

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **MEJORA DEL NIVEL DE SERVICIO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE GAMMA PLAST A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE LEAN MANUFACTURING**

Trabajo de investigación para optar el grado académico de bachiller en Ingeniería Industrial

**Vanessa Julissa Llerena Zúñiga**

**Código 20160793**

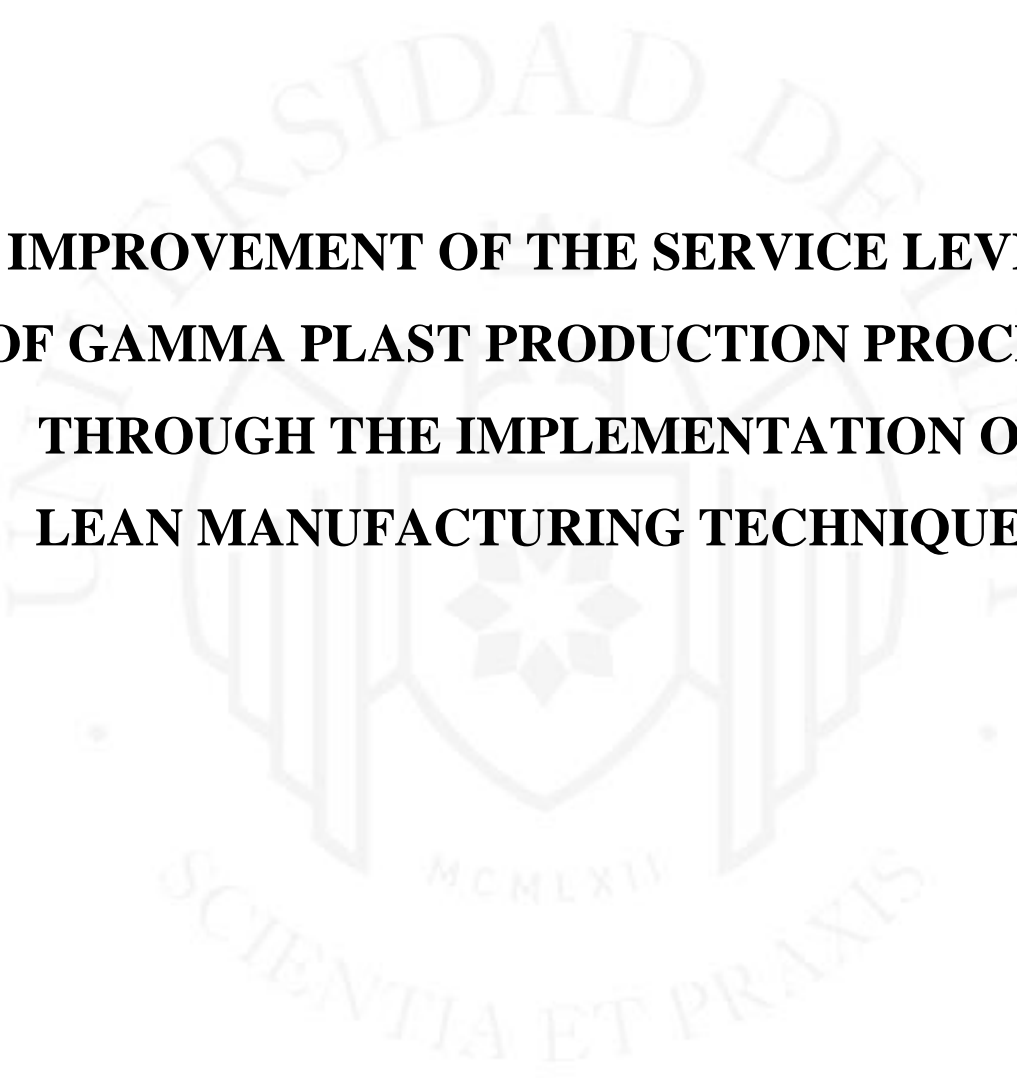
**Asesor**

**Elsie Violeta Bonilla Pastor**

Lima – Perú

Abril del 2021





**IMPROVEMENT OF THE SERVICE LEVEL  
OF GAMMA PLAST PRODUCTION PROCESS  
THROUGH THE IMPLEMENTATION OF  
LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>X</b>
<b>CAPÍTULO I: ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Hipótesis.....	1
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo general .....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Manufactura esbelta y la mejora de procesos productivos.....	3
2.2. Técnicas de manufactura esbelta.....	5
2.2.1. Value Stream Mapping (VSM).....	5
2.2.2. 5S's .....	7
2.2.3. SMED (Single Minute Exchange Die) .....	8
2.2.4. Jidoka.....	10
2.2.5. Shojinka y un sistema de participación del personal (SPP).....	10
2.2.6. Heijunka.....	11
2.2.7. Kanban.....	11
2.3. Investigaciones relacionadas.....	13
2.3.1. Caso Jai Plast (Mamani Laricano, 2018).....	13
2.3.2. Caso Mara Plastics S.A.C. (Guillén & Umasi, 2019).....	14
2.3.3. Implementación de Lean Manufacturing en una industria de moldeo de plástico en Malasia (Rosnah & Othman, 2012) .....	14
2.4. Estado del arte de la producción de bolsa plásticas .....	15

<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
3.1. Metodología de investigación .....	17
3.2. Herramientas o instrumentos a utilizar .....	17
3.3. Definición de variables .....	18
<b>CAPÍTULO IV: DESARROLLO Y RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
4.1. Descripción de la situación actual del proceso productivo .....	19
4.2. Identificación de desperdicios Lean a través de VSM.....	23
4.3. Causas raíz de los principales desperdicios.....	26
4.4. Propuesta de solución.....	28
4.4.1. Aplicar 5S a las estaciones de trabajo.....	29
4.4.2. Aplicar SMED: extrusora, impresora y selladora.....	34
4.4.3. Sistemas de participación del personal y Kaizen.....	35
4.4.4. Control de producción .....	37
4.5. Evaluación de la solución.....	39
4.5.1. Evaluación técnica.....	39
4.5.2. Evaluación económica.....	40
4.5.3. Evaluación social.....	41
4.5.4. Evaluación ambiental.....	42
4.6. Resultados y validación de hipótesis.....	43
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Tiempo y otros indicadores .....	6
Tabla 4.1 Datos técnicos del proceso.....	21
Tabla 4.2 Indicadores obtenidos .....	22
Tabla 4.3 Desperdicios y costo anual correspondiente.....	25
Tabla 4.4 Causas raíz principales y sus propuestas de solución .....	28
Tabla 4.5 Equipo 5S.....	29
Tabla 4.6 Plan de auditoría .....	34
Tabla 4.7 Equipo, meta y área piloto del SMED .....	34
Tabla 4.8 Duración para la propuesta de solución Kaizen .....	36
Tabla 4.9 Presupuesto económico del proyecto.....	38
Tabla 4.10 Indicadores y ahorros anuales.....	39
Tabla 4.11 Evaluación económica del proyecto lean .....	40
Tabla 5.1 Porcentaje de variación del tiempo de set up interno y total por máquina .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Value Stream Mapping antes de las mejoras.....	3
Figura 2.2 Ejemplo de supermarket .....	4
Figura 2.3 Value Stream Mapping después de las mejoras .....	5
Figura 2.4 Ejemplo de un VSM actual .....	7
Figura 2.5 Implementación SMED.....	9
Figura 2.6 Ejemplo de tarjeta Kanban .....	12
Figura 2.7 Tablero Kanban .....	12
Figura 4.1 VSM actual bolsas plásticas – sector textil .....	24
Figura 4.2 Diagrama del árbol para identificar causas raíz .....	27
Figura 4.3 Fotos línea base del proyecto .....	30
Figura 4.4 Esquema para el método Seiri .....	31
Figura 4.5 Pasos Seiton.....	32
Figura 4.6 Panel 5S.....	33
Figura 4.7 Fase para la implementación de SMED .....	35
Figura 4.8 Tablero zona de producción Kaizen.....	37
Figura 4.9 Cronograma de implementación de proyecto lean en Gamma Plast.....	38

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Organigrama de Gamma Plast .....	50
Anexo 2: Evaluación inicial 5S .....	50
Anexo 3: Matrices SMED.....	53





## RESUMEN

En la presente investigación, se presentará el análisis del proceso de producción de bolsas de plástico de la empresa Gamma Plast, la cual ofrece productos a medida según la necesidad del cliente con la característica de ser más funcionales, rentables y sostenibles para el medio ambiente. Esta organización tiene como visión el ser una empresa líder, destacada por su alta calidad, innovación y servicio al cliente.

La empresa en estudio presenta problemas respecto al tiempo de entrega de los pedidos, debido a que existen procesos que ocasionan pérdidas innecesarias de tiempo, así como también la falta de planificación. Esto se ve reflejado en un bajo nivel de servicio, incumpliendo con los pedidos programados. Por este motivo, se propone incrementar el nivel de servicio mediante la aplicación de técnicas *lean* buscando reducir los tiempos muertos y optimizar el proceso de producción. Se realizará una investigación cualitativa y cuantitativa con los datos y observaciones recolectados. Asimismo, la investigación estimará el incremento del nivel de servicio generado por la implementación de las técnicas *lean*, así como los beneficios técnicos, económicos y sociales proyectados. De esta manera, se proyecta el impacto positivo generado en la rentabilidad y competitividad de la empresa.

