedad o desbordado	85
30220205056	COOLANT HELIOS 50/50 AMARILLO PARA SERVICIO PESADO GALON	GAL	10535	Defecto en el envase	21
080ADASAE40	LUBRICANTE HELIOS SAE40 ADARGA CUARTO	CTO	10966	Etiquetado incorrecto	79
080CGNTCW3274	LUBRICANTE CGN TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10689	Suciedad o desbordado	36
08053130157	LUBRICANTE TEXAS OIL TRACTOR FLUID CUBETA	CUB	10682	Etiquetado incorrecto	51
087607274	Helios Aceite 20w50 envasado en Cuarto	CTO	10771	Problema de calibración	68
08042770159	LUBRICANTE TEXAS OIL SAE 20W50 SN/CF CUBETA	CUB	10711	Suciedad o desbordado	14

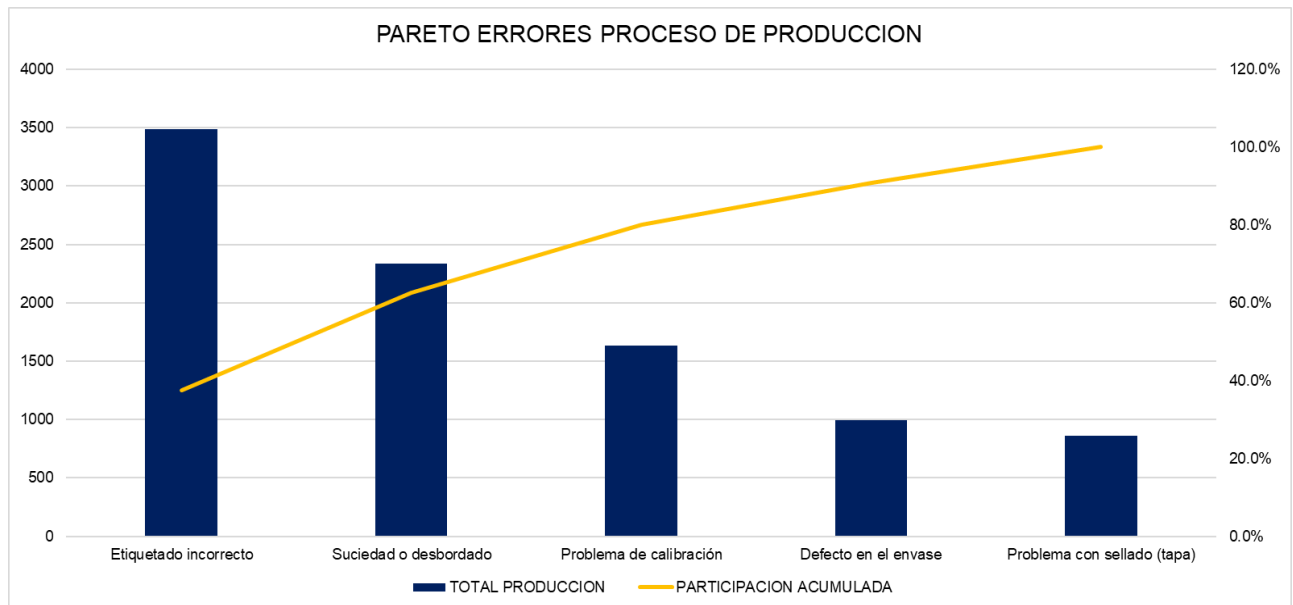
080ALPTCW3274	LUBRICANTE ALPRA TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10555	Problema de calibración	14
080CGNTCW3274	LUBRICANTE CGN TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10920	Defecto en el envase	50
080CGNND40203	LUBRICANTE CGN ND40 GALON	GAL	10995	Problema de calibración	44
30220205056	COOLANT HELIOS 50/50 AMARILLO PARA SERVICIO PESADO GALON	GAL	10704	Etiquetado incorrecto	52
080ALP4T20W50274	LUBRICANTE ALPRA 20W50 4T CUARTO	CTO	10723	Defecto en el envase	74
080ALP15W40274	LUBRICANTE ALPRA 15W40 CUARTO	CTO	10549	Etiquetado incorrecto	39
303NS904	Cooland Norte Sur Rojo Galon	GAL	10808	Defecto en el envase	12
303NS901	Cooland Norte Sur Verde Galon	GAL	10550	Suciedad o desbordado	83
08030400203	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 GALON	GAL	10898	Etiquetado incorrecto	99
080CGNTCW3274	LUBRICANTE CGN TWO CYCLE TCW3 CUARTO	CTO	10775	Suciedad o desbordado	15
08045550209	LUBRICANTE TEXAS OIL 15W40 CH4/SJ GALON	GAL	10768	Problema de calibración	47
302ALP350POW	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA ALPRA PINTA	PT	10974	Suciedad o desbordado	23
08030400203	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 GALON	GAL	10769	Etiquetado incorrecto	42
080GODTCW3274	LUBRICANTE GODIZ TWO CYCLE 2T CUARTO	CTO	10947	Etiquetado incorrecto	51
08030400059	LUBRICANTE TEXAS OIL ND40 ESTAÑON	EST	10769	Etiquetado incorrecto	9
303LUB904	COOLANT LUBRIWEST ROJO, Galon	GAL	10511	Suciedad o desbordado	42
087BJ-8	LUBRICANTES STRONG ROCK GRASA AZUL #2 TUBO	TUB	10875	Etiquetado incorrecto	70
302ALP946ML	LIQUIDO FRENOS ALPRA DOT-3 CUARTO	CTO	10754	Problema de calibración	78
08081250157	LUBRICANTE TEXAS OIL ISO VG 68 TIPO A CUBETA	CUB	10802	Suciedad o desbordado	82
087607274	Helios Aceite 20w50 envasado en Cuarto	CTO	10666	Suciedad o desbordado	17
080CGNND40203	LUBRICANTE CGN ND40 GALON	GAL	10739	Problema de calibración	2
				<b>TOTAL</b>	<b>9305</b>

**Figura 14** Análisis causas de error planta de producción

ERROR	CANTIDAD
Etiquetado incorrecto	3484
Suciedad o desbordado	2333
Problema de calibración	1634
Defecto en el envase	993
Problema con sellado (tapa)	861
<b>Total general</b>	<b>9305</b>

UNIDAD	TOTAL PRODUCCION	PARTICIPACION	PARTICIPACION ACUMULADA
Etiquetado incorrecto	3484	37.4%	37.4%
Suciedad o desbordado	2333	25.1%	62.5%
Problema de calibración	1634	17.6%	80.1%
Defecto en el envase	993	10.7%	90.7%
Problema con sellado (tapa)	861	9.3%	100.0%
<b>TOTAL</b>	<b>9,305</b>		

**Gráfico 3** Pareto unidades producidas.



Fuente: Elaboración propia

Las causas responsables del 80/20 de los errores son:

- **Etiquetado incorrecto:** Este error se produce cuando no se coloca una etiqueta auxiliar o la etiqueta del envase no corresponde al producto reenvasado ya sea por el arte o el código de barras.
- **Suciedad o derrames:** Este error se genera cuando los envases vienen sucios desde el proveedor, etiquetas con daños o derrames de contenido durante el proceso de producción por una mala manipulación del operario.
- **Problemas de calibración máquina:** El error de calibración de máquina se refiere a cuando el producto queda con menor o mayor contenido definido para cada presentación.

