

# POSGRADOS

---

## Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

### Opción de Titulación:

Artículos profesionales de alto nivel

### Tema:

Propuesta de mejora en los métodos de trabajo y estandarización del proceso de termoformado que permita el incremento de la eficiencia y calidad del producto durante el segundo trimestre del año 2024

### Autor(es)

Juan Pablo Medina Encalada

### Director:

Luis Fernando Toapanta Ramos

QUITO – Ecuador

2025



**Autor(es):**



Juan Pablo Medina Encalada  
Ingeniero Mecánico Automotriz  
Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por  
la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.  
jmedinae@est.ups.edu.ec

**Dirigido por:**



Luis Fernando Toapanta Ramos  
Docente investigador de la Universidad Politécnica Salesiana  
Doctor en ingeniería  
ltoapanta@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos e investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2025© Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO– ECUADOR – SUDAMÉRICA

*Juan Pablo Medina Encalada*

**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE TERMOFORMADO QUE PERMITA EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA Y CALIDAD DEL PRODUCTO DURANTE EL SEGUNDO TRIMESTRE DEL AÑO 2024**

## ***DEDICATORIA***

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me ha enseñado a valorar cada día. A mi esposa Ximena que, gracias a su apoyo incondicional y a su amor ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de este arduo camino. El cumplimiento de esta meta no sería posible sin tu comprensión, sacrificio y motivación diaria, gracias por ser mi compañera de vida, inspiración y mi apoyo.

A mis hijos, Amanda y Sebastian, les dedico este trabajo, mis mayores tesoros y fuente de inspiración. Cada logro alcanzado en esta etapa es también de ustedes, sin su sonrisa y energía no habría sido posible.

A mi familia, que me ha apoyado desde mis inicios académicos y al acompañamiento en el arduo camino donde me forme profesionalmente y enseñándome a crecer como un buen hijo, buen padre y buen esposo.

## ***AGRADECIMIENTO***

A mi director de tesis Doctor Luis Fernando Toapanta por su valiosa dirección, para poder llegar a cumplir los objetivos que fueron planteados como mejora de operaciones de una empresa de termoformado.

Un profundo agradecimiento al vicepresidente de la empresa, por brindarme la oportunidad de liderar las mejoras del proceso de la empresa de termoformado. Su apoyo y confianza han sido fundamentales para el éxito de este proyecto. Gracias a esta experiencia, no solo he logrado mejorar las operaciones, sino que también he podido crecer profesionalmente y personalmente.

# Tabla de Contenido

Resumen .....	8
Abstract .....	9
1. Introducción .....	10
1.1 Objetivo general .....	10
1.2 Objetivo específico .....	10
1.3 Justificación .....	10
2. Determinación del Problema .....	12
2.1 Estado de arte.....	12
3. Marco teórico referencial .....	14
3.1 Lean Manufacturing.....	14
3.1.1 Limitaciones de la productividad .....	15
3.1.2 Desperdicios Lean.....	15
3.2 Herramientas lean .....	16
3.2.1 Mapa del flujo de valor (VMS).....	16
3.2.2 Las 5'S .....	16
3.3 Herramientas de la calidad .....	17
3.3.1 Diagrama de causa y efecto .....	17
3.3.2 Hoja de control .....	17
3.3.3 Gráfica de control.....	17
3.3.4 Diagrama de Pareto .....	17
3.3.5 Análisis de estratificación .....	17
3.3.6 Histograma .....	18
3.3.7 Diagrama de dispersión.....	18
4. Materiales y metodología .....	19
4.1 Representación de la línea a mejorar.....	19
4.2 Introducción de la línea operación .....	20
4.2.1 Extrusión.....	20
4.2.2 Termoformado .....	20
4.2.3 Situación inicial sobre la percepción del producto .....	20
4.2.4 Ilustración de la planta .....	22
4.2.5 Mapa de procesos.....	22

---

5.	Resultados y discusión .....	24
5.1	Implementación metodología 5's .....	24
5.1.1	Primera S: Seleccionar .....	25
5.1.2	Segunda S: Ordenar .....	28
5.1.3	Tercera S: Limpiar .....	30
5.1.4	Cuarta S: Estandarizar .....	32
5.1.5	Quinta S: Disciplina .....	39
5.2	Balance de la implementación .....	40
5.3	Implementación de las herramientas de la calidad .....	41
5.4	Indicador OEE .....	45
6.	Conclusiones.....	48
7.	Recomendaciones .....	49
8.	Referencias .....	50
9.	Anexos.....	51

PROPUESTA DE MEJORA EN LOS  
MÉTODOS DE TRABAJO Y  
ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO  
DE TERMOFORMADO QUE PERMITA  
EL INCREMENTO DE LA EFICIENCIA  
Y CALIDAD DEL PRODUCTO  
DURANTE EL SEGUNDO TRIMESTRE  
DEL AÑO 2024

Autor(es):

JUAN PABLO MEDINA ENCALADA

## Resumen

---

En este estudio se presenta una serie de mejoras en los métodos de trabajo y la estandarización del proceso de termoformado de una empresa, la meta inicial es incrementar la capacidad de producción de la empresa durante el segundo trimestre del año 2024. Se inicio con el conocimiento del proceso actual, evaluación de los procesos y los instructivos de trabajo.

Las mejoras fueron implementadas empleando control estadístico y estrategias de mejora continua con el fin de asegurar la meta inicial.

La adopción de estas herramientas resulto en una notable mejora del indicador de OEE, que aumento del 74% en enero al 86% en junio. Este incremento se debió a la estandarización del proceso de trabajo, la formación continua del personal y la mejora de los procedimientos de trabajo.

### **Palabras clave:**

Mejora continua, VSM, 5's, termoformado, extrusión, cultura, SPC, OEE.

## Abstract

---

This study presents a series of improvements in the working methods and the standardization of the thermoforming process of a company, the initial goal is to increase the production capacity of the company during the second quarter of the year 2024. It started with the knowledge of the current process, evaluation of the processes and work instructions.

Improvements were implemented using statistical control and continuous improvement strategies in order to ensure the initial goal.

The adoption of these tools resulted in a marked improvement in the OEE indicator, which increased from 74% in January to 86% in June. This increase was due to the standardization of the work process, continuous staff training and improved work procedures.

**Keywords:**

Continuous improvement, VSM, 5's, thermoforming, extrusion, culture, SPC, OEE.

# 1. Introducción

---

El Proceso de termoformado es trascendental en la producción de productos plásticos y su eficiencia y calidad son determinantes para la competitividad de la empresa.

Este análisis se centra en la implementación de mejoras en los métodos de trabajo y la estandarización del proceso.

## 1.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejora en los métodos de trabajo y estandarización del proceso de termoformado que permita el incremento de la eficiencia y calidad del producto durante el segundo trimestre de 2024.

## 1.2 Objetivo específico

- Conocer el proceso actual de termoformado para el análisis de los métodos de producción.
- Analizar los movimientos y tiempos en la línea de producción para la evaluación de los procesos y métodos que se pueden mejorar.
- Establecer las mejoras a la línea de producción de termoformado bajo control estadístico y mejora continua para la retención de la calidad y satisfacción del cliente.

## 1.3 Justificación

Las exigencias del mercado cada vez son más fuertes por lo que la percepción de la calidad y funcionamiento de sus productos marcan el éxito de la empresa, además, de la forma estratégica en mantener el control de su proceso en toda su línea de valor [1].

En la empresa en donde se realizó el estudio, se ha identificado como oportunidad de mejora el aumento productivo y mejorar la calidad de los atributos del producto termoformado.

En la industria tiene varios desafíos tales como la falta de control de procesos, estándares de calidad insuficientes, desperdicio de tiempos, materiales, exceso de movimientos, sobre producción, defectos

Para mejorar el método de trabajo, se analizará diferentes metodologías como 5's, lean manufacturing, cuales se centran en la gestión de la calidad y busca mejorar el rendimiento, la calidad y reducir los costos [2].

Durante esta investigación, se evaluará el estado actual del proceso y los métodos de trabajo de cada operador para plantear actividades estandarizadas del proceso. Esto permitirá alcanzar la meta del 85% del OEE[3], incrementando así la eficiencia, la calidad del producto y la disponibilidad de la máquina.

## 2. Determinación del Problema

---

### 2.1 Estado de arte

En la actualidad los plásticos son utilizados en diferentes tipos de industrias además tiene aplicaciones como en la farmacéutica, comida, bebidas, electrónica, bienes de consumo, entre otros. El mercado global de plástico mediante el proceso de termoformado se estima que crecerá a una tasa compuesto anual del 5.2 % entre 2021-2028 [4]. El proceso de termoformado consiste en estirar una lámina de plástico calentada sobre un molde para crear el producto requerido [5].

Se ha considerado para este proyecto un levantamiento de información correspondiente del primer trimestre del año 2024 y cómo evaluación de la estandarización se comparará los resultados del segundo trimestre del año 2024 y se realizará mediante el indicador Eficiencia Global de Equipos OEE de la empresa.

Con la metodología 5's y Lean Manufacturing se espera mejorar la distribución de la área, flujo del material, mantener las zonas limpias y organizadas. Todo esto tiene como finalidad para realizar el trabajo de manera apropiada. Además, se realizará la limitación de los puestos de trabajo para incrementar la seguridad y el orden [6].

A continuación, se realiza una revisión de estudios relacionados con el desarrollo de proceso estandarizado. Parreño [5] destaca la importancia de reconocer que la falta de procesos estandarizados puede causar una disminución operativa debido a la ausencia de funciones definidas y a la ejecución de las operaciones de acuerdo a su conocimiento sin ninguna regla específica o método de trabajo controlado.

Mikva et al. [7] indica, que el proceso estandarizado es una metodología aplicable para difundir la mejora continua en la empresa, además, menciona que

el anterior estándar se convierte en la base para futuras mejoras y así se establece un ciclo continuo de mejora.

Garcés y Castrillón [8] sugieren un enfoque que utiliza técnicas avanzadas para evaluar las fallas en diversas máquinas, con el propósito de aquellas generan mayores tiempos de inactividad en producción y sugerir planes de acción.

Gavin et al. [9] resaltan la importancia de la contribución de los trabajadores a la implementación de Lean manufacturing ya que existe el riesgo de que fracase el proyecto e incluso puede detenerse las operaciones y la producción por el exceso de desperdicio. Además, detalla que el beneficio de la implementación dará a los trabajadores la oportunidad de aprovechar su creatividad y experiencia por lo que deriva que se sientan más orgullosos y seguros de su puesto de trabajo. Adicional recuerda que la organización debe prepararlos bien para los requisitos y retos mediante la formación.