**Palabras clave:** *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*, Nivel de servicio, OTIF

## ABSTRACT

In this research, the analysis of the plastic bag production process of the company Gamma Plast will be presented, which offers tailored products according to the client's needs with the characteristic of being more functional, profitable, and sustainable for the environment. The vision of this organization is to be a leading company, noted for its high quality, innovation, and customer service.

The company under study presents problems regarding the delivery time of the orders, since there are processes that cause unnecessary losses of time, as well as the lack of planning. This is reflected in a low service level, not complying with scheduled orders. For this reason, it is proposed to increase the service level through the implementation of Lean Manufacturing techniques, seeking to reduce downtime and optimize the production process. A qualitative and quantitative investigation will be carried out with the data and observations collected. Additionally, the research will estimate the increase in the service level generated by the implementation of lean techniques, as well as the projected technical, economic, and social benefits. In this way, the positive impact generated on the profitability and competitiveness of the company is projected.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Service level, DIFOT

# CAPÍTULO I: ANTECEDENTES

## 1.1. Planteamiento del problema

La empresa Gamma Plast viene presentando un problema de retraso en la entrega de pedidos, dado que el nivel de servicio es de 40%. Esto significa que solo el 40% de los pedidos entregados son entregas a la fecha acordada y completos. Por tanto, este bajo nivel de servicio genera insatisfacción de los clientes, lo cual puede haber riesgo de pérdida y perjudica la reputación de la empresa. Cabe mencionar que, en el mercado de productos plásticos, el valor agregado está en el cumplimiento de los pedidos, pues no hay mucha variación entre la calidad de los competidores y los precios de los productos que ofertan.

Dado que no se ha tenido pérdida de clientes por los pedidos no entregados a tiempo hasta el momento, se manifiesta el problema sobre la base del costo de oportunidad de los retrasos al cobrar posteriormente a la fecha estipulada. A continuación, se determina este costo de oportunidad.

Ventas, total 2019 = 2 millones de dólares

Tasa de interés diario = 0,026%

Retraso promedio por pedido = 4 días

Costo de oportunidad =  $2.000.000 \times 60\% \times 0,026\% \times 4 = 1.333,33$  dólares

Entonces, mediante la aplicación de técnicas lean se proyecta incrementar el nivel de servicio con el fin cumplir con los clientes a tiempo.

## 1.2. Hipótesis

La implementación pertinente de las técnicas *lean* en el proceso productivo de bolsas plásticas de Gamma Plast contribuirá a mejorar el nivel de servicio este proceso.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Incrementar el porcentaje de pedidos entregados a tiempo completos mediante la aplicación de las técnicas de la filosofía *Lean Manufacturing* a los procesos productivos de la empresa Gamma Plast. Se busca identificar las causas raíz del bajo del nivel de servicio para seleccionar e implementar técnicas lean apropiadas que logren mejorar el nivel de cumplimiento del proceso productivo.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Conocer el perfil de la empresa y recolectar la información necesaria para el estudio de la línea base
- Realizar un diagnóstico general de la empresa y de las condiciones necesarias para aplicar *Lean Manufacturing*
- Determinar el tiempo promedio de entrega de los pedidos que realizan las empresas de fabricación de plásticos a nivel Perú
- Realizar el mapeo del proceso con VSM actual y describir la situación actual del proceso productivo
- Identificar las causas raíz de los principales costos por desperdicio del proceso en estudio • Realizar el mapeo del proceso con VSM del estado futuro
- Determinar las técnicas *lean* que se utilizarán para implementar las mejoras
- Proyectar a partir de la simulación la implementación de técnicas *lean* determinadas para reducir el tiempo de entrega de los pedidos
- Evaluar la propuesta de solución y resultados

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

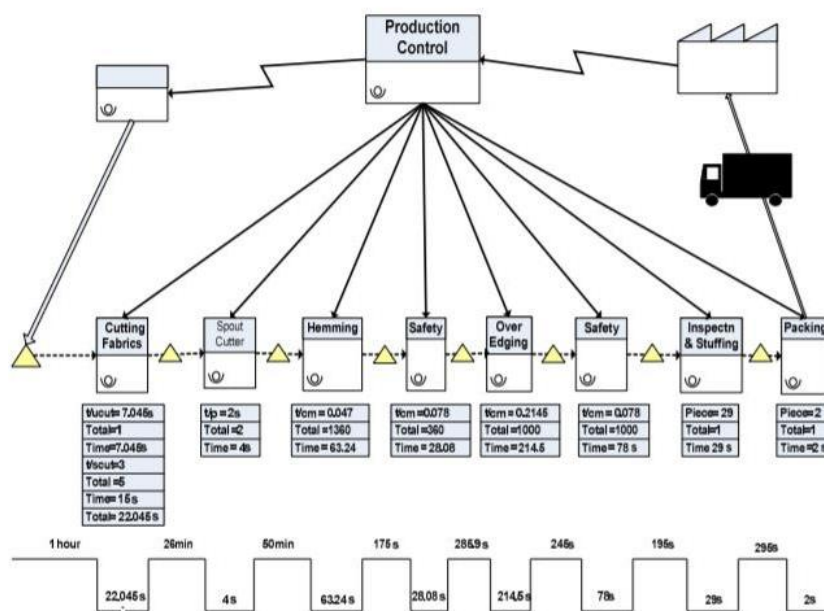
### 2.1. Manufactura esbelta y la mejora de procesos productivos

Para justificar la aplicación de la manufactura esbelta en la empresa elegida se citará el siguiente caso de éxito, en el artículo *“Productivity Improvement in Plastic Bag Manufacturing Through Lean Manufacturing Concepts: A Case Study”* (Yesmin, Masduzzaman, & Zaheer, 2011). Este caso de éxito resalta el uso de mapeo de la cadena de valor o por sus siglas en inglés VSM para resaltar los problemas, y para resolverlos se usó la técnica del *supermarket*, balanceo de línea y mejoras en el diseño de las instalaciones, todo en una industria muy parecida a la elegida en este trabajo de investigación.

Los desperdicios lean que fueron identificados en este caso fueron excesivo inventario de productos en proceso y materia prima entre ciertas áreas de la empresa, movimientos excesivamente largos de materiales entre áreas generando pérdidas de tiempo, espera excesiva y sobreproducción.

**Figura 2.1**

*Value Stream Mapping antes de las mejoras*



*Nota.* De *“Productivity Improvement in Plastic Bag Manufacturing through Lean Manufacturing Concepts: A Case Study”*, por Yesmin, Masduzzaman, & Zaheer, 2011, *Scientific.Net* (<https://www.scientific.net/AMM.110-116.1975>)

Para solucionar el problema del excesivo inventario se aplicó la técnica *lean* del *supermarket* (Kanban) entre ciertas áreas, esta técnica consta de un área con estantes en varios niveles donde se agrega y simultáneamente se controla la materia prima o productos que ingresan o salen del *supermarket*. Esta técnica regula la producción y el ritmo de trabajo, además del abastecimiento de materiales y almacenamiento de los productos.

## Figura 2.2

*Ejemplo de supermarket*



*Nota.* De “Productivity Improvement in Plastic Bag Manufacturing through Lean Manufacturing Concepts: A Case Study”, por Yesmin, Masduzzaman, & Zaheer, 2011, *Scientific.Net* (<https://www.scientific.net/AMM.110-116.1975>)

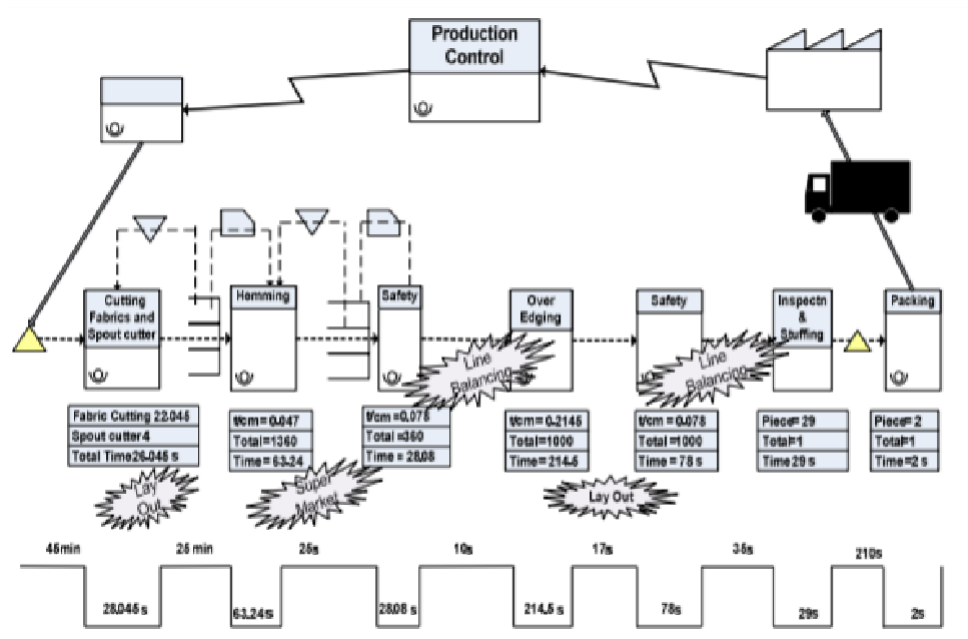
Una mejora en la disposición de planta redujo recorridos y manipuleo de materiales o productos esto incluye rediseños en las celdas de producción, se cambió el lugar de algunas áreas e incluso se fusionaron dos áreas.