La planta de producción al no tener un sistema de gestión carece de información (costos) de los trabajos de reprocesamiento de productos o desecho por errores durante el proceso de producción. A raíz de lo anterior y tomando como referencia las causas raíz detectadas con la recopilación de errores de setiembre a noviembre

del 2024 en la siguiente tabla se presenta el costo que incurre la empresa solo de mano de obra para reprocesar los productos que presentan problemas de calidad.

**Figura 15** Costos Mano de Obra reprocesado

PRESENTACION	CANT. UNIDAD ERROR	COSTO MANO OBRA	COSTO TOTAL
CTO	4904	₪ 100	₪ 490,400
GAL	1871	₪ 70	₪ 130,970
PT	1186	₪ 40	₪ 47,440
TUB	748	₪ 100	₪ 74,800
CUB	547	₪ 1,000	₪ 547,000
EST	49	₪ 10,000	₪ 490,000
			<b>₪ 1,780,610</b>

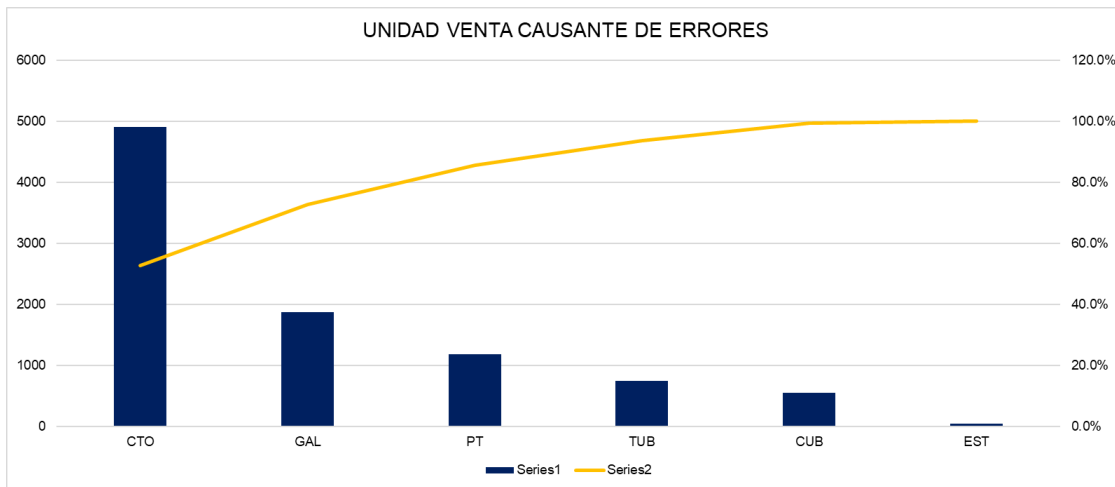
Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7 ANÁLISIS PRESENTACIÓN MAYOR FUENTE ERROR EN PLANTA DE PRODUCCIÓN.

**Figura 16** Presentación con mayor frecuencia error

ERROR	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL PRODUCCION	PARTICIPACION	PARTICIPACION ACUMULADA
CTO	4904	CTO	4904	52.7%	52.7%
GAL	1871	GAL	1871	20.1%	72.8%
PT	1186	PT	1186	12.7%	85.6%
TUB	748	TUB	748	8.0%	93.6%
CUB	547	CUB	547	5.9%	99.5%
EST	49	EST	49	0.5%	100.0%
<b>Total general</b>	<b>9305</b>	<b>TOTAL</b>	<b>9,305</b>		

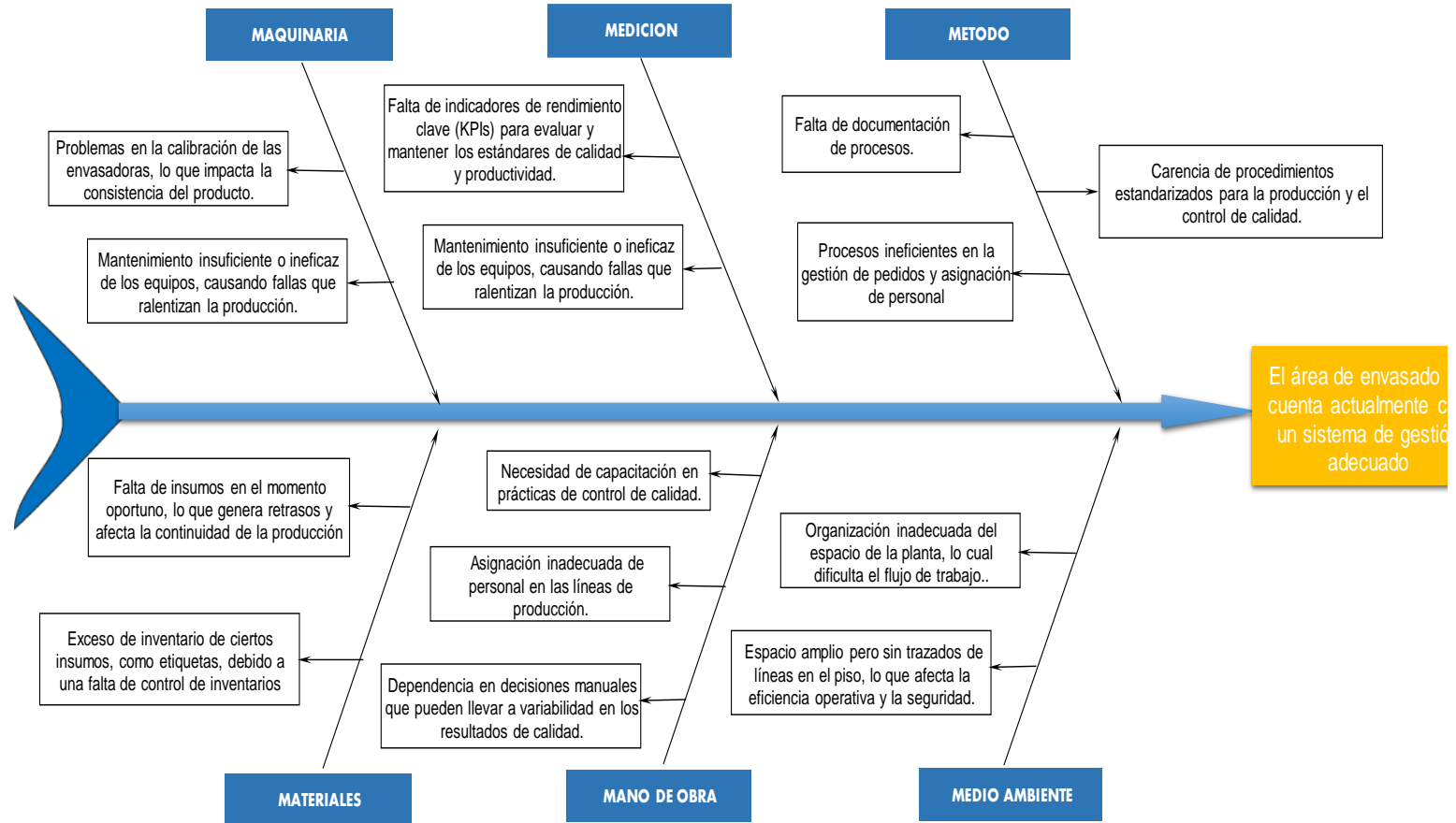
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4** Pareto presentación mayor errores