Verasquin et al. [10] resaltan que, el mundo empresarial exige cada vez más excelencia en la presentación de productos y servicios para mejorar la calidad y reducir costes.

### 3. Marco teórico referencial

Existen varios programas de implementación y herramientas de lean manufacturing conocido como prácticas Lean. En el transcurso de la implementación existen varios desafíos a la hora de implementarles y sobre todo mantenerlas. Culturalmente, los trabajadores y empresas tienen diferentes motivaciones, comunicación y compromisos.

#### 3.1 Lean Manufacturing

La garantía en los procesos y operaciones de producción deben ser parte de una estrategia. El reto consiste en cambiar la cultura positivamente, no solo implementar nuevas estrategias, herramientas o procedimientos, sino se debe trabajar en la cultura. La cultura es el modo de ser, pensar y actuar de una empresa. La base de la cultura son los hábitos y estos, aunque pueden ser buenos o malos, se forman a base de realizar constantemente acciones, figura 1, Transformación organizacional [11]:

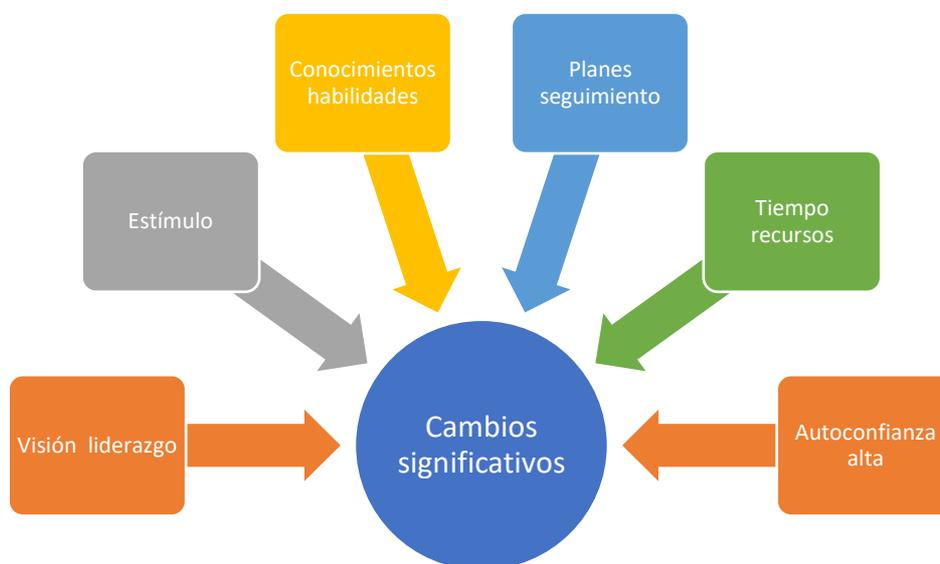


Figura 1. Transformación organizacional

La metodología Lean, aprovecha las instrucciones mínimas para obtener el máximo beneficio los cuales son:

- Atributos críticos del producto
- Identificar la cadena de valor por referencia
- Proceso fluya sin paralizaciones
- Valor agregado del producto
- Mejora continua

### 3.1.1 Limitaciones de la productividad

Es afectada por una escala muy extensa de dificultades que limitan los resultados que pueden conseguir a partir de los recursos disponibles, se clasifican en tres grupos:

- Sobrecarga
  - Se ve afectado el cumplimiento de producción y el rendimiento de las personas disminuye, cuando se les impone una sobrecarga de actividades que rebasa su capacidad.
- Variabilidad
  - Cuando existe oscilaciones en un proceso y los resultados cumplen con los requisitos de liberación de calidad, se considera que el proceso está bajo control, sin embargo, al tener una variación en el proceso, se considera que el proceso ha salido de control.
- Desperdicio
  - Trata de cualquier esfuerzo realizado en la empresa que no agregue valor al producto, estos esfuerzos incrementan los costos y reducen el nivel de producción.

### 3.1.2 Desperdicios Lean

Es importante conocer los desperdicios, los cuales se debe reducir y/o eliminar en la medida de lo posible, debido a que no añaden valor al producto.

A los 7 desperdicios se debe sumar un octavo desperdicio, el cual trata de infravalorar los conocimientos y capacidades del personal operativo.

## 3.2 Herramientas lean

### 3.2.1 Mapa del flujo de valor (VMS)

La herramienta mapa del flujo de valor (VSM) es una de las herramientas utilizadas para identificar los desechos en el proceso de fabricación. Es un diagrama visual del proceso de flujo que ayuda a identificar los desechos y explotar las oportunidades de mejora.

VSM identifica los desperdicios y aplica principios lean para mejorar la producción de la fabricación de productos termoformados mediante la observación física del proceso de fabricación, el mapeo actual, identifico los desperdicios, sugerencias de mejora y preparación del mapa del estado futuro.

### 3.2.2 Las 5'S

La metodología 5's consiente en tener una perspectiva general del área en donde se realizó las mejoras, se aplicará este método, con la finalidad de organizar, clasificar y limpiar el área de trabajo, tabla1 Etapas de las 5'S.

*Tabla 1. Etapas de las 5's*

<b>Seleccionar</b>	<b>Organizar</b>	<b>Limpiar</b>	<b>Estandarizar</b>	<b>Seguimiento</b>
Consiste en seleccionar los artículos que no sean útiles para el proceso	Esta etapa trata de ordenar los utensilios útiles para el trabajo en un espacio establecido para cada artículo.	Trata en limpiar espacios, herramientas de suciedad	en Tiene como finalidad ejecución de los instructivos y la actividades constantemente	Involucra al personal en generar un hábito en la ejecución de las actividades

### 3.3 Herramientas de la calidad

Para garantizar productos de alta calidad, se implementará las herramientas de la gestión de calidad que permitiría ejecutar y encargarse de la trazabilidad de forma eficiente. La valoración de las acciones se basará en la recopilación de datos y su post análisis.

#### 3.3.1 Diagrama de causa y efecto

Se utiliza para identificar las posibles causas de un problema y se dividen en las siguientes categorías; método, máquina, mano de obra, materiales y medio ambiente.

#### 3.3.2 Hoja de control

Registra la distribución de los datos y su frecuencia al medir las variables de cada proceso. Como beneficio es detectar variaciones de los procesos y/o productos.

#### 3.3.3 Gráfica de control

Se emplea para examinar las variaciones de las variables de un proceso en un periodo de tiempo. Al observar estas variables, se determina si la variación del proceso está controlada o influenciada por diferentes factores.

Este análisis se fundamenta en una comparación entre los límites de control históricos y los datos recogidos en la actualidad.

#### 3.3.4 Diagrama de Pareto

Se usa para localizar la causa más significativa en los procesos de producción que necesita una corrección urgente.

#### 3.3.5 Análisis de estratificación

Consiste en determinar los patrones significativos que no son perceptibles cuando los factores se agrupan como los datos en distintos grupos.

### 3.3.6 Histograma

Se analiza los resultados de los procesos de acuerdo a sus variables y comprueba si una variable ha sufrido cambios en un determinado tiempo.

### 3.3.7 Diagrama de dispersión

Trata de una herramienta efectiva para visualizar la relación entre diferentes variables y cómo una puede afectar a la otra.

## 4. Materiales y metodología

### 4.1 Representación de la línea a mejorar

Se detalla la línea a la cual se aplicará las oportunidades de mejora y la estrategia para el aumento de la eficiencia. En la figura 2, se detalla los procesos que tiene la empresa.

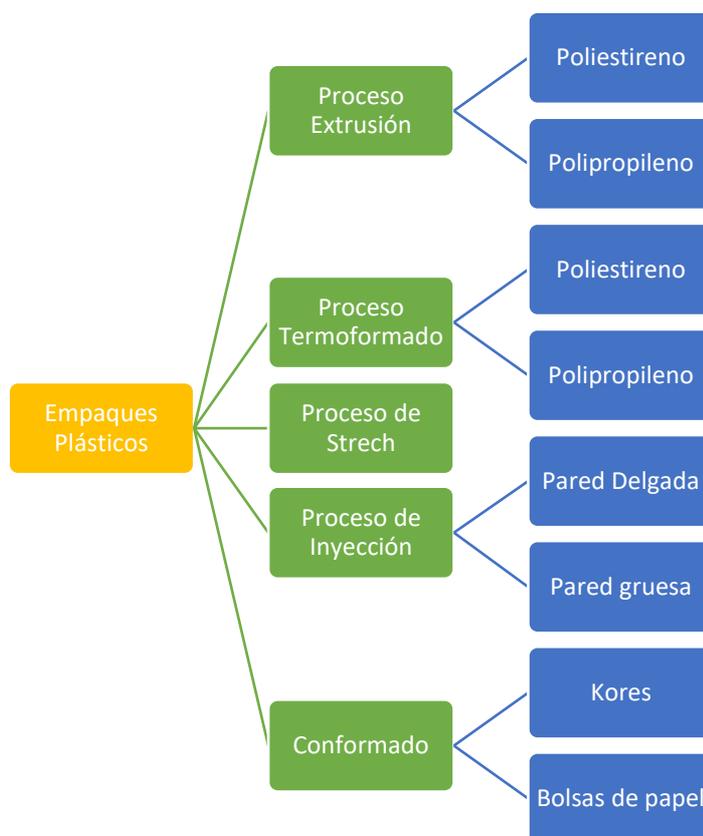


Figura 2. Productos que fabrica la empresa

La línea de producción que se aplicara las mejoras, es en la línea de termoformado de Poliestireno y se divide en las siguientes líneas de producción figura 3, modelos de fabricación:

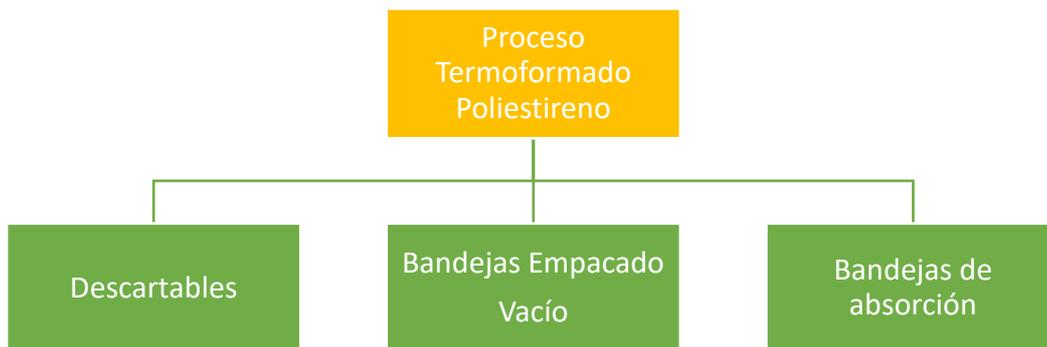


Figura 3. Modelos de fabricación

## 4.2 Introducción de la línea operación

### 4.2.1 Extrusión

El proceso de extrusión consiste en alimentar de material a varios tornillos en donde se calienta y se cambia de estado el material y para dar forma al producto se extruye mediante un dado conocido como molde. Los productos que se pueden realizar son perfiles, películas tubos, entre otros[12].