Por último, se incluyó un sistema visual con las órdenes de fabricación para controlar la producción y promover la coordinación entre áreas el cual antes no existía, evitando que los operarios produzcan según su propio criterio. La implementación de esta técnica permitió el pase de un sistema *push* al *pull*, así como el balance de la línea de producción al controlar la cadencia de trabajo. Para visualizar donde se aplicaron las mejoras ver la Figura 2.3.

En fin, la situación inicial resaltaba varias ineficiencias dedicando a lo máximo 5.5% a actividades de valor, luego de estas mejoras se logró elevar el porcentaje de tiempo que se dedicaba a actividades que aportan valor, llamado *lean rate*, y logró reducir el porcentaje de tiempo que se dedicaba a los desperdicios. En todos los productos, el *lean rate* subió en más de 3.5% incluso alcanza el 6% de incremento para un producto.

**Figura 2.3**

*Value Stream Mapping después de las mejoras*



*Nota.* De “Productivity Improvement in Plastic Bag Manufacturing through Lean Manufacturing Concepts: A Case Study”, por Yesmin, Masduzzaman, & Zaheer, 2011, *Scientific.Net* (<https://www.scientific.net/AMM.110-116.1975>)

## 2.2. Técnicas de manufactura esbelta

Dado que la empresa en evaluación posee un sistema *pull* y producción en línea, después de evaluar las condiciones o entornos para aplicación de las técnicas lean, se plantean las siguientes herramientas o métodos de *Lean Manufacturing* para la propuesta de mejora.

### 2.2.1. Value Stream Mapping (VSM)

El primer paso para que la organización se encamine hacia Lean Manufacturing es conocer cuál es su situación actual. El VSM es modelo gráfico de la cadena de valor utilizado para identificar las operaciones que no generan valor (*mudas*) con el fin de eliminarlas. Permite detallar el flujo de información, materiales y producto desde el proveedor hasta el cliente.

Cabe mencionar que, en primer lugar, se debe elegir la familia de productos para proceder a realizar el estudio de la cadena de valor VSM.

- VSM actual: Constituye la fuente de información global de la situación de partida. Se analizan los datos de los procesos recolectados hasta el momento

y se introduce la información procesada en el VSM actual que permite cuantificar todo el proceso de valor añadido.

**Tabla 2.1**

*Tiempo y otros indicadores*

<b>Tiempo de ciclo</b>	Tiempo que pasa entre la producción de una pieza o producto y la siguiente
<b>Tiempo del valor agregado (TVA)</b>	Tiempo de trabajo dedicado a las operaciones que transforman el producto y suman valor al cliente
<b>Tiempo de cambio de modelo (C/O)</b>	Tiempo que toma para el cambio de un tipo de proceso a otro
<b>Número de personas</b>	Número de personas requeridas para un proceso particular
<b>Plazo de entrega o Lead time (LT)</b>	Tiempo que se necesita para que una pieza o producto recorra toda la cadena de valor
<b>OEE</b>	Eficiencia global de los equipos
<b>Cada Pieza Cada (CPC)</b>	Medida de cada cuánto (periodo de tiempo) cambia el modelo
<b>Inventario en proceso (WIP)</b>	Trabajo en curso. Piezas que ya han ingresado al proceso productivo y aún no son producto terminado
<b>Tiempo de permanencia</b>	Tiempo de permanencia de la pieza en el proceso productivo
<b>Tiempo Takt</b>	Ritmo de la producción dado por el requerimiento del cliente

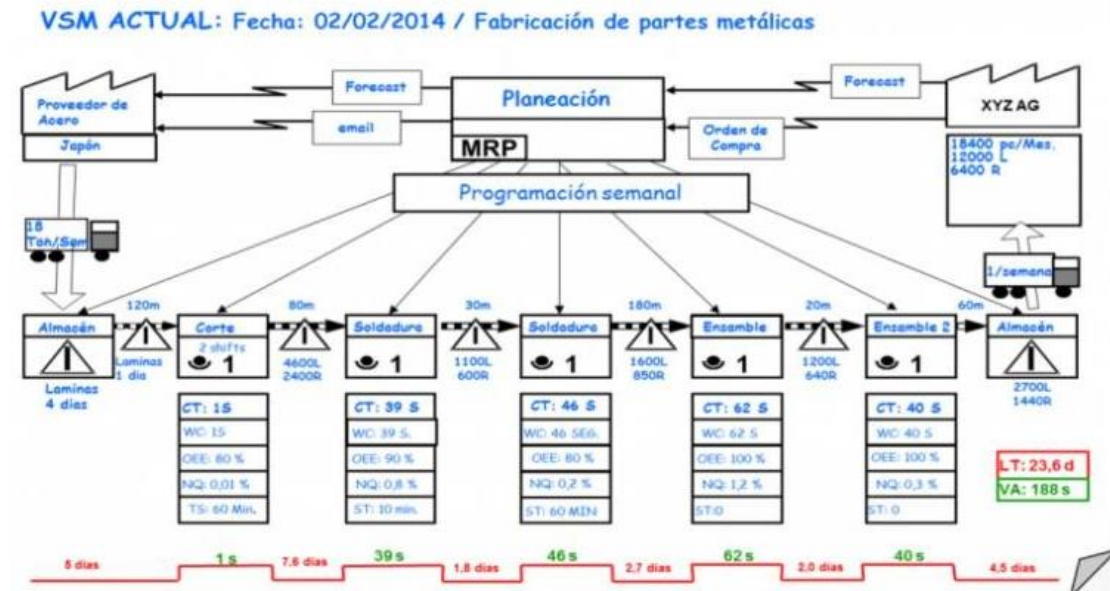
*Nota.* De *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación* (p. 92), por Hernández & Vizán, 2013, Fundación EOI (<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>)

- VSM futuro: Después de evaluar las operaciones que no generan valor y plantear posibles soluciones a estos despilfarros, se diseña un nuevo VSM del estado futuro o meta.



**Figura 2.4**

*Ejemplo de un VSM actual*



Nota. De VSM, *Value Stream Mapping*, por Lean Solutions, 2019 (<https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>)

### 2.2.2. 5S's

La implantación de 5S es un proceso de cinco pasos o fases ordenados y es base para la implementación de la filosofía *Lean Manufacturing*.

1. Seiri (separar): Comprende clasificar y eliminar todos los elementos innecesarios de las áreas de trabajo. La tarjeta roja se utiliza en esta fase para etiquetar cada elemento y busca que cuando se realice el proceso de clasificación, se realice de una forma organizada.
2. Seiton (ordenar): Consiste en clasificar todos los elementos necesarios por frecuencia de uso y ordenarlos o disponerlos para se puedan encontrar con facilidad. Se minimiza, de esta manera, el tiempo de búsqueda y el esfuerzo requerido. Para esto, cada elemento debe tener nombre, ubicación, cantidad mínima y cantidad máxima. Asimismo, es recomendable asignar a cada grupo de elementos un color (administración visual) respecto a una tabla de colores.
3. Seiso (limpiar): Consiste en convertir la limpieza en una tarea de inspección integrada al trabajo diario. No significa limpiar más, sino ensuciar menos. Es por esto por lo que se debe identificar los focos de suciedad para eliminarlos y, de esta manera, no tener que limpiar con mayor frecuencia. El objetivo de esta fase

es conservar las máquinas, equipos, herramientas en un estado óptimo para su uso; incrementar la vida útil estos; reducir el número de averías y el riesgo de accidente.

4. Seiketsu (estandarizar): Consiste en desarrollar las condiciones de trabajo para mantener el estado conseguido con las primeras 3S's. Esta fase comprende elaborar procedimientos, tiempos, frecuencias, listas de verificación, matriz de responsabilidades, entre otros, para garantizar la integración de las actividades 5S dentro del trabajo regular.
5. Shitsuke (autodisciplina): Su objetivo es construir el hábito de utilizar los métodos estandarizados, es decir, hacer que estos se apliquen constante y uniformemente. El mantener este estado va más allá de la estandarización, depende de las personas. El cambio cultural necesario para el éxito de las 5S's se fundamenta en la disciplina. Se debe lograr que todos los trabajadores se comprometan con las 5S's y crean en sus beneficios del cumplimiento y mantenimiento para lograr la mejora continua a nivel organizacional. Se debe establecer un programa de auditorías y es recomendable realizar auditorías frecuentes al principio de la implantación 5S. Cuando se haya alcanzado la madurez organizacional, reducir la frecuencia de auditorías a una vez al mes.