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.7. Diagrama de Ishikawa

**Figura 17** Análisis de Causas Raíz con Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Se identificaron varias causas que impactan durante la operación, la calidad del producto y rentabilidad de la planta de envasado de productos automotrices de la empresa Central de Mangueras. Para esta visualización de las causas y facilitar un análisis robusto, se elaboró un Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa-efecto, que permite identificar, desglosar y mostrar los factores principales que contribuyen a los problemas identificados.

El objetivo de este diagrama es identificar todas las causas posibles que están en el proceso por la falta de un sistema de gestión eficiente, además identificar sus efectos negativos en el control de inventarios, calidad del producto y rentabilidad.

Problema Central: El área de envasado no cuenta actualmente con un sistema de gestión adecuado, lo que afecta la rentabilidad, calidad del producto y control de inventarios. Este problema constituye el efecto en el extremo derecho del diagrama de Ishikawa.

Las causas se han clasificado en seis categorías estándar para el análisis de causa-efecto en manufactura: Métodos, Materiales, Mano de Obra, Maquinaria, Medición y Medio Ambiente. A continuación, se detalla cada una de estas:

#### Métodos:

- Falta de documentación de procesos.
- Carencia de procedimientos estandarizados para la producción y el control de calidad.
- Procesos ineficientes en la gestión de pedidos y asignación de personal.

#### Materiales:

- Exceso de inventario de ciertos insumos, como etiquetas y envases, debido a una falta de control de inventarios.
- Falta de insumos en el momento oportuno ya sea por solicitud o por abastecimiento de proveedores, lo que genera retrasos y afecta la continuidad de la producción

#### Mano de Obra:

- Necesidad de capacitación en prácticas de control de calidad.
- Asignación inadecuada de personal en las líneas de producción.
- Dependencia en decisiones manuales que pueden llevar a variabilidad en los resultados de calidad.

#### Maquinaria:

- Problemas en la calibración de las envasadoras, lo que impacta la consistencia del producto.
- Falta de mantenimiento o que sea ineficaz en los equipos, causando fallas que afectan la calidad de la producción.

#### Medición:

- Falta de indicadores de rendimiento que son claves (KPIs) para evaluación y a su vez para mantener los estándares de calidad y productividad.
- Control de calidad manual y empírica, vulnerable y propensa a errores de los colaboradores que generan variabilidad en los productos.

#### Medio Ambiente:

- Organización inadecuada del espacio de la planta, lo cual dificulta el flujo de trabajo.
- Espacio amplio, pero sin trazados de líneas en el piso, lo que afecta la eficiencia operativa y la seguridad.

#### Conclusión del Análisis de Causas

El análisis de causas raíz mediante el Diagrama de Ishikawa muestra que la falta de un sistema de gestión estructurado en la planta, que está vinculada a diversas causas. Estas causas no solo afectan la eficiencia operativa, sino también la calidad del producto y la rentabilidad. La identificación y clasificación de estos factores permiten definir áreas prioritarias de intervención para el diseño de un sistema de gestión efectivo que contribuya al cumplimiento de los objetivos de la planta.

## 4.2 ANÁLISIS

En esta sección del proyecto se identificarán las principales afectaciones que tiene la planta de envasado de la empresa a raíz de la falta de un sistema de gestión.

Mediante un análisis global de los diagramas de proceso, layout de planta, pareto de errores y diagrama de Ishikawa se establece que los principales problemas que afectan la planta de envasado de la empresa Central de Mangueras por la falta de un sistema de gestión son:

- Falencia de BOM de materiales y ordenes de producción ya la validación de insumos la realiza el coordinar de la planta, pero la asignación de producción por línea la instrucción se da verbal, generando que el proceso de validación de usar los insumos correctos sea por expertis.
- Durante el proceso de producción solo hay un punto de calidad, el cual valida el estado del contenido (aceite o Coolant) pero al final del proceso no hay validación de calidad del producto terminado, solamente el peso.
- Dentro de las principales causas de error en el producto terminado está el calibrado de las maquinas porque rellenan menos o más según la presentación, esto a pesar de que dentro del proceso de producción hay una etapa de calibración de las maquinas, pero el proceso lo realiza los colaboradores bajo un criterio de expertis.

Se identifican en la alta incidencia de errores relacionados con el etiquetado de los productos. El análisis de los errores recopilados evidencia que el etiquetado incorrecto representa uno de los problemas de mayor peso en la producción, afectando no solo la presentación del producto final, sino también la trazabilidad y la calidad del producto de cara al cliente.

Estos errores están directamente relacionados con la inexistencia de procedimientos estandarizados y la ausencia de controles que permitan identificar

y corregir estos fallos en tiempo ideal ya que como sabes es un proceso empírico que fue creciendo.

El proceso actual impide a los operarios detectar rápidamente las inconsistencias en el etiquetado, lo cual promueve una mayoría de errores relacionados al etiquetado desde una etiqueta mal colocada, arrugada, al revés (frente / dorso) o de productos incorrectos, en muchos casos solo son identificados en etapas avanzadas del proceso o incluso ya en el ciclo de ventas, una vez que están donde el cliente o en las mismas sucursales de Central de Mangueras a la hora de recibir el producto y ser revisado antes de la aplicación del producto en el sistema.

Este problema no solo genera costos adicionales por reprocesos y devoluciones, sino que también afecta la eficiencia operativa, ya que se necesita más tiempo y recursos para solucionar errores que podrían haberse evitado con la implementación de un sistema de gestión adecuado. Es muy importante reducir la alta frecuencia de estos errores, para lograr una evidente mejora en la calidad del producto final aprovechando realmente los recursos de la planta.