### 4.2.2 Termoformado

El proceso de termoformado es más simple, consiste en calentar una hoja de plástico a su temperatura de formación y mecánicamente forzándolo contra una forma sólido-enfriada llamada molde.

### 4.2.3 Situación inicial sobre la percepción del producto

La empresa se encuentra con oportunidades de mejora para el proceso productivo con miras a aumentar la cantidad de producción y reducir el número de reclamos del cliente. En la figura 4, detalla la cantidad de reclamos que se ha generado en los últimos 15 meses.

En el primer trimestre del año 2024, se tiene cinco reclamos, los cuales corresponde a Faltante de unidades, bloqueo, fuera de especificación, mal empacado y falla de troquelado.



Figura 4. Número de reclamos de los últimos cinco semestres del 2023-2024

En la figura 5, detalla las tres principales causas de los reclamos los cuales son; sin de especificación, inocuidad y faltante de unidades.

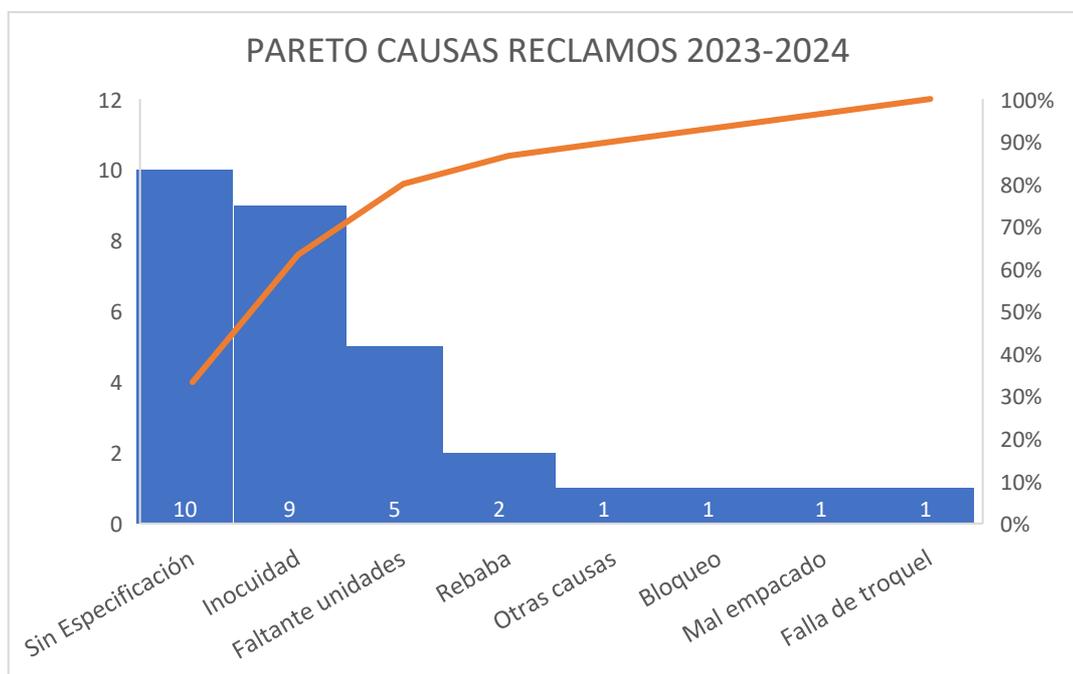


Figura 5. Denominación del número de reclamos por la misma incidencia.

#### 4.2.4 Ilustración de la planta

En la figura 6, se detalla la ubicación de la máquina extrusora de Poliestireno y dos termoformadoras, cuales pueden formar cualquier tipo de modelo, siempre y cuando se disponga del molde.

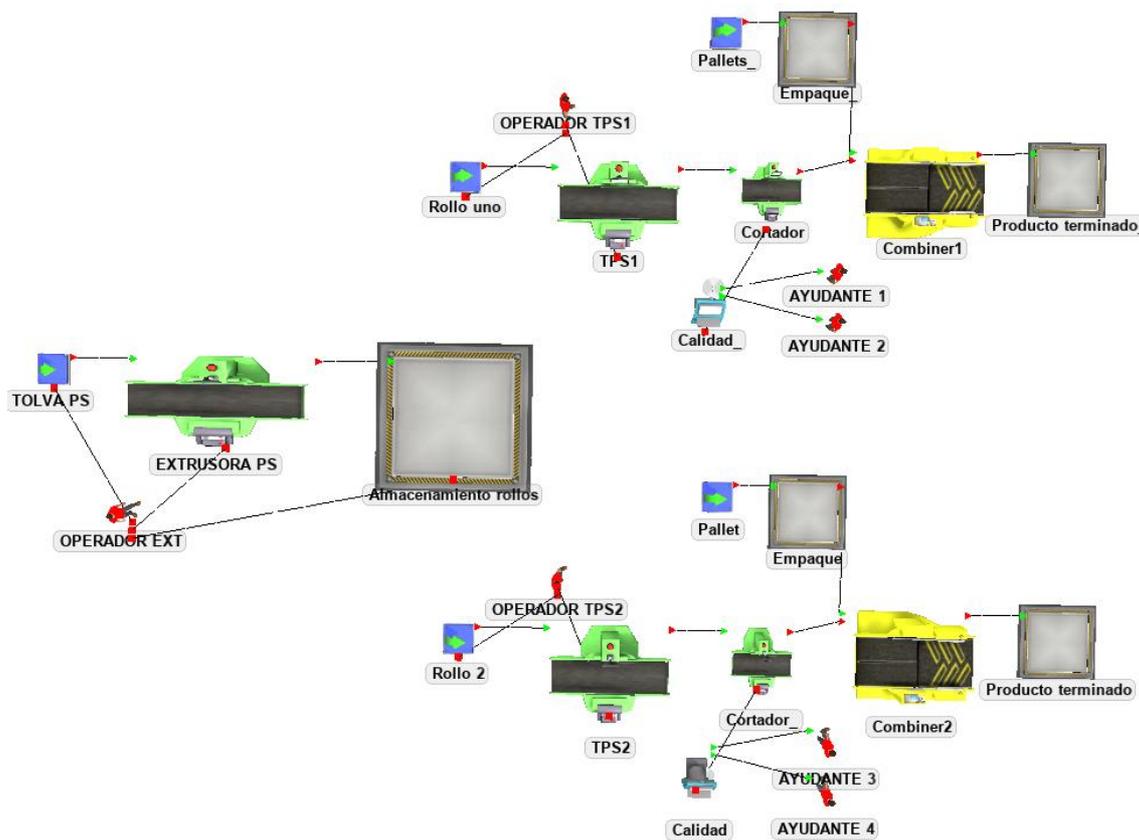


Figura 6. Esquema de la planta de producción

#### 4.2.5 Mapa de procesos

La figura 7, representa gráficamente las funciones que comprende el área de extrusión. Además, permite observar la interrelación entre cada proceso.

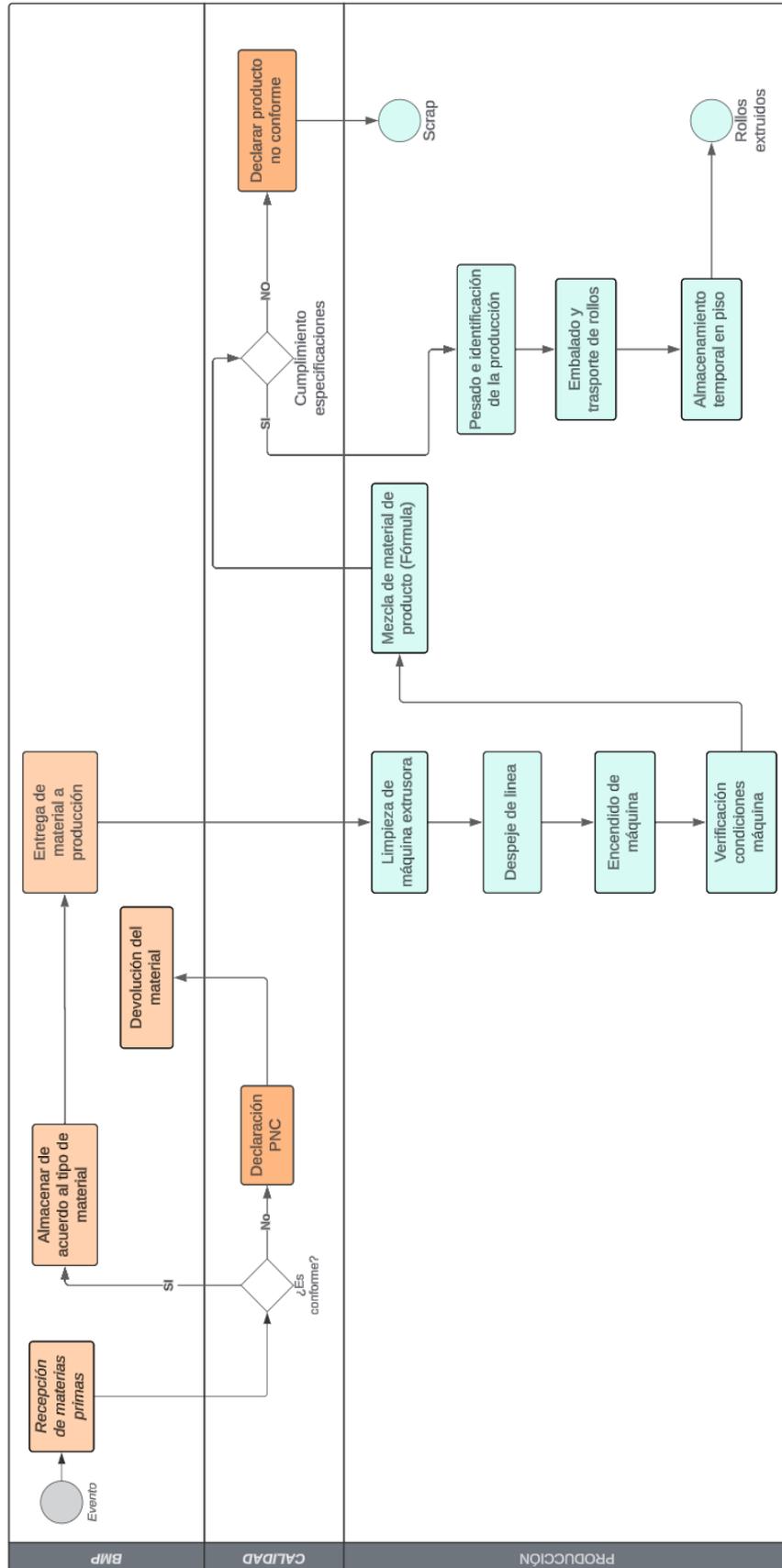


Figura 7. Mapa de procesos extrusión de plástico

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Implementación metodología 5's

La empresa ha adoptado la metodología 5's para mejorar la gestión de los objetos necesarios en el puesto de trabajo, estableciendo ubicaciones específicas para cada cosa y manteniendo una limpieza constante del proceso, mediante las mejoras detalladas en el capítulo 5.1.1.