### **2.2.3. SMED (Single Minute Exchange Die)**

Metodología o conjunto de técnicas que tiene como objetivo la reducción de los tiempos de preparación de las máquinas, también denominado tiempo de cambio o set up. Esta reducción permite minimizar el tamaño de lote de producción y, por consiguiente, suprimir casi totalmente la necesidad de invertir en inventario. Actualmente, en muchos casos, el tiempo de preparación se ha reducido en menos de un minuto. (Rajadell & Sánchez, 2010)

Esta metodología incide directamente en la eficiencia general de los equipos (OEE) al aumentar la disponibilidad. El propósito final de implementar SMED es disminuir el lead time de los productos terminados a los clientes y obtener una mayor capacidad de respuesta a los cambios de la demanda.

SMED está clasificado en dos clases de actividades: las internas y las externas. Las internas son las actividades que deben realizarse mientras la máquina se encuentra

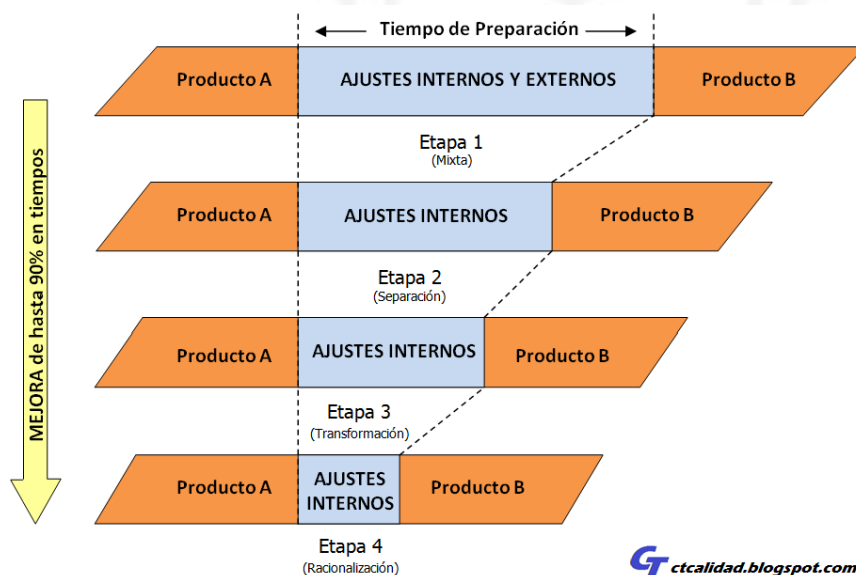
apagada o detenida., mientras que las externas son las actividades que pueden realizarse mientras la máquina sigue en operación o trabajando.

La aplicación de esta metodología consiste en cinco etapas.

1. Estudio preliminar de las actividades de preparación
2. Separar: Identificar las actividades de preparación internas y externas. Las actividades internas son aquellas que deben realizarse mientras la máquina se encuentra apagada o detenida., mientras que las externas se pueden realizar mientras la máquina sigue en operación o funcionando.
3. Convertir: Conlleva el cambio de la metodología de organización. Se trata de convertir en lo posible las tareas internas a tareas externas. Además, se eliminan los reajustes y se procura reducir al máximo el tiempo de preparación.
4. Racionalizar: Se aplica el cambio y se racionalizan los elementos del cambio o preparación, es decir, se simplifican o se cambian elementos por los que se pueden completar en menos tiempo. La finalidad es reducir el tiempo de operaciones internas y externas. Para esto, esta etapa se enfoca en la mejora de la máquina o equipo, si es necesario, se realizan las modificaciones técnicas de las máquinas. Por otro lado, se debe estandarizar las tareas y capacitar a los trabajadores.

**Figura 2.5**

*Implementación SMED*



Nota. De *¿Qué es SMED y cómo se integra a Just In Time?*, por Calidad Total, 2016 (<http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/que-es-smed-y-como-se-integra-just-in.html>)

#### **2.2.4. Jidoka**

Jidoka significa automatización con toque humano y es una herramienta fundamental para garantizar la calidad del producto y del proceso, por tanto, asegura que las máquinas solo hagan trabajo que agregue valor. Para una buena ejecución Jidoka consta de cuatro componentes:

- Inspección al 100%
- Andon: sistema de elementos de aviso visuales o acústicos para señalar una irregularidad o problema dentro del proceso (incidencia de calidad, rotura de stock o problema de mantenimiento).
- Poka-Yoke: mecanismo de aseguramiento de la calidad al garantizar que ninguna operación envíe productos defectuosos a la siguiente. También denominado mecanismo a prueba de tontos, dado que evita los errores humanos que pueden pasar inadvertidos.
- Investigar causas o fuentes: El objetivo es descubrir las causas raíz por las cuales ocurren tales irregularidades o defectos en el sistema para poder establecer contramedidas.

#### **2.2.5. Shojinka y un sistema de participación del personal (SPP)**

La introducción de *Lean Manufacturing* supone un cambio en el enfoque de la concepción del trabajo por parte de los trabajadores pues otorga más responsabilidad a los niveles inferiores de la organización”. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Se busca la transformación organizacional hacia una cultura de mejora continua. Implica invertir en el talento humano y promover la cultura de la mejora continua (filosofía *Kaizen*) y alto compromiso de arriba hacia abajo. Para esto, se debe implementar las siguientes actividades.

- Programa de participación: Se establece un canal para recibir eficientemente las iniciativas y sugerencias de mejora a los problemas.
- Crear equipos de trabajo que aporten, desarrollen e implementen ideas de mejora y supervisen dentro de su alcance o área de influencia. Equipos de

mejora Kaizen o GAP.

- Establecer un programa de reuniones
- Programa de capacitación polivalente de los operarios sobre uso de máquinas, herramientas y otros. Tiene como objetivo incrementar el nivel de flexibilidad de los trabajadores.

### **2.2.6. Heijunka**

“Técnica que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo, normalmente un día o turno de trabajo” (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013). Supone entonces una producción con flujo constante, en pequeños lotes, con un ritmo determinado y trabajo estandarizado.

Para la aplicación del Heijunka en la empresa Gamma Plast, dos de las cuatro técnicas existentes se adaptan a las condiciones de producción y el alcance del trabajo de investigación. Estas son las siguientes:

- Flujo continuo o trabajo celular: “Concepto en el que la distribución de las operaciones se mejora significativamente al hacer que el proceso fluya ininterrumpidamente de una operación a la siguiente, reduciendo drásticamente el tiempo de respuesta y maximizando las habilidades y el rendimiento del personal. El inventario también se reducirá a un mínimo absoluto” (Socconin, 2019). Para esto, se debe evaluar la configuración de las estaciones de trabajo para verificar un layout orientado al producto.
- Producir respecto al takt time o tiempo de ritmo

### **2.2.7. Kanban**

Es un sistema de información, control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas, aunque puede ser otro tipo de señal. Se trata, entonces, de un mecanismo de comunicación de las órdenes de fabricación entre las estaciones de trabajo. Por tanto, al solo reaprovisionar el material vendido, se reduce los stocks no deseados. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013). Existen dos tipos de tarjetas Kanban:

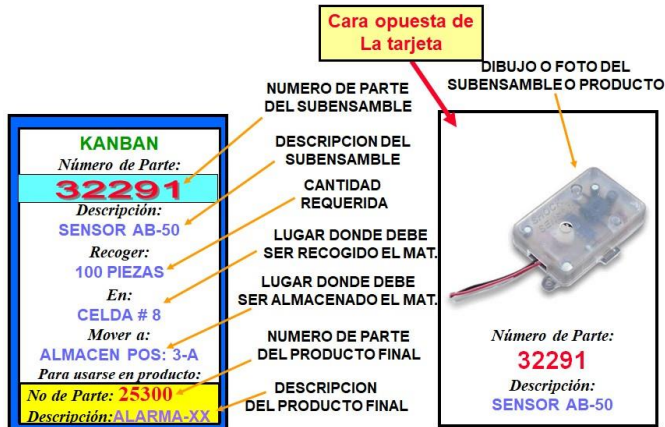
- Kanban de transporte: Indica qué y cuánto material se tiene que retirar del

proceso anterior

- Kanban de producción: Indica qué y cuánto se tiene que fabricar para el proceso posterior

**Figura 2.6**

*Ejemplo de tarjeta Kanban*

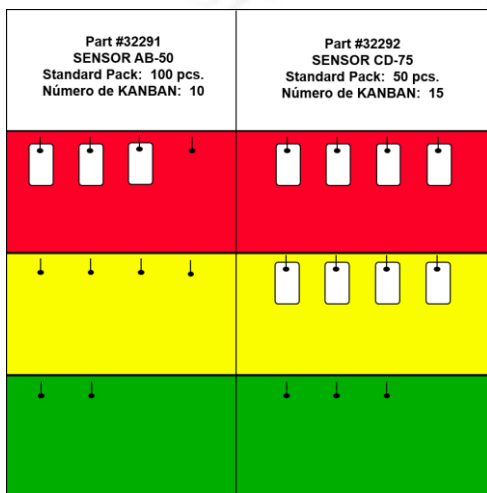


*Nota.* De Sistema Kanban, por IDEHATE, 2020 (<https://idehate.com/manufactura-esbelta-sistema-kanban/>)

La figura mostrada corresponde a una tarjeta Kanban de transporte. Se visualizan el código, descripción, cantidad de piezas a recoger, ubicación de recojo y destino, nombre del producto, entre otros datos que permiten la gestión eficiente de producción o transporte. Por este motivo, la información necesaria en una tarjeta Kanban debe satisfacer las necesidades de producción como las de aprovisionamiento.