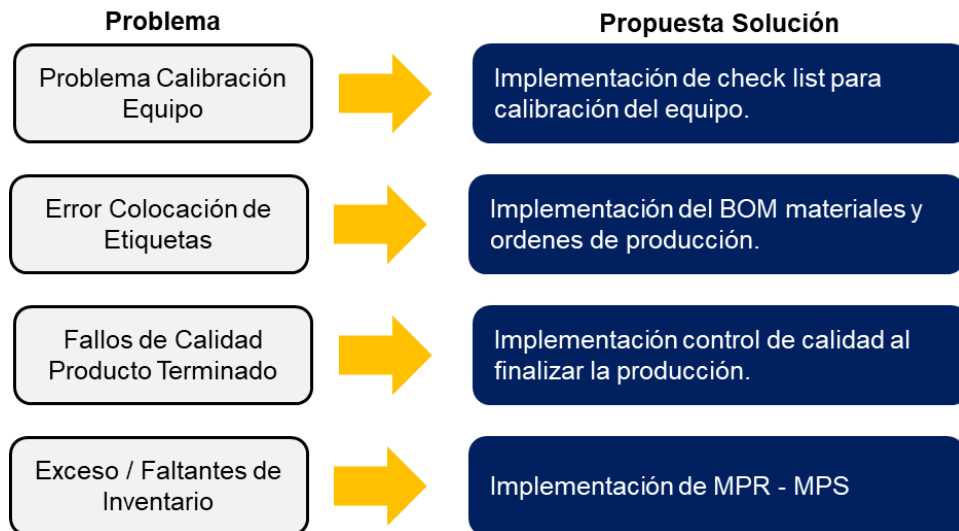
# **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## 5.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En esta sección se presentará la propuesta solución para atender la falencia de un sistema de gestión de la planta de envasado de la empresa Central de Mangueras, la propuesta buscar solventar los principales problemas ocasionados por la falta del sistema de gestión identificados en el capítulo anterior mediante la implementación de herramientas ingenieriles.

Mediante la implementación de las herramientas ingenieriles y con los procesos actuales documentados se establecería el sistema de gestión de la planta de envasado de la empresa Central de Mangueras. En la siguiente figura se presenta el diagrama de solución

**Figura 18** Diagrama Propuesta de Solución



*Fuente: Elaboración propia*

### **5.1.1. Check List Mantenimiento Equipo de Envasado**

De acuerdo como se expuso en el capítulo 4 de este documento, uno de los principales problemas que se tiene en el proceso de envasado es la calibración de los equipos debido a la falta de un correcto proceso de mantenimiento y calibración ya que actualmente el proceso es bajo expertis del usuario.

Se realizaron reuniones con el proveedor de los equipos donde se analizaron los errores en el producto terminado calificados como problema de calibración para definir si estos obedecían a un tema de uso o preparación/mantenimiento de las maquinas, las reuniones permitieron definir que los problemas que se vienen presentando durante el proceso de producción obedecen a la preparación y mantenimiento de las maquinas.

En base a lo anterior, se desarrollan varios check list para el preparamiento y mantenimiento de los equipos con los cuales se garantiza un correcto estado de las máquinas y estandarización de proceso. Los check list se elaboraron de manera conjunta con el proveedor de los equipos donde se establecieron las revisiones para la preparación del uso diario y las revisiones de mantenimiento semanal, mensual y anual.

A continuación, se presenta uno de los Check List de preparación y mantenimiento de los equipos (Figura #19 y figura #22)

**Figura 19** Ejemplo Check List Equipo

**CHECK LIST PREPARACIÓN PARA USO DIARIO DEL EQUIPO**

**Equipo: Tisesa Pneumatic Type Filling Machine**

**Datos del Técnico**

<b>Nombre del Inspector:</b> _____	<b>Fecha:</b> _____
<b>Firma del Inspector:</b> _____	<b>Hora:</b> _____

**Aprobación Coordinador**

<b>Nombre Coordinador:</b> _____	<b>Fecha:</b> _____
<b>Firma Coordinador:</b> _____	<b>Hora:</b> _____

DETALLE DE PUNTOS A EVALUAR		CUMPLE	
		SI	NO
1.	Verificar que no haya fugas de aire en las conexiones neumáticas.		
2.	Inspeccionar mangueras y válvulas por desgaste o daños visibles.		
3.	Limpia el embudo, los tubos y las boquillas con solvente autorizado.		
4.	Realizar una prueba en vacío para verificar funcionamiento.		

**COMENTARIOS**

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
-------------------------------

*Fuente: Elaboración propia*

En la figura #20 se muestra la máquina de llenado que se utiliza en la planta de reenvasado de la empresa Central de Mangueras, así la figura #21 muestra la maquina de tapado de cubetas.

**Figura 20** Equipo Selladora



*Fuente: Planta re-ensado CDM*

**Figura 21** Maquina tapadora Cubetas



*Fuente: Planta re-ensado CDM*

**Figura 22** Ejemplo Check List Equipo

**CHECK LIST PREPARACIÓN PARA USO DIARIO DEL EQUIPO**

**Equipo: Tisesa Tapadora de Cubetas**

**Datos del Tecnico**

<b>Nombre del Inspector:</b> _____	<b>Fecha:</b> _____
<b>Firma del Inspector:</b> _____	<b>Hora:</b> _____

**Aprobación Coordinador**

<b>Nombre Cordinador:</b> _____	<b>Fecha:</b> _____
<b>Firma Cordinador:</b> _____	<b>Hora:</b> _____

DETALLE DE PUNTOS A EVALUAR		CUMPLE	
		SI	NO
1.	Lubricar las partes móviles según especificaciones		
2.	Inspeccionar bandas transportadoras		
3.	Verificar la calibración de los actuadores		
4.	Inspeccionar conexiones eléctricas		
5.	Revisar mangueras y conexiones de aire comprimido		

**COMENTARIOS**


*Fuente: Elaboración propia*

### 5.1.2. BOM Materiales y orden producción

La planta de producción de la empresa Central de Mangueras no cuenta con el BOM de materiales de los productos que se reenvasa esto sumado a que no hay órdenes de producción genera que se den problemas de inventario (excesos / faltantes) y errores de producción como uso incorrecto de envase o etiqueta, siendo este último el principal problema que hay en las producciones.

A raíz de lo anterior se desarrolla un BOM de materiales que permita tener el árbol estructural para cada producto que se reenvasa en la planta de producción de forma unitaria permitiendo garantizar la definición los insumos requeridos según el requerimiento de producción.