En cuanto a la estandarización del trabajo, se han desarrollado y actualizado los procedimientos y registros que garanticen el cumplimiento de los atributos del producto final y permite una trazabilidad completa de la orden de producción, además, se ha fomentado una cultura de disciplina que mantiene un alto cumplimiento de los estándares de producción, orden y limpieza contribuyendo a la mejora continua y a la eficiencia operativa, capítulo 5.1.4.

Previo de iniciar con la metodología 5's, se llevó a cabo una capacitación (ver figura 8) dirigida al personal de la empresa. El propósito principal de la presentación no solo fue enseñar las herramientas de las 5's, sino también enfatizar la importancia de desarrollar una cultura organizacional y hábitos sostenibles a lo largo del tiempo. Esta formación busca asegurar que cada colaborador comprenda y adoptara plenamente estos principios en su trabajo diario. De forma paralela se realizó una evaluación para establecer el estado inicial de la empresa para cada "S".



*Figura 8. Capacitación 5s por grupos de trabajo*

### 5.1.1 Primera S: Seleccionar

En la primera S, se separó los objetos innecesarios o materiales que se encuentren en exceso, herramientas o repuestos obsoletos, tabla 2 y anexo 1.

Tabla 2. Primera S, check list Primera S: Seleccionar

<b>1S SEPARAR / ORGANIZAR</b>	
1. ¿Hay objetos innecesarios, restos de chatarra y basura en el suelo?	X
2. ¿Se encuentran los pasillos libres de objetos, que impidan el libre movimiento del personal?	X
3. ¿Hay equipos, materiales, entre otros que dificulten el tránsito del personal?	✓
4. ¿Se encuentran artículos innecesarios en los puestos de trabajo?	✓
5. ¿Se encuentra los componentes y materiales en cantidades justas y no en exceso?	✓
6. ¿Los coches para mover los rollos, pallets de madera o de plástico, montacargas están en uso o son imprescindibles?	✓
7. ¿Se está haciendo uso de herramientas o útiles que no son apropiados para la fabricación?	✓
8. ¿Existen en el puesto de trabajo equipos obsoletos?	X
9. En el caso que se encuentre utensilios dañados, ¿Han sido clasificados como útiles o inservibles?	✓
10. ¿Hay un plan para reparar los objetos dañados?	X
11. ¿Existe una correcta identificación o espacio para los objetos obsoletos?	X

Figura 9, se separa objetos obsoletos, se elimina herramientas innecesarias y posterior se asigna un espacio para cada cosa.



Figura 9. Separación de objetos necesarios e innecesarios.

La figura 10, representa un diagrama para decidir qué hacer con los objetos que han identificado como innecesarios [2].

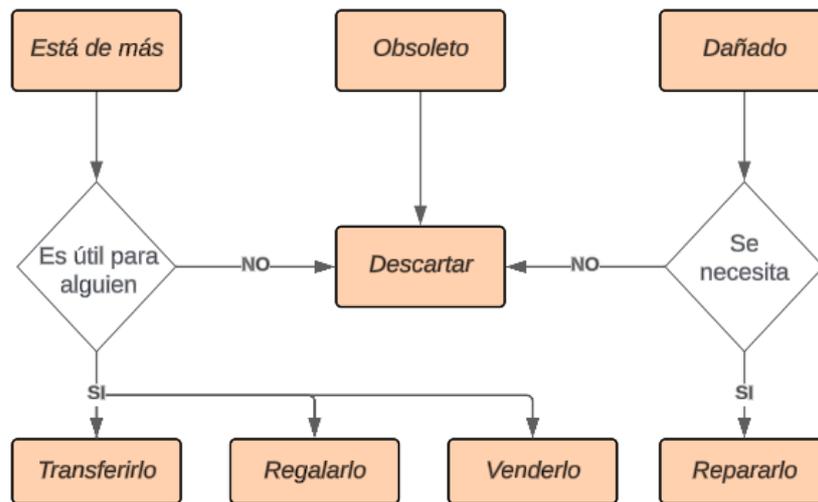


Figura 10. Diagrama de decisión para objetos innecesarios.

### Visualización de las mejoras implementadas

En la figura 11, se observa la reparación de los bordillos y se implementa una estructura metálica rectangular para evitar que sufra daños la pared, además, se señala el piso con cinta de prevención, amarillo con negro.



Figura 11. Reparación de bordillos e implementación de estructura metálica.

Adicionalmente, se instalaron basureros para residuos comunes y reciclables. Asimismo, se adquirió un estante para los implementos de limpieza como escoba, recogedor, trapeador, figura 12.



*Figura 12. Asignación de áreas para almacenar utensilios de limpieza y recolectar basura*

Figura 13, presenta la demarcación del piso para la máquina y el espacio para transitar ya que es crucial por las siguientes recomendaciones:

- **Seguridad:** Delimitación de áreas claras para la máquina y sus respectivas zonas de movilización para prevenir accidentes.
- **Orden:** Organización del espacio de trabajo y que todo esté en su lugar adicional contar con los caminos despejados para la movilización o de alguna posible evacuación.



*Figura 13. Demarcación de la zona segura de la máquina*

Se implemento en el puesto de trabajo identificaciones claras para cada herramienta de trabajo, ya que facilita la localización de las herramientas, materiales y se elimina tiempo muerto por búsqueda, además, se mantendría una área de trabajo organizada, ordenada y de fácil identificación de materiales innecesarios, figura 14.



Figura 14. Asignar ubicación para elemento de control del proceso

### 5.1.2 Segunda S: Ordenar

Esta segunda S, se enfoca en organizar los elementos esenciales para el trabajo, asignando una área para cada cosa, lo que facilita su identificación, localización y de este modo se garantiza su retorno a su ubicación inicial después de haber sido usado[2], tabla 3.

Tabla 3. Lista de verificación segunda S: Ordenar

<b>2S ORDEN</b>	
1. ¿Está el área de trabajo libre de desorden?	X
2. ¿Las ubicaciones asignadas a las herramientas, materia prima, entre otros, son las apropiadas?	X
3. ¿Se encuentra claramente marcados e identificados los espacios asignados el punto 2?	X
4. ¿Todos los elementos se encuentran en su espacio asignado y señalizado?	X
5. ¿Los artículos de las estanterías están ordenados y en sus ubicaciones correctas?	X

6. ¿Los utensilios de los puestos de trabajo están en buen estado y etiquetados correctamente?	X
7. ¿El almacenamiento de las herramientas, utensilios son de fácil acceso?	✓
8. ¿Es posible identificar visualmente la disposición de los espacios vacíos y objetos?	✓
9. ¿La ubicación de los utensilios están en función de su uso?	✓
10. ¿Los elementos pueden regresar a su lugar de origen o almacenamiento por medio de algún mecanismo?	X

Se asigna tinas específicas para contener material con su respectiva identificación de la formulación, con el objetivo de aumentar su organización de los materiales, figura 15.



*Figura 15. Asignación de contenedores para material para que no tenga contacto con el piso*

Se readequo un estante que se tenía, para que sea de uso exclusivo de suministros y herramientas con su respectiva identificación y ubicación.

La finalidad es, encontrar rápidamente las herramientas o suministros durante el turno, y visto desde el punto de seguridad es reducir el riesgo de accidente por tener una herramienta fuera de su espacio asignado y mantener el área de trabajo organizada, figura 16.



Figura 16. Ubicación e identificación de suministros y herramientas

### 5.1.3 Tercera S: Limpiar

Al cumplir las dos primeras S, que tratan de desechar lo innecesario y que se haya clasificado y ordenado los elementos necesarios, la siguiente fase es limpiar el área de trabajo. En esta etapa se involucra al personal y se fija una frecuencia y espacios a limpiarse. Además, se debe garantizar que después de ser usados las herramientas y/o equipos deben devolverse a sus ubicaciones originales [13], tabla 4.

Tabla 4. Lista de verificación Segunda S: Ordenar

<b>3S LIMPIEZA</b>	
1. ¿El suelo está libre de basura y en buen estado?	X
2. ¿Se encuentra en buen estado la infraestructura?	X
3. ¿Se mantiene limpio las área y puestos de trabajo?	X
4. ¿Las herramientas y máquinas están limpias?	X
5. ¿Hay suficientes materiales de limpieza?	✓
6. ¿Se dispone de espacios adecuados para los desechos?	✓
7. ¿Los insumos de limpieza se encuentran en su área asignada y libre de obstáculos y de polvo?	✓
8. ¿Se encuentra establecido un plan de limpieza?	X
9. ¿Se ha identificado y se ha ejecutado el plan de limpieza en nuevas fuentes de suciedad?	X

La tabla 5, detalla el formato de registro de limpieza del área de producción, garantizando que las tareas de limpieza se lleven a cabo de manera constante, detalladas por secciones y organizadas por periodos.

Tabla 5.Formato de registro de limpieza del área.