**Figura 2.7**

*Tablero Kanban*



*Nota.* De Sistema Kanban, por IDEHATE, 2020 (<https://idehate.com/manufactura-esbelta-sistema-kanban/>)

El tablero Kanban se utiliza para el manejo eficiente de las tarjetas y, como se puede ver, está dividido en tres zonas de colores:

- Zona roja: Indica que el proveedor está al límite de no satisfacer a su cliente.
- Zona amarilla: Señala que los requerimientos del cliente están agotando el material en stock y, por esto, indica que es necesario empezar la fabricación.
- Zona verde: Indica que los requerimientos del cliente se están cumpliendo.

Cabe resaltar que las tarjetas Kanban que están colocadas en el tablero determinan el número de contenedores vacíos y, por esto, se autoriza la producción de lo indicado en la tarjeta (IDEHATE, 2020).

Por otro lado, es importante mencionar que se deberá evaluar la relación con los proveedores. Se busca tener relaciones a largo plazo con proveedores que entregan productos de alta calidad, que estén alineados con la empresa y permitan, por consiguiente, el aprovisionamiento según las necesidades de la línea de producción. Es factible, también, establecer un tablero Kanban de proveedores con el fin de vigilar y controlar las entregas de los proveedores externos.

### **2.3. Investigaciones relacionadas**

Se presentan casos de éxito con el fin de exponer los resultados obtenidos gracias a la implementación de las técnicas o metodologías *Lean Manufacturing*. Los casos de éxito mencionados a continuación consisten en proyectos de mejora dados en empresas manufactureras con un modelo de producción bajo pedido.

#### **2.3.1. Caso Jai Plast (Mamani Laricano, 2018)**

La implementación de Lean Manufacturing permitió optimizar hasta un 95% la eficiencia de la producción, desarrollar procedimientos operacionales e instaurar un modelo de gestión para la mejora del proceso productivo en la empresa Jai Plast.

Se hizo uso de las herramientas de calidad básicas, tales como la gráfica de Pareto, el diagrama de Ishikawa para detectar las causas raíz del problema. Después, se emplearon las técnicas lean VSM, Standard Work, 5S's como técnicas determinantes para evidenciar los desperdicios en el proceso y lograr la mejora. Finalmente, se logró eliminar

las actividades identificadas como mudas y se obtuvo el incremento de la eficiencia productiva.

### **2.3.2. Caso Mara Plastics S.A.C. (Guillén & Umasi, 2019)**

Este trabajo presenta la situación de una empresa que se dedica a la fabricación de bolsas plásticas, la cual representaba retrasos en su producción (41.67% entregas impuntuales en el año 2016). Como factores que generaban estos retrasos tenían: faltante de materias primas, productos defectuosos y reprocesados. Mediante la aplicación de las diferentes metodologías propuestas fue posible resolver las diferentes causas de desperdicios lean. Para analizar el efecto de estas metodologías en la empresa, se utilizó la simulación. De lo cual, se obtuvo una reducción del índice de productos defectuosos de 18% a 10%, índice de productos reprocesados de 7% a 3% y un aumento de la exactitud de reposición de materia prima de 65% a 90%. Esto generó así un incremento del cumplimiento de plazos entregas de 58% a 95%. Además, con la finalidad de determinar si el proyecto es viable y rentable, se realizó un estudio financiero considerando los costos que se deben incurrir para la realización del proyecto. Se obtuvo el VAN de S/36,529, la TIR de 31.45% y el Periodo de Retorno de la Inversión en el sexto mes de inicio del proyecto. Esto señala que el proyecto sí era viable económica y financieramente.

### **2.3.3. Implementación de Lean Manufacturing en una industria de moldeo de plástico en Malasia (Rosnah & Othman, 2012)**

Este estudio se llevó a cabo en una empresa PYME de molde de plástico ubicada en Malasia, la cual es uno de los principales fabricantes de sistema de sonido automotriz. Se menciona que su producción estaba debajo de su capacidad, lo cual causaba una gran pérdida a esta industria de plástico. Asimismo, cada una de las máquinas de moldeo por inyección es dedicada para varios clientes. Por tanto, el tiempo de cambio y el tiempo de entrega del producto juegan un papel importante para asegurar que los fabricantes sean capaces de satisfacer la demanda de los clientes en varios productos en el corto plazo acordado.

La aplicación de técnicas *Lean Manufacturing* ha dado resultados tales como el incremento de la productividad hasta el 94,1%, el aumento de los logros de entrega al 100%, la reducción del tiempo de cambio a 38,5 minutos y la reducción en el inventario



total a 2,86 días.

#### **2.4. Estado del arte de la producción de bolsa plásticas**

En la actualidad, las empresas buscan aumentar su eficiencia, con el objetivo de utilizar sus recursos de una manera óptima, reduciendo mermas, tiempos muertos, etc. Con esto se ganará un prestigio en el mercado y un renombre. Esto se puede lograr con diferentes medios, algunas empresas buscan una certificación ISO, otras buscan vender al mercado y abarcarlo mediante estrategias de precios bajos, otras buscan el lado eco-amigable, entre otros.

Mubaplast es una empresa que se encuentra en el mismo rubro que Gamma Plast, esto sería la fabricación y comercialización de bolsas publicitarias y bolsas flexibles para la industria. Ellos tienen un enfoque hacia la calidad y la sostenibilidad, en el lado de la sostenibilidad, cuentan con la certificación de la Cia. Symphony Enviromental Ltd. De Inglaterra, quienes tienen respaldo de la ISO 9001-2008. Cuenta con políticas de seguridad a la hora de elaborar sus productos. Cuenta con sistemas de iluminación adecuados que cumplen los estándares necesarios.

Uno de los desperdicios que quiso eliminar Mubaplast fueron los defectos, puesto que implementó un sistema de calidad para todos los envases plásticos que producía. Además, un sistema de entregas eficiente así disminuyó el tiempo de espera de entregas, teniendo un buen control de inventarios.

Se tiene un mejor desarrollo de manufactura esbelta al eliminar los ocho desperdicios, los cuales son transporte, inventario, exceso de movimiento, sobre procesamiento, esperas, defectos, sobreproducción y talento. Para esto se debe implementar métodos y políticas de niveles de inventario, mayor eficiencia, satisfacción a clientes, entre otros.

Opp Film es otra empresa que hace plástico flexible, esta empresa es la más grande del Perú y la única que realiza el famoso “papel film”. Esta empresa ha sabido implementar de una manera asombrosa la mayoría de las técnicas lean. Se ha logrado eliminar varios de los desperdicios conocidos de la manufactura esbelta. El exceso de movimiento no es un problema para ellos, ya que cuentan con un almacén propio en la misma planta, que abarca toneladas de materia prima y de productos terminados, cuentan con montacargas propios para disponibilidad inmediata. Cuentan con capacitaciones para

el capital humano e incentivos que logran elevar la productividad y al mismo tiempo la comodidad de sus trabajadores, los sobre procesamientos son muy pocos ya que las máquinas tienen una tecnología muy avanzada para la producción de plástico. Como toda empresa, hay algunos defectos, pero están en constante capacitación para cada día lograr mejorar y con eso posicionarse donde están ahora como: “La única empresa en el Perú que producen papel film”.



## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Metodología de investigación

El alcance físico del estudio es, principalmente, el área de producción y almacenamiento de las bolsas, y el alcance temporal de este abarca los meses de septiembre, octubre y noviembre del presente año 2020.

Con el fin de diagnosticar las causas raíz, se analizará la cadena de valor, se evaluará los procesos deficientes y se recolectará la información necesaria según los indicadores de gestión que reflejen el panorama real de la situación actual de la empresa. Se utilizará los métodos de investigación cualitativo y cuantitativo, con el objetivo de realizar un correcto análisis de los datos recolectados para consolidar esta información y poder identificar las variables o fuentes de desperdicio que generan el retraso en la entrega de pedidos. Cabe mencionar que previamente al análisis de la cadena de valor y de las causas raíz, se selecciona las técnicas lean apropiadas.