**Figura 23** BOM Lista Materiales CDM

CENTRAL de mangueras			
BOM MATERIALES CDM			
DATOS DE PRODUCTO			
CODIGO:	302LDH1/4		
DESCRIPCION:	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA CUARTO		
TIPO PRODUCTO:	Liq. Direccion Hidr.		
PRESENTACION:	12	CTO	
BOM MATERIAL UNITARIO			
ELEMENTO	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
CONTENIDO	08381260275	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA CUBO	0.00
ENVASE	080130B	Envase Blanco de 1/4 de Aceite con Tapa Seguridad Verde	1.00
ETIQUETA	080RG1/4	ETIQUETA GENERICA, CUARTO	1.00
EMPAQUE	08055291	CAJAS DE CARTON PARA 12 CUARTOS	0.08
ETIQUETA AUX 1	080R06V	Etiqueta Color Verde	1.00
ETIQUETA AUX 2	080R30	Etiqueta de color R30 Amarillo	1.00
REQUERIMIENTO:	4800	AJUSTE CANTIDAD REQUERIDA	4800
BOM MATERIAL REQUERIMIENTO			
ELEMENTO	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
CONTENIDO	08381260275	LIQUIDO DIRECCION HIDRAULICA CUBO	4.36
ENVASE	080130B	Envase Blanco de 1/4 de Aceite con Tapa Seguridad Verde	4800.00
ETIQUETA	080RG1/4	ETIQUETA GENERICA, CUARTO	4800.00
EMPAQUE	08055291	CAJAS DE CARTON PARA 12 CUARTOS	400.00
ETIQUETA AUX 1	080R06V	Etiqueta Color Verde	4800.00
ETIQUETA AUX 2	080R30	Etiqueta de color R30 Amarillo	4800.00

Fuente: Elaboración propia

También durante la revisión de la causa raíz de los errores en las producciones se estableció que es necesario una boleta de producción para cada producción que se realiza donde se indique los insumos requeridos, número de lote y los operarios con la finalidad de garantizar que todo el proceso quede documentado. La boleta de producción también le permite al responsable de línea validar que tiene los insumos correctos tanto en cantidad como tipo.

A continuación, se presenta la boleta de producción que se implementa.

**Figura 24 Propuesta Boleta Producción**

<b>BOLETA DE PRODUCCION</b>			
<b>DETALLE DE REQUERIMIENTO PRODUCCION</b>			
Fecha: _____			
Codigo: _____			
Descripción: _____			
Presentación: _____			
Tipo Producción: _____			
Requerimiento: _____			
<b>DETALLE OPERARIO Y LINEA PRODUCCION</b>			
Operario 1: _____			
Operario 2: _____			
Operario 3: _____			
Operario 4: _____			
Linea Producción: _____			
ELEMENTO	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
CONTENIDO			
ENVASE			
ETIQUETA			
EMPAQUE			
ETIQUETA AUX 1			
ETIQUETA AUX 2			
<b>COMENTARIOS</b>			
_____			
_____			
_____			
_____			
<b>RECEPCION DE PRODUCCION</b>			
Fecha: _____		Lote: _____	
Coordinador: _____			
Firma: _____			

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3. Check List Revisión Calidad

Una de las causas raíz de los problemas en la planta de producción de la empresa Central de Mangueras son los fallos en la calidad del producto terminado por temas de suciedad o derrames a raíz de desbordamiento que no son detectados durante el proceso de producción y son reportados en los puntos de venta o por reglamos de clientes.

Se propone implementar en siguiente Check List que permita validar que el producto terminado cumpla con los estándares de calidad definidos y evitar reclamos de punto de venta y clientes, también permitirá detectar si hay problemas en la línea de producción que estén generando fallos de calidad en la producción.

**Figura 25** Propuesta Check List Control de Calidad

CHECK LIST CONTROL DE CALIDAD PRODUCTO		
<b>DATOS PRODUCCIÓN</b>		
Fecha	_____	
Línea de Producción	_____	
Operador Responsable	_____	
Supervisor de Calidad	_____	
Tipo de producción.	_____	
Cantidad de producto.	_____	
Tamaño de muestra.*	_____	
*Se establece como tamaño de muestra estandar la revision del 20% de la producción.		
<b>CONTROL DE CALIDAD PRODUCTO</b>		<b>CUMPLE</b>
		<b>SI NO</b>
<b>1. Revisión de Etiquetas de Calidad y Control</b>		
Se han colocado las etiquetas de calidad y control en cada producto.		
Las etiquetas son legibles y están bien adheridas.		
Las etiquetas contienen la información correcta (número de producción, lote, fecha de fabricación, etc.).		
<b>2. Verificación de Envasado y Etiquetado</b>		
Todos los envases están correctamente sellados.		
Se ha verificado que el etiquetado del producto es el correcto (marca, especificaciones, etc.).		
Se ha colocado el código de barras (si aplica).		
<b>3. Control de Embalaje y Almacenamiento</b>		
Se ha colocado el producto en las cajas correctamente.		
Las cajas están debidamente selladas y etiquetadas.		
Se han colocado en tarimas correctamente organizadas.		
OBSERVACIONES		
_____		
_____		
_____		
Firma del Responsable _____		
Firma del Supervisor de Calidad _____		

Fuente: Elaboración propia

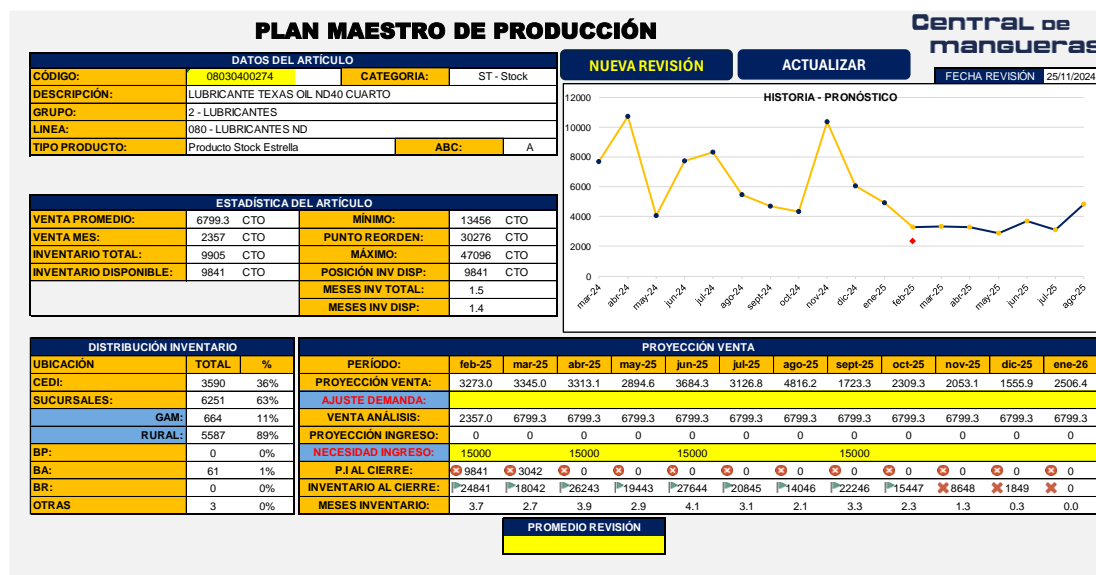
### 5.1.4. Plan Maestro de Planificación – Plan Requerimiento Materiales

El principal problema detectado en la planta de producción referente al manejo del inventario son los excesos de inventario o faltantes lo cuales tiene un impacto directo en la rentabilidad de proceso, la causa principal de esta situación es el manejo manual de control de inventario por parte del coordinar de la planta. A raíz de los anterior se propone la implementación de un sistema integral de MPS y MPR, el cual garantizaría una correcta planificación del inventario generando la reducción de los problemas de excesos o faltantes de los insumos de producción.