REGISTRO DE LIMPIEZA DE ÁREA DE PRODUCCIÓN																		
Nota: Las celdas se complementan con las X de la actividad que se ejecutó y verificó la actividad de limpieza																		
Responsable	Frecuencia	Por turno							Semanal			Quincenal	Mensual					
		Turno	TPS1	TPS2	EPS1	MESAS DE TRABAJO	RACKS DE MOLDES	ESCRITORIOS	PISO	UTENSILLOS DE LIMPIEZA	HERRAMIENTAS	PALLETS	PISO (GENERAL)	ESTANTES Y ARMARIOS	PUERTAS	PARED	VENTANAS	VERIFICADO POR:

### 5.1.4 Cuarta S: Estandarizar

En esta etapa es asegurar el cumplimiento de los procedimientos y actividades se lleven de manera estable y habitual. Esto garantiza que la selección, organización y limpieza, se mantengan en las áreas de trabajo según el procedimiento estandarizado, tabla 6.

Tabla 6. Lista de verificación Segunda S: Ordenar

<b>4S ESTANDARIZAR</b>	
1. ¿Esta implementado efectivamente las tres primeras "S"?	X
2. ¿Se cumplen los procedimientos estandarizados?	X
3. ¿Se propone mejoras relacionadas con la "5S"?	✓
4. ¿Se cumple con los planes de limpieza?	X
5. ¿Los procedimientos e instructivos están actualizados?	✓
6. ¿Se encuentra socializado la metodología "5S" al personal?	✓
7. ¿Se tiene señalización para mantener las condiciones de orden y limpieza?	X

La identificación del tablero de control de la máquina extrusora (figura 17) fue importante por las siguientes razones:

**Control del proceso:** Permite una identificación y monitoreo constante de las temperaturas o de cualquier otra variable de proceso, con esto se garantiza que las variables de proceso sean calibradas de acuerdo al estándar del producto.

**Prevención de defectos:** con la identificación del tablero ha ayudado a prevenir variaciones indeseadas de temperaturas o entre otras variables, para evitar la degradación del material o incumplimiento de especificaciones.

**Trazabilidad:** facilito llevar el registro R-EX02 Control de proceso de extrusión para documentar los valores de las variables de proceso de extrusión como la temperatura, presiones, velocidades, entre otros.



*Figura 17. Identificación estandarizada de las variables de proceso.*

En las figuras 18 y 19, se encuentra implementado el estándar SOL (estándar orden y limpieza) para el proceso de extrusión y termoformado respectivamente, cual ha generado múltiples beneficios dentro del proceso productivo. En el apartado de la estandarización se ha garantizado que cada tarea se realice bajo los procedimientos estandarizados para minimizar la pérdida de tiempo por inactividad y de este modo se ha generado una cultura de responsabilidad y mejora continua al personal. Para mantener un entorno de trabajo ordenado se ha evidenciado con fotografías de cómo se debe mantener constantemente los espacios de trabajo. En cuanto al apartado de la limpieza se dividió en elementos, actividades y se fijó la frecuencia de limpieza que debe ejecutar el personal de cada turno.

ESTANDAR SOL		ESTANDAR SOL							
		FECHA APROBADO POR	VERSIÓN						
		1/5/2024	00						
<b>AREA- MAQUINA- EXTRUSION</b>									
<b>ESTANDAR DURANTE LA OPERACIÓN DEL EQUIPO</b>									
<b>PUNTOS CRITICOS DE CONTROL ORDEN Y LIMPIEZA</b>									
Número	ELEMENTO CRITICO DE CONTROL	ACTIVIDAD	PROGRAMA DE CONTROL						
			L	M	M	J	V	S	D
1	AREA DE TOLVAS	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUO DE GRASA O SOBRESANTES DE PRODUCCIONES ANTERIORES	X	X	X	X	X	X	X
2	MESCLADORA DE MATERIAL	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUO DE GRASA O SOBRESANTES DE PRODUCCIONES ANTERIORES	X	X	X	X	X	X	X
3	GUARDAS TORNILLO PRIMARIO	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUO DE GRASA U OTRO ELEMENTO		X		X		X	
4	GUARDAS TORNILLO SEGUNDARIO	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUO DE GRASA U OTRO ELEMENTO	X		X			X	
5	MODULO	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUOS DE GRASA, ACEITE, MATERIAL REGADO.	X				X		
6	MALLAS	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUOS DE MATERIAL DE OTRA PRODUCCION		X				X	
7	LAMINADORA	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUO DE GRASA U OTRO ELEMENTO	X	X	X	X	X	X	X

Figura 18. Estándar Orden y Limpieza (SOL) para el proceso de extrusión

ESTANDAR SOL		ESTANDARIZACIÓN COMITÉ							
AREA- MAQUINA- TERMOFORMADO		INGENIERIA							
Fecha	1/5/2024	Versión	00						
APROBADO POR									
ESTANDAR DURANTE LA OPERACIÓN DEL EQUIPO									
PUNTOS CRITICOS DE CONTROL ORDEN Y LIMPIEZA									
Número	ELEMENTO CRITICO DE CONTROL	ACTIVIDAD	PROGRAMA DE CONTROL						
1	BANDA TRANSPORTADORA	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUO DE GRASA U OTRO ELEMENTO	L	M	M	J	V	S	D
2	TROQUELDORA	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUO DE GRASA U OTRO ELEMENTO		X		X		X	
3	PANEL DE CONTROL	MANTENER LIMPIO Y SIN NINGUN OBJETO SOBRE ELLO.	X	X	X	X	X	X	X
4	PASO DE LAMINA	MANTENER LIMPIO Y DESPEJADO		X		X		X	
5	TERMOFORMADORA	MANTENER LIMPIO SIN RESIDUOS DE GRASA, ACEITE.	X		X		X		X
6	DESBOBINADOR DE LAMINA	MANTENER LIMPIO Y DESPEJADO	X	X	X	X	X	X	X

Figura 19. Estándar Orden y Limpieza (SOL) para el proceso de termoformado

Con la documentación de los instructivos de trabajo y registro de control bajo un proceso estandarizado ha sido fundamental para aumentar la productividad, calidad y la trazabilidad desde la extrusión hasta el proceso termoformado. Se detallan los beneficios de la implementación:

**Mejora de la productividad de las operaciones:** Con la estandarización de los procedimientos, se minimizan las variaciones y se optimizan los tiempos de producción. Esto no solo reduce los errores operativos, sino que también mejora la velocidad y la repetitividad de la producción.

**Aseguramiento de la calidad:** los registros de control como el de los pesos, expansión, espesor, variables de proceso, entre otros permiten un seguimiento riguroso de las especificaciones y parámetros críticos durante el proceso de extrusión y termoformado. Mediante la revisión continua de la documentación, es posible identificar y corregir rápidamente cualquier desviación, asegurando que el producto cumpla los atributos requeridos.

**Capacitación y desarrollo del personal:** Los instructivos de trabajo son herramientas valiosas para la capacitación de nuevos colaboradores y la actualización de conocimientos del personal antiguo. En este apartado facilita el aprendizaje y asegura que todos los empleados sigan los mismos procedimientos de trabajo estandarizados.

En la tabla 7, se presenta los instructivos y registros de control que son implementados bajo la norma ISO 9001-2015, el cual está enfocado a establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente el sistema de gestión e identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados con los procesos de la organización.

Tabla 7. Levantamiento de información documentada, instructivos de trabajo y registros de proceso

INSTRUCTIVOS	FECHA
<p><b>IT-PM-01 Arranque de máquina extrusora y laminadora PS Rev02</b></p> <p>Detalla las Buenas Prácticas para el arranque de máquina y la receta de calibración de la máquina antes de arrancar y después de la estabilización.</p>	16/2/2024
<p><b>IT-PM-02 Cambio de malla extrusión PS Rev02</b></p> <p>Explica el procedimiento para cambiar las mallas y como este proceso contribuye a mejorar tanto la eficiencia como la calidad del producto extruido.</p>	16/2/2024
<p><b>IT-PM-03 Montaje de moldes termoformado Rev02</b></p> <p>Detalla los pasos para el montaje de moldes en el proceso de termoformado, destacando la importancia de la precisión y el uso de las herramientas específicas.</p>	19/2/2024
<p><b>IT-PM-04 Calibración de muestras y liberación de producto extruido Rev02</b></p> <p>Explica el procedimiento para la calibración de la máquina y la liberación del producto extruido, asegurado que cumpla con las especificaciones del producto.</p>	21/2/2024
<p><b>IT-PM-05 Empaque platos termoencogible Rev02</b></p> <p>Desglosa el proceso de empaque para platos termoencogibles, resaltando la cantidad de unidades empacadas, procedimiento para el empackado y los defectos que no son aceptados.</p>	19/2/2024
<p><b>IT-PM-06 Set up termoformadora Rev02</b></p> <p>Describe el procedimiento de configuración de la termoformadora, enfocado en la optimización de tiempos y reducción de desperdicios.</p>	19/2/2024

---

**IT-PM-07 Limpieza y cambio de boquilla, montaje de módulo de la extrusora PS Rev02** 21/2/2024

Se explica el procedimiento para la limpieza y el cambio de boquilla “molde”, así como el montaje del módulo de la extrusora, donde se detalla el paso a paso y los controles necesarios durante el cambio.

---

**REGISTROS**

---

**R-EX-01 Registro de pesos - espesor - expansión Rev00** 11/1/2024

Registro utilizado para documentar el control de producción en la extrusión permitiendo llevar la información de los pesos, expansión, espesor.

---

**R-EX-02 Control de Proceso de Extrusión - Supervisor de Proceso Rev00** 11/1/2024

Registro que documenta las variables del proceso de extrusión, cómo la temperatura, presiones, velocidades, entre otros.

---

**R-PM-03 Orden de producción extrusión y laminación Rev 03** 7/2/2024

Registro que detalla la formulación, cantidad del pedido y especificaciones que se debe controlar durante la producción.

---

**R-PM-04 Orden de producción termoformado Rev02** 28/2/2024

Registro que detalla que material usar, cantidad del pedido y especificaciones que se debe controlar durante la producción.

---

**R-PM-05 Reporte de producción termoformado rev-02** 28/2/2024

Registro que recopila la información de los kilos producidos, detalle de los desperdicios, paras de línea entre otros.

---

**R-PM-06 Control de limpieza cabina de laminación y rodillos (máquina LPS) Rev 01** 7/2/2024

Registro que documenta las actividades de limpieza en la cabina de laminación y de los rodillos laminadores.

**R-PM-7 Control de residuos de producción Rev00**

5/3/2024

Registro utilizado para documentar y gestionar los residuos de producción con seguridad industrial.

**R-PM-8 Formato de Scrap refile termoformado Rev00**

28/2/2024

Registro que documenta los reportes de scrap en el proceso de termoformado, permitiendo un control preciso de los desperdicios y una trazabilidad sobre el balance de masas.