Posterior al análisis o diagnóstico actual, se procede a la implementación de las técnicas lean que se ajusten las variables y condiciones de la organización. Se proyecta, además, realizar una simulación y, si es posible y necesario, ejecutar una prueba piloto para soportar y corroborar la hipótesis de la investigación.

### 3.2. Herramientas o instrumentos a utilizar

Se enumeran las herramientas a utilizar en las primeras fases del proyecto de mejora *Lean Manufacturing* con el fin recolectar y analizar la información.

#### 1. Recolección de información:

- Observación no participativa de las instalaciones
- Recopilación de datos de documentos, registros y planos (recepción de materiales, producción, almacenamiento y distribución)
- Entrevistas

#### 2. Diagnóstico y análisis de la información:

- Mapeo de la cadena de valor VSM actual
- Diagrama del árbol (causas-problema-efectos)

### 3.3. Definición de variables

Tres factores o variables son las más influyentes en los retrasos de entregas. La primera variable importante es la programación de las órdenes de fabricación. Cabe mencionar que la empresa acepta todos los pedidos posibles para no perder clientes no teniendo un control del tiempo de entrega ni cuándo se debe empezar la producción de la orden para cumplir con el plazo acordado. Además, se aceptan pedidos urgentes de algunos clientes y los pedidos de los otros clientes quedan de lado. Al final, no se termina cumpliendo con la fecha de varios pedidos y se retrasan.

En segundo lugar, otro factor fundamental que influye en el retraso de los pedidos es la falta de orden y organización en las estaciones de trabajo (productos en proceso y herramientas), así como la falta estandarización de los tiempos, métodos y procedimientos.

Por último, la variable que también influye es la falta de capacitación al personal, ya que esto genera retraso en los tiempos por mala o ineficiente calibración de máquina, baja velocidad para el mezclado, etc. Además, no se exige a los operarios que dominen más de las tareas que le son delegadas y no existe cultura de mejora continua (*Kaizen*).

Entonces, se dispone de una fórmula mostrada a continuación a manera de representar la asociación entre las variables de entrada o las independientes con la variable de salida o dependiente.

$$Y = aX1 + bX2 + cX3$$

Donde:

Y es el OTIF

X1 representa al nivel de adecuación de la producción a la demanda

X2 representa al nivel de orden y organización de las estaciones de trabajo, así como el nivel de estandarización de los procesos

X3 representa al nivel capacitación, empoderamiento y motivación de los operarios y jefes de producción

## CAPÍTULO IV: DESARROLLO Y RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la situación actual del proceso productivo

El proceso seleccionado de la empresa Gamma Plast es el de bolsas para productos textiles (*Cotton Knit*), pues es el procedimiento más largo y completo, además las ventas al sector textil representan el 60% de los ingresos de la organización.

El inicio de la elaboración de estos productos se da por el envío de una orden de compra que realiza el cliente. Esta orden se recibe en el área comercial y los colaboradores suben esa orden a un sistema compartido para que se pueda ver por todas las otras áreas. Seguidamente, el área de producción realiza el planeamiento de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en las órdenes de compra y se determinan las fechas de entrega. Finalizada la programación, se procede a imprimir las órdenes de producción, estas se incorporan a los tableros de cada máquina y comienza el proceso de elaboración de las bolsas. Previo al inicio del proceso, se coloca una orden de compra para la materia prima y se maneja un lead time de 48 horas con el proveedor.

El proceso productivo inicia en el área de extrusión donde la materia prima en forma de pellets es vaciada en recipientes de plástico, los cuales tienen una capacidad de 400kg, según la formulación del producto. Una vez añadido todo el material, un operario pasa a mezclarlo por 3 minutos con la ayuda de una paleta. A continuación, se introduce una manguera aspiradora que transporta el material mezclado hacia la tolva de la máquina extrusora, esta tolva tiene una capacidad aproximada de 100-150 kg. Paralelamente al transporte de la materia prima hacia la extrusora, el operario configura la temperatura de esta para iniciar dicho proceso. La temperatura puede variar según los materiales y las mezclas; sin embargo, generalmente esta se encuentra entre 100-230°C. Una vez alcanzada la temperatura correcta, el material cae a una extrusora y se comienza a derretir formando una masa gelatinosa y chiclosa. Gracias al movimiento del rodillo esta masa toma dirección hacia el tambor. Al tambor ingresa una corriente de aire externa proporcionada por una compresora de aire, que ayuda a transformar la masa en un globo con el diámetro estándar para cada producto. Este globo se eleva de manera vertical unos 3 metros aproximadamente hasta llegar al rodillo jalador que se encuentra en la parte superior de la máquina. Para que el globo no se deforme en el camino, la máquina cuenta

con rieles formados con rodillos más pequeños que se adecúan al tamaño de cada globo. A partir del primer rodillo jalador, el globo pasa a convertirse en lámina y esta lámina se transporta verticalmente hacia abajo mediante una secuencia de rodillos hasta llegar a la parte del embobinado. Finalmente, la lámina de plástico se enrolla en tucos de cartón previamente colocados y se espera a que la bobina llegue al peso indicado. Los pesos varían, 50 kg si son para despachos a clientes externos y 150 kg si son bobinas que seguirán el proceso internamente.

El segundo proceso es el de impresión, este proceso es un poco más simple. El paso inicial es la evaluación del diseño que el cliente previamente ha aprobado. Inmediatamente se escoge los anilox correspondientes para la medida de la bobina, los cuales son rodillos de metal donde se pegan los clichés que contienen el arte del cliente y, en conjunto con la tinta, se logra plasmar los colores y figuras en la lámina de plástico. Cabe mencionar que los clichés son planchas de goma otorgadas por un proveedor, es decir, la empresa envía el diseño de forma digital en un archivo y el proveedor se encarga de elaborar estas planchas de jebe con el diseño correcto. El operario pega las planchas de jebe en los anilox y las coloca en la máquina impresora según el orden de colores que se tiene estandarizado. Una vez dispuestos todos los anilox, con la ayuda de una bomba hidráulica se succiona las tintas de los baldes hacia los recipientes de la máquina. Por último, el operario se encarga de colocar la bobina sin impresión en la máquina impresora y, a través de rodillos, se transporta la lámina pasando por los anilox y saliendo de estos con el diseño ya plasmado. La lámina saliente se vuelve a enrollar en otro tucos de cartón obteniendo, de esta manera, una bobina impresa.

Finalmente, el último proceso es el sellado. Esta es la etapa donde existen más problemas y se crean retrasos de entregas. La bobina previamente impresa es seleccionada y luego recogida por un operario, el cual la transporta con una carretilla desde el almacén de productos en proceso hasta la máquina selladora. Dos operarios cargan manualmente la bobina, la colocan en la máquina selladora y la ajustan. Terminado el ajuste de bobina, pasa la lámina de plástico por todos los rodillos, bases de los troqueles y por la cuchilla hasta llegar al otro extremo de la máquina. La elección de troqueles depende del tipo de bolsa que entrara al sellado. Para el caso del producto Cotton Knit, se usa troqueles en forma de media luna, un abridor metálico para evitar el bloqueo de las bolsas y una cinta cierra bolsa. El establecimiento de estos complementos se realiza luego de pasar la manga por toda la máquina.

Una vez establecido todos los troqueles necesarios el operario se dirige a la computadora de la máquina para establecer los diferentes parámetros que logran realizar el producto como: la temperatura de la cuchilla, la velocidad de la faja transportadora, que se encarga de jalar la lámina de plástico saliente de la bobina, la velocidad de subida y bajada de la cuchilla, el ojo sensor, las medidas de corte de la bolsa y la sincronización de los troqueles respectivos. Al terminar de establecer todos los parámetros el operario da inicio al ciclo de máquina. Aproximadamente el operario se demora entre unos 5-10 minutos después de dar inicio de ciclo a la máquina en ajustar nuevamente las medidas mientras la máquina está en funcionamiento, esto para evitar algún desajuste cuando la máquina empezó a trabajar. Una vez que todo está sincronizado el sellador se sienta a la salida de las bolsas y las empaqueta de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Una vez que el producto ya está listo, se envía al almacén de productos terminados donde las personas encargadas realizan el ingreso al sistema para poder tener un registro de las salidas y al mismo tiempo se planea la ruta que seguirá el camión de despacho para optimizar al máximo los costos que esto incurre. El chofer es acompañado por un ayudante, los cuales se encargan de cargar y descargar los productos.

Cabe mencionar que se trabaja 2 turnos al día de lunes a sábado y la empresa tiene como tiempo disponible para la producción 118 horas/semana.

**Tabla 4.1**

*Datos técnicos del proceso*

<b>Datos técnicos</b>	<b>Mezclado</b>	<b>Extrusión</b>	<b>Impresión</b>	<b>Sellado</b>
Tiempo estándar (minutos/millar de bolsas)	0,05	8,59	9,24	37,50
Tiempo de set up (minutos)	0,75	144	74	23
Número de máquinas	3	3	1	3
Número de operarios por máquina	-	1	1	2
Inventario promedio de materia prima (kg)	2000,00	-	-	-
Inventario después de procesos (millares de bolsas)	95,79	214,23	109,77	67,72
Distancia (m)		0	20	5

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

A continuación, se muestran los indicadores obtenidos.