El sistema integrado de MPS y MPR se desarrollaría por parte del departamento de TI de la empresa, el cual cuanta con un área de desarrollo de aplicaciones lo que permite que el costo sea menor y mayor personalización a las necesidades. Este sistema sumado a la propuesta del desarrollo del BOM de materiales permite cubrir las principales aristas del manejo inventario de insumos.

En la siguiente figura se presenta la conceptualización del sistema a desarrollar para el control de requerimiento de insumos.

**Figura 26 MPS Central de Mangueras**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 27 MPR Central de Mangueras**

ELEMENTO: ENVASE CODIGO: 080130B		PLAN REQUERIMIENTO DE MATERIALES							
		Envase Blanco de 1/4 de Aceite con Tapa Seguridad Verde							
Inv. de Seguridad respecto al pedido	10%								
Inv. Inicial	50								
Inv. en Tránsito ( Orden Puesta)	0								
Lote	1000								
Lead Time ( Días )	60								
Req.Final Total ( OC )	11500								
Plan de Requerimiento de Materiales MRP									
Material "C"	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	
Requerimiento	1500	0	1800	0	1800	1800	1800	1800	
Inv. Seguridad	150	0	180	0	180	180	180	180	
Requerim. + Inv. Seguridad	1650	0	1980	0	1980	1980	1980	1980	
Inventario Inicial	50	400	400	420	420	440	460	480	
Inv. en Tránsito ( Orden Puesta)	0								
Inventario Disponible	50	400	400	420	420	440	460	480	
Requerimiento Total	1600	0	1580	0	1560	1540	1520	1500	
Req. Final Orden de Compra	2000	0	2000	0	2000	2000	2000	1500	
Fecha llegada OC	23/12/2024		23/02/2025		19/04/2025	24/05/2025	21/06/2025	19/07/2025	
Fecha Confirmación OC	24/10/2024		25/12/2024		18/02/2025	25/03/2025	22/04/2025	20/05/2025	
Inventario final	400	400	420	420	440	460	480	480	

Fuente: Elaboración propia

El sistema integrado estaría formado por dos módulos de trabajos, un módulo donde se ejecutaría la parte de MRP y el segundo módulo donde se desarrollaría la parte de MPS. A continuación se explica funciones de cada módulo y la finalidad del proceso.

#### A) Módulo MPR:

Este módulo estaría conformado por dos secciones.

- La primera sección brindaría toda la información general de los productos que se re-ensavan en la planta. Los datos serían el parámetros de inventario, inventario y tránsito.
- La segunda sección sería toda la información estadística del producto, esto hace referencia a la venta promedio, meses de inventario, histórico de venta últimos doce meses y la posición de 12 meses.

El objetivo de este módulo es que mediante reuniones en conjunto el área comercial y operaciones se defina la necesidad de inventario de producto terminado permitiendo que el jefe de planta de re envasado pueda planificar las producciones garantizando siempre stock.

## B) Módulo MPS:

Este módulo también estaría conformado por tres secciones.

- En la primera sección se vería toda la información general de los insumos utilizados en la planta de re-ensacan. Los datos serían el leadtime, proveedor, parámetros de inventario, inventario y tránsito.
- La segunda sección sería el BOM de materiales según el producto a revisar.
- La tercera sección mostraría el análisis de inventario de cada insumo del BOM respecto a la necesidad de inventario definida por parte del área comercial en el módulo 1.

La finalidad de este módulo es que el jefe de planta pueda planificar cuando y cuanto comprar por cada insumos para evitar el sobre stock y faltantes de inventario de materia prima.

## **5.2 COSTO BENEFICIO DE LA PROPUESTA**

Con la finalidad de validar el beneficio económico que obtendrá la empresa con la propuesta de planteada en este proyecto se realiza un análisis de los costos que con lleva la puesta en marcha de la solución contra los gastos que tiene la empresa por los problemas en las producciones a raíz de la falta de un sistema de gestión en la planta de producción.

A continuación, se presenta los costos de cada actividad para la implementación de la propuesta de solución

**Figura 28** Costo monetario ejecución de propuesta

ACTIVIDAD	RECURSO	HORAS	COSTO X HORA	TOTAL COSTO
<b>Check Lista Mantenimiento Equipo</b>				
Elaboración Check List		10	₡ 2,750	₡ 27,500
Capacitación	Proveedor Tisesa	10	₡ 10,500	₡ 105,000
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>₡ 132,500</b>
<b>BOM Lista de Materiales</b>				
Levantamiento de Insumos por Item		40	₡ 2,750	₡ 110,000
Elaboración Plantilla Excel		5	₡ 2,750	₡ 13,750
Capacitación		5	₡ 2,750	₡ 13,750
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>₡ 137,500</b>
<b>Check List Control Producto Terminado</b>				
Elaboración Check List		10	₡ 2,750	₡ 27,500
Capacitación		10	₡ 2,750	₡ 27,500
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>₡ 55,000</b>
<b>Plan Maestro de Producción - Plan Requerimiento de Materiales</b>				
Levantamiento de Requerimiento		25	₡ 2,750	₡ 68,750
Desarrollo de APP	Programador Interno	250	₡ 3,600	₡ 900,000
Capacitación		10	₡ 2,750	₡ 27,500
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>₡ 996,250</b>
				<b>₡ 1,321,250</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura anterior el costo de la propuesta solución es de ₡1,321,250. Al comparar el gasto de mano de obra por temas de reprocesar los productos que han tenido problemas de producción que incurrió la empresa de setiembre a noviembre 2024 (1,780,610) respecto al costo de la propuesta solución, se puede estimar que el retorno de la inversión sería de 3 a 4 meses.

## TIR Y VAN

Podemos concluir que la implementación de esta solución no solo va a eliminar los costos por reprocesos en el área de envasado de Central de Mangueras, sino que también se va a recuperar la inversión en tan solo 4 meses. Adicional, la rentabilidad del proyecto es muy evidente, con un VAN positivo de ₡2,435,892.31 y una TIR mensual de 22.89%, lo que supera ampliamente las expectativas del proyecto.