### 5.1.5 Quinta S: Disciplina

La disciplina es de mantener los altos estándares del lugar que llevarán la calidad y resultados a un nivel superior. Sin disciplina se pueden perder los avances de la implementación sin embargo se debe recordar que esta quinta “S” mantendrá un buen resultado a un largo plazo, tabla8.

*Tabla 8. Lista de verificación quinta S: Disciplina*

<b>5S Disciplina</b>	
1. ¿El personal usa los controles visuales?	X
2. ¿En las reads de producción se toca las oportunidades de mejora de las 5'S"?	✓
3. ¿Existe sugerencias de mejora y mecanismo de recolección de las oportunidades?	X
4. ¿Los planes de acción se lleva un control y se cumple las fechas de ejecución?	X
5. ¿Existe información sobre los avances de la metodología 5S?	X
6. ¿Se capacita al personal nuevo sobre las 5S?	X
7. ¿Frente a fallos o incumplimientos se maneja un sistema con un análisis de causa y planes de acción?	X
8. ¿Se observa una cultura y hábitos en el cumplimiento de los estándares?	X
9. ¿Se observa una actitud proactiva en la implementación de la metodología 5S?	X

En la figura 20, se implementó un tablero de comunicación diario, en donde consta del estado diario de los indicadores del proceso, análisis causa, plan de acción y entre otros.



Figura 20. Cartelera de comunicación diaria

## 5.2 Balance de la implementación

El diagnóstico inicial, se analizó el primer trimestre del año 2024, donde se evaluó exhaustivamente el estado de la empresa en tema de la organización y limpieza en los puestos de trabajo. El resultado de la evaluación entregó un puntaje de 1.72 sobre 5 (ver figura 21), indicando varias oportunidades de mejora en toda la empresa. Este levantamiento está realizado mediante el levantamiento de información del listado de verificación de cada “S” anexo 2.

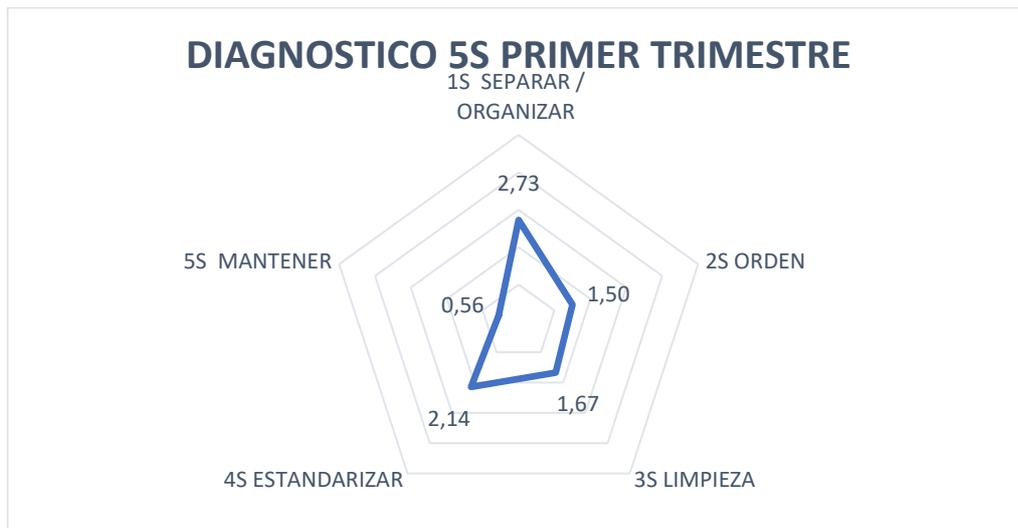


Figura 21. Diagnóstico inicial 5s, primer trimestre 2024

El procedimiento de la ejecución de la implementación de la metodología 5S se llevó a cabo de una manera estructurada, ordenada y sobre todo con el involucramiento total del personal de la empresa. Las cinco fases de la metodología, selección, orden, limpieza, estandarización y disciplina, fueron aplicadas con rigor y adaptadas a las necesidades que atravesaba el proceso de extrusión y termoformado.

La misma evaluación se realiza en el segundo trimestre, para medir los cambios y mejoras que fueron implementadas. El puntaje obtenido en la segunda evaluación fue de 4.14 sobre 5 (ver figura 22), lo que refleja un avance significativo en la organización y eficiencia del área de trabajo, anexo 3.

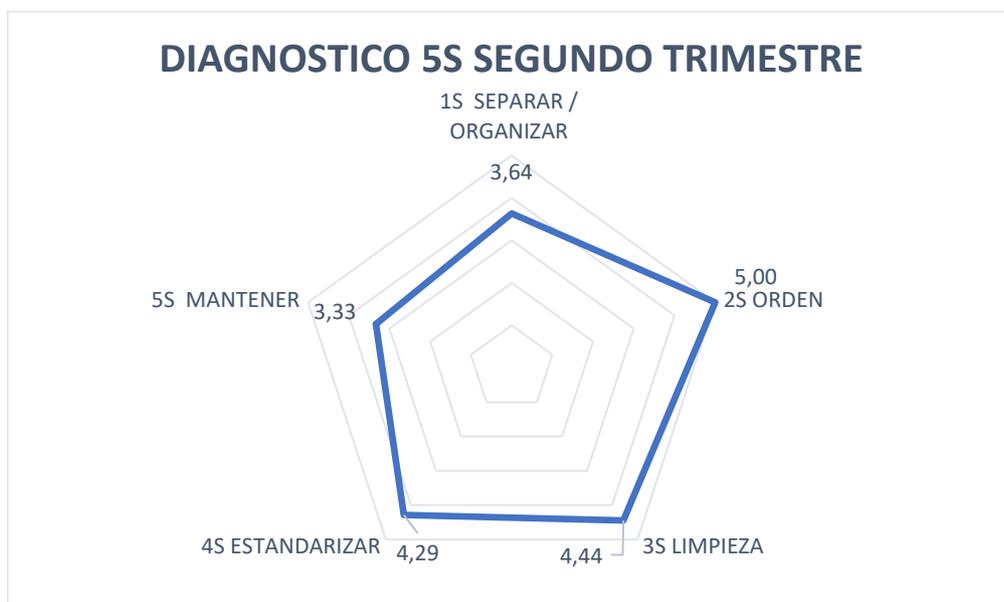


Figura 22. Evaluación de la implementación 5s segundo trimestre 2024

### 5.3 Implementación de las herramientas de la calidad

Como primera acción se realizó capacitaciones al personal de calidad y supervisores. Las herramientas implementadas para el segundo trimestre del año son:

**Hojas de verificación para el proceso de termoformado:** Se diseñó una hoja para registrar las variables del producto y así detectar defectos durante la



## Histogramas:

Los datos que se analizan, es de una bandeja que tiene la mayor producción en la empresa. El peso de la bandeja nominal es de 11.5g con una tolerancia de  $\pm 1.5g$ , dichos valores son especificaciones de diseño y desarrollo, obtenidos del cliente.

La carta de control mostrada en la figura 24, se verifica los resultados del peso cumplen con las especificaciones. Esta información es obtenida de los registros de pesos durante 3 meses de producción de esta bandeja.

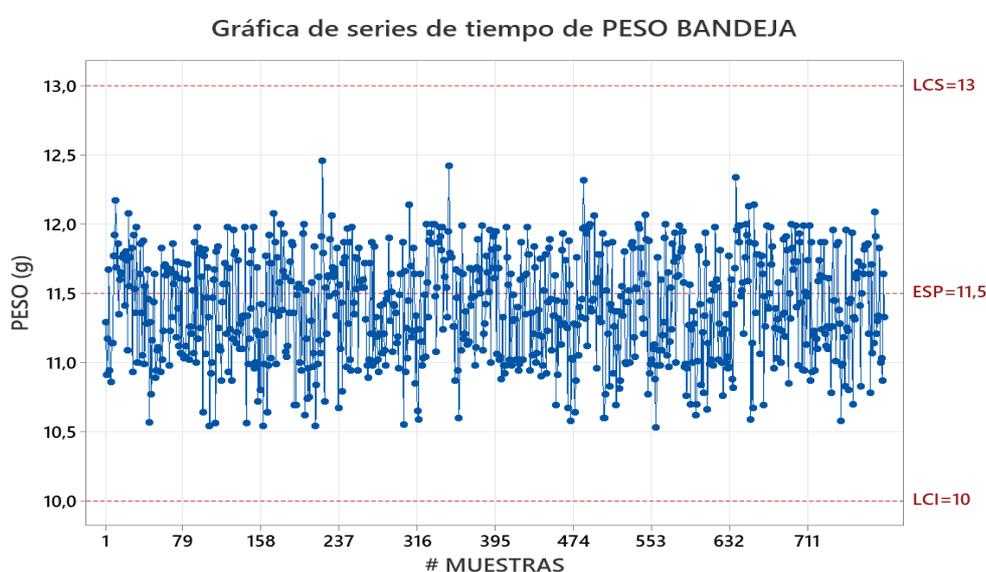


Figura 24. Peso de bandeja

## Capacidad de proceso

En la figura 25, se encuentra el índice de capacidad del proceso ( $C_p$ ) y el índice de capacidad del proceso ajustado ( $C_{pk}$ ) son 1.41 y 1.31 respectivamente. Existe un desplazamiento del objetivo con respecto a la media de la muestra a la izquierda por 0,1g. lo que indica, que la media de la muestra es de 11.40g.

El índice Cp evalúa la dispersión del proceso con relación a los límites de especificación, mientras que el Cpk considera tanto la variabilidad del proceso como su posición respecto a dichos límites. En este caso, el proceso cumple con los requisitos del cliente ya que el valor de Cpk es superior a 1 [14].