**Tabla 4.2***Indicadores obtenidos*

<b>Indicador</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Valor actual</b>
OTIF (Nivel de servicio)	$(\text{Pedidos completos entregados a tiempo completos} / \text{Total de pedidos entregados}) \times 100\%$	40,00%
Disponibilidad total	$\sum(\text{Tiempo productivo} / \text{Tiempo disponible}) / \text{N}^\circ \text{ máquinas}$	81,36%
Eficiencia del personal (operarios)	$\sum(\text{Capacidad real (producción real)} / \text{Capacidad productiva}) / \text{N}^\circ \text{ operarios}$	66,67%
Calidad	$(\text{Productos defectuosos} / \text{Producción total}) \times 100\%$	3%
Horas capacitación	$\text{Horas de capacitación anual} / \text{Total de operarios}$	8 horas-hombre

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Para el cálculo del OTIF, se tomaron los datos de los pedidos ingresados en el mes de agosto del 2020. El resultado de este indicador fue de un 40% para el mes de agosto, el cual corresponde a 8 pedidos de bolsas entregados completos y a tiempo sobre 20 pedidos de bolsas que fueron entregadas en el mes.

Con respecto a la disponibilidad de planta, en primer lugar, se determinó la disponibilidad de cada máquina identificada en el proceso de producción con la siguiente fórmula.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{T.\text{disponible} - T.\text{paradas no programadas} - T.\text{set up, arranque y esperas}}{T.\text{disponible}}$$

Se consideraron las máquinas mezcladora, extrusora, impresora y selladora; un total de 4 horas y considerando 6136 horas por año como tiempo disponible para la producción.

Para calcular el porcentaje de eficiencia del personal, se cronometraron los tiempos de 10 operarios en la tarea de mezclado (manual) y se promediaron. La eficiencia representa la velocidad en la que los operarios trabajan al realizan no solo en el mezclado, sino también otras operaciones manuales que se requieren para la preparación de las máquinas y transporte de productos.

Para calcular el porcentaje de productos defectuosos se tomó la producción del año 2019 de 39.520 millares de bolsas y los productos que fueron rechazados por los clientes por deficiente calidad, los cuales fueron 1.163,6 millares de bolsas.



Por último, no se tiene un plan de capacitación anual a nivel de producción y se indicó que las capacitaciones se realizan 4 veces al año, 2 horas por trabajador.

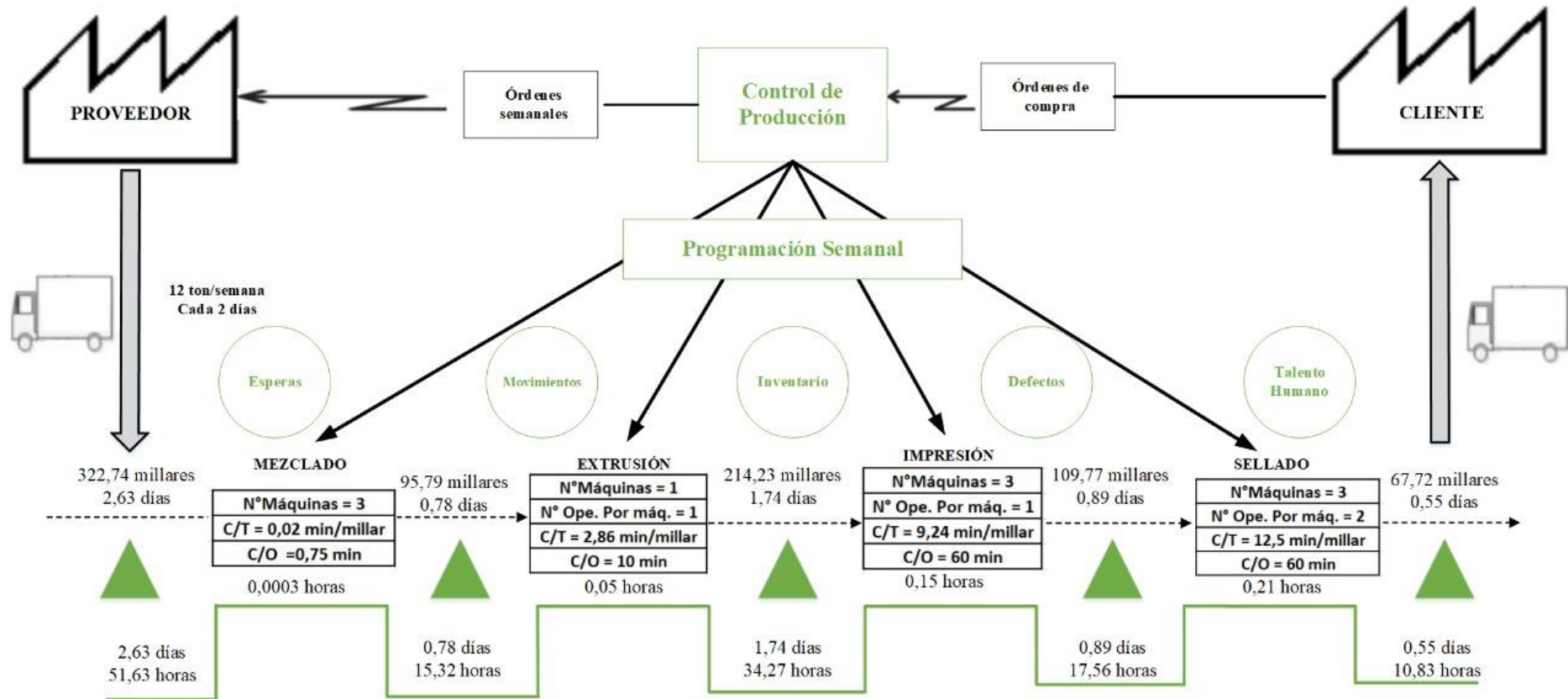
#### **4.2. Identificación de desperdicios Lean a través de VSM**

A continuación, se muestra el *Value Stream Mapping* del proceso de producción de bolsas plásticas para el sector textil.



**Figura 4.1**

*VSM actual bolsas plásticas – sector textil*



*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Dado que la empresa trabaja 118 horas por semana, 52 semanas/año, y tiene una demanda aproximada de 38.356,41 millares de bolsas al año, se obtuvo el takt time en horas por millar y en minutos por millar de bolsas.

Tiempo disponible = 6136 horas/año

Demanda anual = 38.356,41 millares de bolsas/año

Takt time = **0,16 horas/millar de bolsas**

Takt time = **9,60 minutos/millar de bolsas**

Seguidamente, se procede a determinar el ratio de valor añadido.

Tiempo VA = 0,41 horas, Tiempo NVA = 129,62 horas

VA/(VA+NVA) = **0,316%**

Esto significa que 0,316% corresponde a solo las actividades que generan valor en el proceso, lo cual pone en evidencia el problema, las causas y las potenciales mejoras lean. En el VSM actual se identificaron los desperdicios de movimientos innecesarios, esperas, inventarios, defectos y talento humano. A continuación, se muestra los desperdicios lean, una breve descripción y el costo anual en el que la empresa incurre debido a estos.

**Tabla 4.3**

*Desperdicios y costo anual correspondiente*

Desperdicio	Descripción del desperdicio	Importe económico
		<b>Mezclado (proceso manual):</b>
		Eficiencia objetivo = 100% (32,27 millares/minuto)
		Eficiencia actual = 66,67% (21,52 millares/minuto)
		Tiempo disponible = 6.136 horas/año = 368.160 minutos/año
<b>Desestimar el talento humano</b>	Pocas horas de capacitación al año, lo cual supone menor eficiencia y polivalencia de los operarios	(100%-66,67%) x 32,27 millares/minuto x 368.160 minutos/año x 13,6 dólares/millar = 53.865.287 dólares/año
		La menor ineficiencia se traduce en mayores tiempos de calibración, alistamiento de las máquinas y el traslado de existencias entre los procesos.