Periodo	Flujo de Caja (₡)
Inversión Inicial	-₡ 1,321,250.00
Mes 1	₡ 330,312.50
Mes 2	₡ 330,312.50
Mes 3	₡ 330,312.50
Mes 4	₡ 330,312.50
Mes 5	₡ 330,312.50
Mes 6	₡ 330,312.50
Mes 7	₡ 330,312.50
Mes 8	₡ 330,312.50

Periodo	Flujo de Caja (₡)
Mes 9	₡ 330,312.50
Mes 10	₡ 330,312.50
Mes 11	₡ 330,312.50
Mes 12	₡ 330,312.50

VAN **₡ 2,435,892.31**

TIR Mensual (%) **22.89%**

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Para asegurar una implementación estructurada y eficiente de las mejoras propuestas en la planta de manufactura de Central de Mangueras, se ha diseñado un cronograma de ejecución basado en un Diagrama de Gantt. Este plan junto a esta herramienta permite identificar y guiarse sobre las fechas y la secuencia de actividades utilizadas para lograr la mejora, la asignación de responsables por cada tarea y la duración estimada de cada fase, garantizando que la transición hacia el nuevo sistema de gestión por medio de esta ruta crítica estipulada de gestión se realice de manera ordenada y sin afectar la operatividad diaria de la planta.

El plan de implementación se enfoca en estas cuatro áreas clave: Check List de Mantenimiento de Equipos, el BOM (Bill of Materials) de Materiales, Check List de Control de Producto Terminado para revisión final en las producciones y Plan Maestro de Producción y Requerimiento de Materiales

Cada una de estas áreas contempla actividades específicas que abarcan desde el levantamiento de información, la elaboración de herramientas digitales de control, la capacitación del personal y la puesta en marcha del nuevo sistema.

## **Fases de Implementación**

1. Desarrollo de Check List para Mantenimiento de Equipos: Se inicia con la elaboración del check list de mantenimiento, el cual tomará un día de trabajo. Posteriormente, se programará una capacitación del personal, la cual será impartida por el proveedor Tisesa.
2. Creación del BOM (Bill of Materials): Se realizará un levantamiento detallado de insumos por ítem, lo que tomará cuatro días. Una vez completado el levantamiento de información, se procederá con la elaboración de una plantilla en Excel para la gestión del BOM. Finalmente, se capacitará al personal sobre el uso de esta herramienta.
3. Desarrollo del Check List de Control de Producto Terminado: Se elaborará una lista de comprobación de control de producto terminado, cuya ejecución tomará un día. Posteriormente, se realizará la capacitación del personal encargado de aplicar esta nueva metodología.
4. Implementación del Plan Maestro de Producción y Requerimiento de Materiales: Se comenzará con el levantamiento de requerimientos de producción, lo que tomará 15 días. Paralelamente, se desarrollará una aplicación digital (APP) para gestionar este plan de producción, con un tiempo programado de cinco días, a cargo de un programador interno del departamento de TI de la empresa. Finalmente se llevará a cabo una capacitación para el personal sobre el uso del nuevo sistema y su integración con los procesos de producción.

## **Monitoreo y Seguimiento.**

Para garantizar que la implementación se lleve a cabo según lo programado, se establecerán revisiones periódicas en cada hito del cronograma. Estas revisiones permitirán evaluar el avance de cada actividad, identificar posibles desviaciones y aplicar medidas correctivas en caso de ser necesario. Además, se asignarán responsables específicos para cada fase del proyecto, asegurando un correcto seguimiento de cada tarea.



Cada control propuesto e implementado debe contar con un sistema claramente estructurado de evaluación. Para ello, se establece una metodología basada en los siguientes a detallar puntos:

**Frecuencia de Evaluación:** Se determina la frecuencia con la que se revisarán los controles según corresponda en cada herramienta con su respectiva frecuencia (diario, semanal, mensual, anual). En etapas iniciales la medición debe ser más frecuente, posteriormente ir reduciendo la frecuencia según la efectividad.

**Fuente de Datos para cada herramienta:** Se define quién de ser el encargado de dar seguimiento a la recopilación de la información y cómo se documentará según cada herramienta para facilitar los resultados de estas.

**Indicadores de Desempeño (KPIs):** Se establecen métricas medibles que permiten evaluar el desempeño de cada herramienta durante los procesos implementados.

**Análisis y Corrección:** Cada herramienta tiene su objetivo y naturalidad de propósito, según los resultados se tomará en cuenta los criterios más importantes para la toma de decisiones y acciones correctivas en caso de incumplimiento.

Indicadores de Desempeño para la Medición de Controles

A continuación, se presentan los indicadores clave de desempeño (KPIs) para cada control implementado.

### **Control de Checklists**

Objetivo: Evaluar el cumplimiento de los procedimientos en la línea de producción.

Indicadores para medir:

Porcentaje de cumplimiento de checklists:

Este indicador permite evaluar qué tan frecuente se están cumpliendo los procedimientos establecidos.

**Número de no conformidades detectadas:**

Se refiere a la cantidad de fallas o desviaciones identificadas en los checklists, lo que puede indicar posibles áreas de mejora.

- Tiempo promedio en completar checklist:

Un checklist debe ser completado en un tiempo óptimo; tiempos excesivos pueden indicar ineficiencia en el proceso.

- Número de observaciones registradas por mes:

Permite analizar tendencias y determinar si hay un incremento o disminución de problemas en la producción.

Método de Medición:

- Registro en un sistema de control o en una hoja de Excel donde se documente el cumplimiento de los checklists diarios o semanales.
- Comparación mensual de los resultados para identificar mejoras o retrocesos en el cumplimiento.

### **Análisis de Muestreo y Calidad**

Objetivo: Determinar la calidad del producto en cada lote de producción.

Indicadores que medir:

- Porcentaje de unidades aprobadas vs. rechazadas:

Un alto porcentaje de lotes rechazados puede indicar deficiencias en el proceso.

- Principales causas de rechazo en muestreo:

Se analiza si los rechazos ocurren por defectos en envases, problemas de calibración, etiquetado incorrecto, etc.

- Tiempo de respuesta para corregir un lote rechazado:

Se mide cuánto tiempo tarda la corrección del problema para evitar retrasos en la producción.

- Costo de reprocesos por mala calidad:

Si el costo de los reprocesos es elevado, se deben identificar oportunidades de mejora para la línea de envasado.

Método de Medición:

Documentación de los lotes inspeccionados y sus resultados Enel formato establecido.

- Registro de causas de rechazo para analizar tendencias y mejorar los procesos relacionados.
- Cálculo de costos asociados a reprocesos y ajustes en la producción.