### Informe de capacidad del proceso de PESO TOTAL

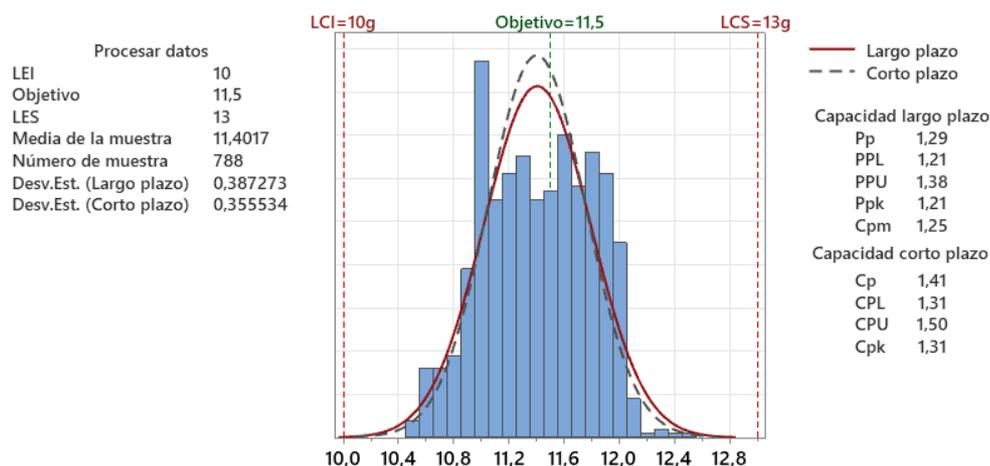


Figura 25. Histograma de la capacidad de proceso termoformado

### Pareto

Se detectaron tres problemas principales de calidad en el proceso de termoformado de Poliestireno; fuera de especificación, inocuidad y faltante de unidades, figura 5.

### Diagrama de causa – efecto

La figura 26, detalla un caso de una referencia por fuera de especificación, el cual se usó el diagrama Causa – efecto para examinar las causas del defecto.

## Diagrama Causa y Efecto

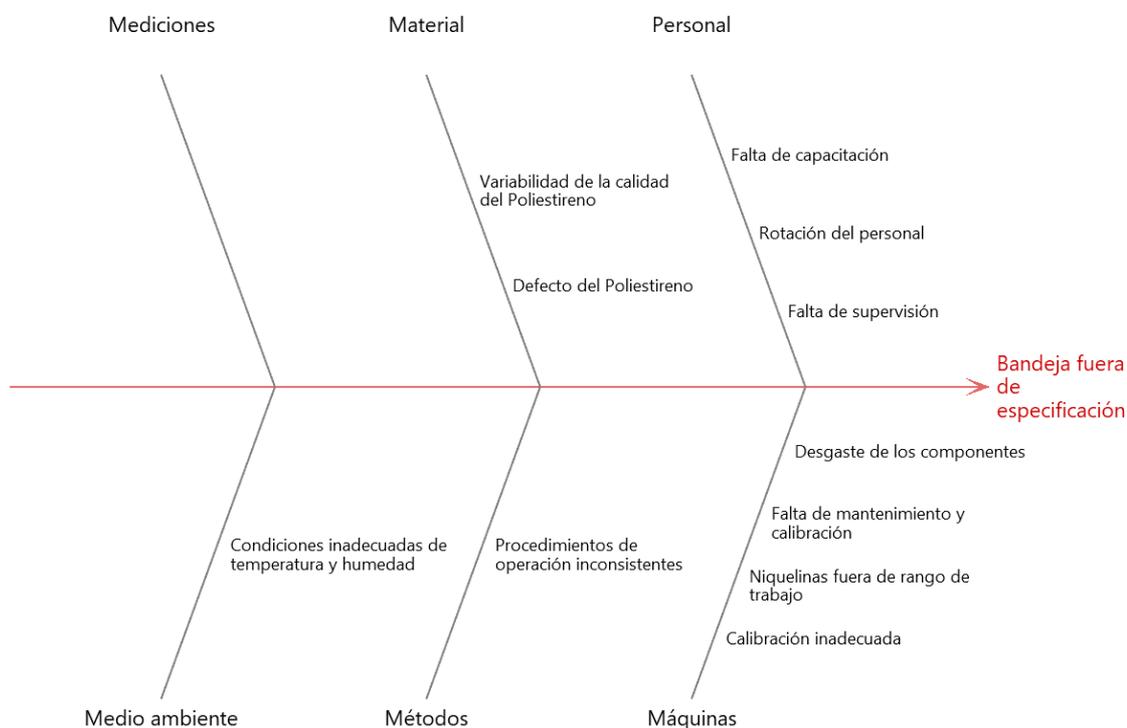


Figura 26. Diagrama causa y efecto: Bandeja fuera de especificación

### 5.4 Indicador OEE

Una vez identificada las necesidades tales como aumento de eficiencia, elevar los estándares de producción, calidad, productividad y la satisfacción de las exigencias del cliente, se implementó la metodología 5s, estandarización del proceso, herramientas de calidad y una cultura de mejora continua, las cuales transformaron significativamente las operaciones, como evidencia de las mejoras es el indicador OEE, donde se evaluó los 2 primeros semestres del año 2024, tabla 9.

De acuerdo a las mediciones mensuales muestran una mejora considerable en el OEE, pasando del 74% de enero al 86% en junio 2024. Este aumento es un indicativo del éxito que tuvo la implementación de la estandarización frente a la eficiencia ya que este factor es el que ascendió considerablemente en los seis meses de implementación.

Tabla 9. Resultado mensual de OEE

MES	%DISPONIBILIDAD	% EFICIENCIA	%CALIDAD	OEE REAL
ENERO	93,78%	80,44%	98,00%	74%
FEBRERO	92,47%	77,96%	98,00%	71%
MARZO	96,90%	73,45%	98,00%	70%
ABRIL	94,05%	82,08%	98,00%	76%
MAYO	93,75%	90,09%	98,00%	83%
JUNIO	94,00%	94,47%	97,00%	86%

### Análisis de resultados

- Disponibilidad: La disponibilidad de la maquinaria ha sido continuo en el tiempo con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo adecuado.
- Eficiencia: La eficiencia experimento la mejora más significativa. Se implementaron gráficos de control, estandarización del proceso, 5S y la cultura organizacional fueron clave para el aumento de la eficiencia donde el primer trimestre se obtuvo un promedio de 77 % de eficiencia y se pasa en el segundo trimestre a un 89 %, lo que indica que se aumentó un 12 % luego de las implementaciones, capacitaciones y seguimientos.
- Calidad: En todas las producciones se ha cumplido con las especificaciones del producto, si llegar a tener desviaciones.

La empresa envió un comunicado de felicitaciones al proceso de extrusión y termoformado PS por no tener quejas o reclamos en el mes de junio 2024, figura 27.



*Figura 27. Comunicado de felicitaciones de cumplimiento de calidad.*

## 6. Conclusiones

---

- El conocimiento detallado del proceso inicial de extrusión y termoformado permitió identificar oportunidades de mejora, además, se realizó un análisis de los métodos de producción, lo que facilitó tener un mejor conocimiento de cada etapa de los procesos.
- Las mejoras que se implementaron en la línea de termoformado fueron basadas en el control estadístico, mejora continua, gráficos de control (SPC) y la estandarización. Permitieron reconocer y corregir variaciones en el proceso durante la producción, asegurando de esta manera la constancia de la conformidad del producto.
- Se obtuvo una mejora significativa en el rendimiento que pasó en enero 80.44 % al 94.47 % en junio. Este incremento se atribuye a la implementación del trabajo estandarizado, implementación de las 5's y las herramientas de calidad.
- Los procedimientos operativos estandarizados (SOPs) garantizaron que cada actividad se realice de una manera unificada con todo el personal, minimizando la variabilidad de los errores operativos (humanos).
- La capacitación continua al personal sobre los procedimientos estandarizados y mejores prácticas, mejoró las habilidades y el conocimiento del equipo, aumentando el objetivo que es el rendimiento. De la misma manera los sistemas de control y monitoreo permitió una supervisión constante del proceso, identificando y corrigiendo rápidamente cualquier desviación.

## 7. Recomendaciones

- Iniciar con un proceso de certificación Lean manufacturing y herramientas estadísticas para fortalecer los conocimientos de los equipos de trabajo
- Automatización de las técnicas para toma y postproceso de la información para obtener un monitoreo del proceso en tiempo real y así lograr una rápida detección de desviaciones del proceso.
- Implementación de una campaña para tomar medidas de mejora para la reducción del consumo energético en las operaciones y un plan de reducción de costos asociados que deben involucrar los sistemas auxiliares como el sistema neumático y entre otros.
- Reorganizar el layout de la planta para minimizar los desperdicios como los desplazamientos y tener un flujo de materiales eficiente.

## 8. Referencias

- [1] Luis Socconini and Carlo Reato, *Lean six sigma*, 1st ed., vol. 1. Barcelona: Marge Books, 2019.
- [2] Luis Socconini and Marco Barrantes, *El proceso de las 5's en acción*, 1st ed., vol. 1. España: Marge Books, 2020.
- [3] P. Ribeiro, J. C. Sá, L. P. Ferreira, F. J. G. Silva, M. T. Pereira, and G. Santos, "The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study," in *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 2019, pp. 765–775. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.104.
- [4] Zion Market Research, "Thermoform Packaging Market Size And Industry Analysis."
- [5] Parreño Álvarez Mateo Alejandro, "Estandarización del proceso productivo de fabricación de envases plásticos en la empresa INDUPLAES ubicada en la ciudad de Latacunga".
- [6] M. A. Habib, R. Rizvan, and S. Ahmed, "Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh," *Results in Engineering*, vol. 17, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2022.100818.
- [7] M. Míkva, V. Prajová, B. Yakimovich, A. Korshunov, and I. Tyurin, "Standardization-one of the tools of continuous improvement," in *Procedia Engineering*, Elsevier Ltd, 2016, pp. 329–332. doi: 10.1016/j.proeng.2016.06.674.
- [8] D. A. Garcés and O. D. Castrillón, "Diseño de una técnica inteligente para identificar y reducir los tiempos muertos en un sistema de producción," *Informacion Tecnologica*, vol. 28, no. 3, pp. 157–170, Jun. 2017, doi: 10.4067/S0718-07642017000300017.
- [9] N. Y. G. Lai *et al.*, "Understanding Learning Intention Complexities in Lean Manufacturing Training for Innovation on the Production Floor," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 8, no. 3, Sep. 2022, doi: 10.3390/joitmc8030110.
- [10] A. Varasquin, L. V. Vieira, and G. Balbinotti, "Use of Work Routines of Observation Tool to Promote Continuous Improvement in a Production Line," *Procedia Manuf*, vol. 3, pp. 5800–5805, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.830.
- [11] Luis Socconini, *Lean Manufacturing*, 1st ed., vol. 1. Guadalajara: Pandora Impresores, 2019.
- [12] M. Fernandez, "PROPUESTA DE MEJORA EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN DE BOBINAS DE POLIETILENO DE LA EMPRESA POLYBAGS PERÚ S. R. L. PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD," 2021. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>
- [13] M. M. Shahriar, M. S. Parvez, M. A. Islam, and S. Talapatra, "Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study," *Clean Eng Technol*, vol. 8, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100488.
- [14] C. I. Hernández Pedrera and I. I. Filipe Da Silva Portofilipe, "Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad Application of Statistical Process Control (SPC) in it's Quality control."

## 9. Anexos

### Anexo 1. Evaluación primera S: Seleccionar

ÁREA	EXTRUSIÓN	
AUDITOR:	JUAN PABLO MEDINA	
FECHA DE LEVANTAMIENTO	3/ene/2024	
HALLAZGOS	EVIDENCIA AUDITORIA	RESPONSABLE
Basureros de cuchillas y gilleth, se encuentra ubicado en un espacio irregular, y tamaño del mismo no es acorde al uso de producción.		Supervisor técnico
Caja de herramientas plástica, representa un riesgo en el lugar de trabajo.		Supervisor técnico
Material en el piso		Operador de turno

<p>Mueble de accesorios extrusora, se encuentra sin cubierta</p>		<p>Coordinador mantenimiento</p>
<p>Basureros de reciclado en malas condiciones</p>		<p>Analista SSA</p>
<p>No se tiene identificación de las temperaturas</p>		<p>Supervisor técnico</p>
<p>No se encuentra debidamente delimitado el espacio entre la máquina y el espacio de movilización</p>		<p>Operador de proceso</p>
<p>Se visualiza un tablero de corcho, el cual no es permitido en el área de producción</p>		<p>Analista SSA</p>

<p>La mesa de trabajo se encuentra desordenada</p>		<p>Operador de proceso</p>
<p>La mesa de trabajo se encuentra desordenada</p>		<p>Operador de proceso</p>
<p>No cuenta con topes en las paredes para evitar daño a la estructura</p>		<p>Coordinador de mantenimiento</p>

## Anexo 2. Evaluación inicial de las 5S en la empresa

AUDITORÍA-EVALUACIÓN 5S		Hoja:1
Planta:	MACHACHI	
Área:	PRODUCCIÓN	
<b>1S SEPARAR / ORGANIZAR</b>		<b>2,73</b>
1. ¿Hay objetos innecesarios, restos de chatarra y basura en el suelo?	X	
2. ¿Se encuentran los pasillos libres de objetos, que impidan el libre movimiento del personal?	X	
3. ¿Hay equipos, materiales, entre otros que dificulten el tránsito del personal?	✓	
4. ¿Se encuentran artículos innecesarios en los puestos de trabajo?	✓	
5. ¿Se encuentran los componentes y materiales en cantidades justas y no en exceso?	✓	
6. ¿Los coches para mover los rollos, pallets de madera o de plástico, montacargas están en uso o son imprescindibles?	✓	
7. ¿Se está haciendo uso de herramientas o útiles que no son apropiados para la fabricación?	✓	
8. ¿Existen en el puesto de trabajo equipos obsoletos?	X	
9. En el caso que se encuentre utensilios dañados, ¿Han sido clasificados como útiles o inservibles?	✓	
10. ¿Hay un plan para reparar los objetos dañados?	X	
11. ¿Existe una correcta identificación o espacio para los objetos obsoletos?	X	
<b>2S ORDEN</b>		<b>1,50</b>
1. ¿Está el área de trabajo libre de desorden?	X	
2. ¿Las ubicaciones asignadas a las herramientas, materia prima, entre otros, son las apropiadas?	X	
3. ¿Se encuentra claramente marcados e identificados los espacios asignados el punto 2?	X	
4. ¿Todos los elementos se encuentran en su espacio asignado y señalizado?	X	
5. ¿Los artículos de las estanterías están ordenados y en sus ubicaciones correctas?	X	
6. ¿Los utensilios de los puestos de trabajo están en buen estado y etiquetados correctamente?	X	
7. ¿El almacenamiento de las herramientas, utensilios son de fácil acceso?	✓	
8. ¿Es posible identificar visualmente la disposición de los espacios vacíos y objetos?	✓	
9. ¿La ubicación de los utensilios están en función de su uso?	✓	
10. ¿Los elementos pueden regresar a su lugar de origen o almacenamiento por medio de algún mecanismo?	X	
<b>3S LIMPIEZA</b>		<b>1,67</b>
1. ¿El suelo está libre de basura y en buen estado?	X	
2. ¿Se encuentra en buen estado la infraestructura?	X	
3. ¿Se mantiene limpio las área y puestos de trabajo?	X	
4. ¿Las herramientas y máquinas están limpias?	X	
5. ¿Hay suficientes materiales de limpieza?	✓	
6. ¿Se dispone de espacios adecuados para los desechos?	✓	
7. ¿Los insumos de limpieza se encuentran en su área asignada y libre de obstáculos y de polvo?	✓	
8. ¿Se encuentra establecido un plan de limpieza?	X	
9. ¿Se ha identificado y se ha ejecutado el plan de limpieza en nuevas fuentes de suciedad?	X	
<b>4S ESTANDARIZAR</b>		<b>2,14</b>
1. ¿Está implementado efectivamente las tres primeras "S"?	X	
2. ¿Se cumplen los procedimientos estandarizados?	X	
3. ¿Se propone mejoras relacionadas con la "5S"?	✓	
4. ¿Se cumple con los planes de limpieza?	X	
5. ¿Los procedimientos e instructivos están actualizados?	✓	
6. ¿Se encuentra socializado la metodología "5S" al personal?	✓	
7. ¿Se tiene señalización para mantener las condiciones de orden y limpieza?	X	
<b>5S MANTENER</b>		<b>0,56</b>
1. ¿El personal usa los controles visuales?	X	
2. ¿En las reads de producción se toca las oportunidades de mejora de las 5S?	✓	
3. ¿Existe sugerencias de mejora y mecanismo de recolección de las oportunidades?	X	
4. ¿Los planes de acción se lleva un control y se cumple las fechas de ejecución?	X	
5. ¿Existe información sobre los avances de la metodología 5S?	X	
6. ¿Se capacita al personal nuevo sobre las 5S?	X	
7. ¿Frente a fallos o incumplimientos se maneja un sistema con un análisis de causa y planes de acción?	X	
8. ¿Se observa una cultura y hábitos en el cumplimiento de los estándares?	X	
9. ¿Se observa una actitud proactiva en la implementación de la metodología 5S?	X	
<b>TOTAL</b>		<b>1,72</b>

### Anexo 3. Evaluación post implementación de las 5S en la empresa

AUDITORÍA-EVALUACIÓN 5S		Hoja:1
Planta:	MACHACHI	
Área:	PRODUCCIÓN	
<b>1S SEPARAR / ORGANIZAR</b>		<b>3,64</b>
1. ¿Hay objetos innecesarios, restos de chatarra y basura en el suelo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿Se encuentran los pasillos libres de objetos, que impidan el libre movimiento del personal?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. ¿Hay equipos, materiales, entre otros que dificulten el tránsito del personal?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. ¿Se encuentran artículos innecesarios en los puestos de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. ¿Se encuentra los componentes y materiales en cantidades justas y no en exceso?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6. ¿Los coches para mover los rollos, pallets de madera o de plástico, montacargas están en uso o son imprescindibles?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. ¿Se está haciendo uso de herramientas o útiles que no son apropiados para la fabricación?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8. ¿Existen en el puesto de trabajo equipos obsoletos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9. En el caso que se encuentre utensilios dañados, ¿Han sido clasificados como útiles o inservibles?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10. ¿Hay un plan para reparar los objetos dañados?	<input checked="" type="checkbox"/>	
11. ¿Existe una correcta identificación o espacio para los objetos obsoletos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>2S ORDEN</b>		<b>5,00</b>
1. ¿Está el área de trabajo libre de desorden?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿Las ubicaciones asignadas a las herramientas, materia prima, entre otros, son las apropiadas?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. ¿Se encuentra claramente marcados e identificados los espacios asignados el punto 2?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. ¿Todos los elementos se encuentran en su espacio asignado y señalizado?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. ¿Los artículos de las estanterías están ordenados y en sus ubicaciones correctas?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6. ¿Los utensilios de los puestos de trabajo están en buen estado y etiquetados correctamente?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. ¿El almacenamiento de las herramientas, utensilios son de fácil acceso?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8. ¿Es posible identificar visualmente la disposición de los espacios vacíos y objetos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9. ¿La ubicación de los utensilios están en función de su uso?	<input checked="" type="checkbox"/>	
10. ¿Los elementos pueden regresar a su lugar de origen o almacenamiento por medio de algún mecanismo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>3S LIMPIEZA</b>		<b>4,44</b>
1. ¿El suelo está libre de basura y en buen estado?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿Se encuentra en buen estado la infraestructura?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. ¿Se mantiene limpio las área y puestos de trabajo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. ¿Las herramientas y máquinas están limpias?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. ¿Hay suficientes materiales de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6. ¿Se dispone de espacios adecuados para los desechos?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. ¿Los insumos de limpieza se encuentran en su área asignada y libre de obstáculos y de polvo?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8. ¿Se encuentra establecido un plan de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9. ¿Se ha identificado y se ha ejecutado el plan de limpieza en nuevas fuentes de suciedad?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>4S ESTANDARIZAR</b>		<b>4,29</b>
1. ¿Esta implementado efectivamente las tres primeras "S"?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿Se cumplen los procedimientos estandarizados?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. ¿Se propone mejoras relacionadas con la "5S"?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. ¿Se cumple con los planes de limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. ¿Los procedimientos e instructivos están actualizados?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6. ¿Se encuentra socializado la metodología "5S" al personal?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. ¿Se tiene señalización para mantener las condiciones de orden y limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>5S MANTENER</b>		<b>3,33</b>
1. ¿El personal usa los controles visuales?	<input checked="" type="checkbox"/>	
2. ¿En las reads de producción se toca las oportunidades de mejora de las 5S'?	<input checked="" type="checkbox"/>	
3. ¿Existe sugerencias de mejora y mecanismo de recolección de las oportunidades?	<input checked="" type="checkbox"/>	
4. ¿Los planes de acción se lleva un control y se cumple las fechas de ejecución?	<input checked="" type="checkbox"/>	
5. ¿Existe información sobre los avances de la metodología 5S?	<input checked="" type="checkbox"/>	
6. ¿Se capacita al personal nuevo sobre las 5S?	<input checked="" type="checkbox"/>	
7. ¿Frente a fallos o incumplimientos se maneja un sistema con un análisis de causa y planes de acción?	<input checked="" type="checkbox"/>	
8. ¿Se observa una cultura y hábitos en el cumplimiento de los estándares?	<input checked="" type="checkbox"/>	
9. ¿Se observa una actitud proactiva en la implementación de la metodología 5S?	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>TOTAL</b>		<b>4,14</b>