### **Análisis y Ajustes Correctivos**

El análisis de los indicadores permitirá tomar decisiones de maneras estratégicas para mejorar el desempeño de la envasadora con productos de mejora calidad. Para esto es recomendable seguir los siguientes pasos:

- Se deben programar reuniones semanales o mensuales para analizar los indicadores establecidos para dar un seguimiento correcto a las revisiones.
- Si un indicador genera resultados de un rendimiento inferior al esperado, se debe realizar un análisis de causa raíz.
- Si hay resultados negativos en los controles establecidos, se deben tomar decisiones para ajustar los procedimientos.
- Se debe solicitar la implementación de sistemas digitales para mejorar la recopilación y análisis de datos.
- Evaluar los datos mes a mes para identificar tendencias y oportunidades de mejora

# **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

El análisis y diseño del sistema de gestión para la planta de manufactura de productos automotrices en la empresa Central de Mangueras permitió identificar y atacar deficiencias importantes que afectaban directamente tanto la eficiencia de la operación y la calidad del producto acabado. A lo largo de este proyecto, se dio a evidenciar que la falta de un sistema de gestión bien estructurado no solo incrementaba la variabilidad en los procesos productivos, sino que también generaba costos adicionales asociados a reprocesos y desperdicios.

Uno de los problemas más críticos identificados fue la falta de documentos y estandarización de los procedimientos de la operación. Esta falta de documentos generaba inconsistencias en la elaboración de tareas, ya que los colaboradores dependían de su experiencia individual, para tomar decisiones clave durante la producción, el uso incorrecto de insumos o el etiquetado inadecuado de los productos.

Además, se detectaron problemas muy críticos en la calibración de las máquinas envasadoras, que resultaban en variaciones en la cantidad de producto en cada envase. Este problema, aunque identificado por los colaboradores, no contaba con un proceso de corrección periódico ni sistemático que evitara esto y no ocasionara reprocesos costosos y la insatisfacción del cliente final.

Otro hallazgo importante fue la falta de control sobre los materiales e insumos. La inexistencia de un Bill of Materials (BOM) y la ausencia de órdenes de producción formales provocaron diferencias en el control de inventarios, estas variaciones tanto positivas como negativas de insumos críticos como las etiquetas y diferentes tipos de envases. Esto no solo afectaba a la continuidad de la envasadora, sino que también generaba errores como el uso de etiquetas incorrectas tanto de frente como de dorso, que fue identificado como uno de los principales problemas en la planta.

El análisis de las causas raíz mediante el Diagrama de Ishikawa permitió clasificar los problemas en seis categorías clave y la interacción de entre cada uno de los siguientes segmentos: Métodos, Materiales, Mano de Obra, Maquinaria, Medición y

Medio Ambiente. En Métodos, se destacó la falta de procesos estandarizados y procedimientos aprobados y documentados.

En Materiales, se identificó un exceso de inventario en algunos insumos tanto de etiquetas como de envases y la falta de otros en momentos críticos.

En Mano de Obra, la capacitación insuficiente ya que todo era empírico y la asignación inadecuada de personal en las líneas de producción fueron problemas muy frecuentes.

En Maquinaria, los fallos en la calibración, por falta de un método de revisión y el mantenimiento deficiente afectaban la consistencia del producto.

En Medición, la falta de indicadores clave de rendimiento (KPIs) hacía incapaz el seguimiento de rendimientos y controles para la mejor calidad.

Finalmente, en Medio Ambiente, la organización inadecuada del espacio de la planta tiene oportunidad de mejorar para ser analizada en otra etapa con el objetivo de mejorar el flujo de trabajo y afectaba la seguridad operativa.

El proceso de control de calidad también presentaba oportunidades de mejora ya que actualmente, solo se realiza una revisión visual superficial durante el proceso de producción y no hay validación final del producto terminado más allá del peso que debe tener cada presentación. Esto deja margen para que los errores como el etiquetado incorrecto, problemas de calibración y suciedad en el envase por derrames pasen desapercibidos hasta que el producto llega al cliente, generando reclamos y afectando la reputación de la empresa

Además, los costos asociados a los reprocesos por errores de producción fueron significativos. Se identificó que el costo de la mano de obra para corregir estos errores alcanzaba cifras considerables, lo que subraya la necesidad de implementar controles más estrictos y automatización en los procesos.

En conclusión, el diseño de este sistema de gestión no solo optimizará los procesos productivos y reducirá los costos operativos, sino que también fortalecerá la calidad del producto final, mejorará la satisfacción del cliente y aumentará la competitividad

de la empresa en el mercado. La correcta implementación de las recomendaciones derivadas de este análisis permitirá a Central de Mangueras posicionarse como un referente en la manufactura de productos automotrices, garantizando la sostenibilidad y el crecimiento a largo plazo.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Uno de los aspectos fundamentales a considerar es la implementación de un sistema de control digital para los procesos de calidad. Actualmente, carece de herramientas automatizadas que permitan un seguimiento preciso de los parámetros de calidad en tiempo real, lo que aumenta el riesgo de errores y variabilidad en la producción.

Se recomienda la inversión en un sistema de gestión de calidad unifique la información, la identificación de desviaciones en las especificaciones técnicas y la generación de reportes automatizados. Este sistema permitirá ver la trazabilidad del producto y a su vez permitirá detectar de manera más rápida los defectos y optimizará el proceso de toma de decisiones basado en datos confiables.

Por otro lado, se recomienda la generar la documentación formal de los procedimientos operativos para garantizar la correcta implementación de las mejoras propuestas a su vez que cumpla el proceso interno de aprobación para que este sea subido al SFD que es el sistema de documentación de la empresa. La ausencia de documentación estandarizada puede generar inconsistencias en la ejecución de los procesos, la documentación funcionaria incluso para una mejor capacitación del personal.

Se sugiere la elaboración de manuales operativos y checklists, que detallen de manera clara los pasos a seguir en cada actividad clave dentro de la planta. Asimismo, esta documentación debe ser actualizada de manera periódica y alineada con los estándares de calidad y normativas aplicables al sector de producción.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Baca, U., et al. (2014). Análisis de herramientas de calidad: Diagrama de Pareto y Diagrama de Causa-Efecto. Lean Construction México
- Carvajal, E., et al. (2017). Representación gráfica de procesos mediante diagramas de flujo. Editorial Técnica de Ingeniería
- Collier, D. A. (2015). Administración de Operaciones. McGraw-Hill
- Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología de Estados Unidos. (2015). Normas y directrices para la acreditación en ingeniería. Washington, D.C
- Gutiérrez, H. (2015). Metodología DMAIC para la mejora continua. Editorial Técnica de Ingeniería
- Laveriano, W. (2014). Control eficiente de inventarios y su impacto en la competitividad empresarial. Editorial Logística Empresarial
- Michán, J., et al. (2019). Diseño e implementación de un sistema de gestión para la planificación y control de calidad en una empresa chocolatera. Universidad de Lima
- Monzón, A. (2019). Propuesta de implementación de herramientas de manufactura esbelta para reducir costos operativos en la industria del calzado. Universidad Autónoma de México
- Progresá Lean. (2021). Guía práctica para la implementación de diagramas de causa y efecto. Editorial Progresá
- Suárez, C. (2010). Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP). Editorial Empresarial