(continúa)

<b>Desperdicio</b>	<b>Descripción del desperdicio</b>	<b>Importe económico</b>
<b>Movimientos innecesarios</b>	Esto consume tiempo dado a la falta de organización y orden, y la falta de estándares de trabajo	
<b>Esperas</b>	Se consume tiempo por los tiempos de set up de las máquinas. Tanto la máquina para la impresión como el sellado de las bolsas suponen elevados tiempos de preparación.  También, se generan esperas por las paradas no planificadas.	Disponibilidad actual = 81,36%  Disponibilidad esperada = 99%  Tiempo disponible = 6136 horas/año (99%-81,36%) x 6136 horas x 1,6 millares de bolsas/hora = 1.732,22 millares de bolsas  1.732,22 millares de bolsas x 13,6 dólares/millar de bolsas = 23.558,25 dólares
<b>Inventarios</b>	Se generan inventarios de productos en proceso dado a los elevados tiempos de cambio de máquina o preparación y a los cuellos de botella.	Costo de inventario en proceso promedio (año 2019) = 3.333,19 dólares  Costo de inventario final (año 2019) = 920,99 dólares  Costo de inventario de materia prima promedio (año 2019) = 877,86 dólares
<b>Defectos</b>	Hay 3% de defectuosos del total producido anual.	Precio = 13,6 dólares/millar de bolsas  Defectuosos (año 2019) = 1.163,6 millares de bolsas  Costo = 1.163,6 millares de bolsas x 13,6 dólares/millar = 15.824,80 dólares

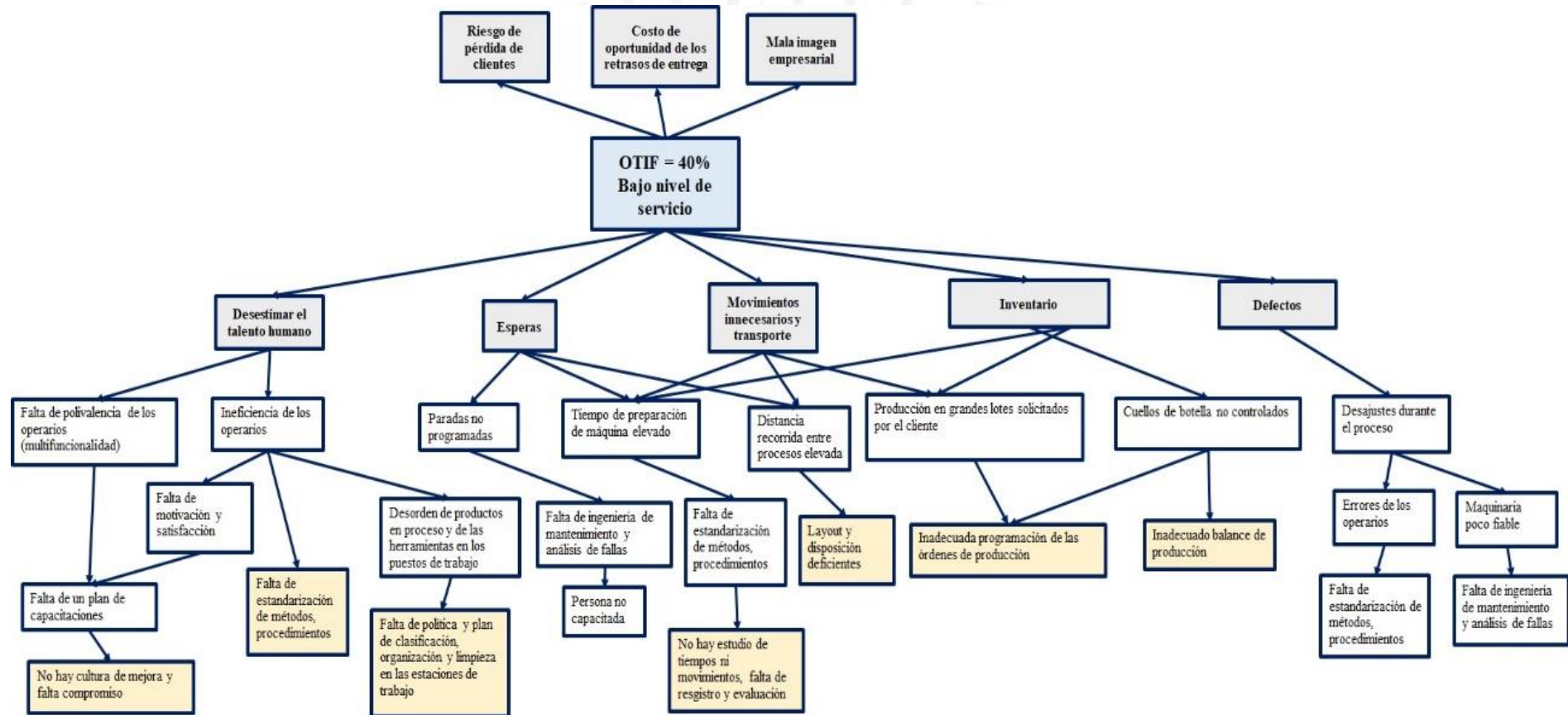
*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

### **4.3. Causas raíz de los principales desperdicios**

Para poder identificar las soluciones pertinentes al problema del bajo nivel de servicio, se tiene que descubrir y analizar las causas raíz, es decir, profundizar sobre los por qué. Ya identificados los desperdicios lean, se procede a realizar el diagrama del árbol hasta descubrir las causas raíz del problema, el cual se muestra a continuación.

**Figura 4.2**

*Diagrama del árbol para identificar causas raíz*



*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Las causas raíz radican en la falta de una cultura de mejora continua, no hay compromiso por parte de la Alta Dirección y los trabajadores de la zona de producción por mejorar su capacidad productiva y adaptabilidad ante los pedidos de los clientes. Se aprecia que no se tiene un registro de todos los tiempos de producción para futuras soluciones, no hay métodos que establezcan cómo realizar el trabajo de manera estándar y controlada. Además, no existe una adecuada nivelación de la producción dado que no se programan las órdenes de manera eficaz y eficiente. El nivel de mejora requiere una transformación cultural de orden, estandarización y limpieza; en donde los operarios se sientan motivados por un trabajo mejor al sentirse parte de los resultados de la empresa y más empoderados.

#### 4.4. Propuesta de solución

Las propuestas de solución dadas las causas raíz analizadas y las condiciones de la empresa Gamma Plast se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 4.4**

*Causas raíz principales y sus propuestas de solución*

Causa raíz principal	Propuesta de solución
Desperdicio de talento humano por falta de políticas de capacitación y reconocimiento, falta de cultura y empoderamiento del personal	<p>Implementar <i>Kaizen</i> o programa de mejora continua</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos de mejora</li> <li>• Programa de reuniones</li> <li>• Programa de capacitación</li> </ul> <p>Despliegue de un sistema de participación del personal</p>
Falta de organización, estandarización y métodos	Implementar programa 5S
No hay estudio de tiempo ni movimientos, falta registros y evaluación	Aplicar SMED para reducir los tiempos de cambio de máquina

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Cabe mencionar que el alcance del proyecto abarca la producción de la familia de productos de bolsas plásticas, el cual incluye la zona de mezcla, la extrusora, la impresora, la selladora y la zona de empaque. Se busca implementar las propuestas de solución en el orden indicado y en un área piloto para validar la hipótesis.

- En toda la duración del proyecto: Empoderar a los trabajadores y promover la transformación cultural. Promoción de la cultura de mejora continua.

- ETAPA 1: Programa 5S
- ETAPA 2: Reducir los tiempos de set up con SMED y estandarizar los métodos en un panel SMED
- ETAPA 3: Evaluar resultados obtenidos dentro de un área piloto
- ETAPA 4: Programas para asegurar la mejora continua (Kaizen)

Cabe resaltar que antes de iniciar la evaluación del problema y causas raíz de Gamma Plast se tuvo una reunión con el Jefe de Producción, el Jefe de Planta para explicarles la propuesta, los pasos y los beneficios esperados de todo el plan de mejora. Se destinó un tiempo (1 semana) para que se transmita el mensaje al Auxiliar de Producción y a todos los operarios con el fin de comprometer y generar entusiasmo por el proyecto. Además, a lo largo del proyecto se entrenan a los trabajadores para cada técnica *lean* a emplear y se conforman los equipos de mejora.

A continuación, se describirá a detalle cada propuesta que conforma la propuesta de solución.

#### 4.4.1. Aplicar 5S a las estaciones de trabajo

Implementar el programa 5S es base para la implementación de las otras técnicas de *Lean Manufacturing*. En primer lugar, se evaluó el nivel de cumplimiento 5S por cada etapa y en total con el fin de establecer una línea base para el seguimiento del programa. El informe y resultados obtenidos se dispuso en un panel 5S (Anexo 2). El objetivo es que posterior al programa 5S, se proceda a realizar de nuevo la evaluación con la hoja de verificación 5S. Los trabajadores encargados de implementar y hacer seguimiento del programa durante sus cinco fases se indican a continuación.

**Tabla 4.5**

*Equipo 5S*

Equipo 5S	
<b>Evaluador 5S líder</b>	Auxiliar de producción (José Vargas)
<b>Evaluador junior</b>	Jefe de planta
<b>Equipo de implementación 5S</b>	5 operarios de producción

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

**Figura 4.3**

*Fotos línea base del proyecto*



*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación, instalaciones de Gamma Plast

Dadas las observaciones del informe de seguimiento, se levanta el programa.

1. Entrenamiento: Implica la preparación de material didáctico para explicar a los operarios la importancia de la aplicación 5S, los conceptos básicos y los pasos de la metodología.
2. Seiri: Consiste en clasificar y eliminar todos los objetos innecesarios de las áreas de trabajo. Solo se disponen los elementos que se utilizan y están en óptimas condiciones en las estaciones correspondientes. Para esto, se establece un



esquema como procedimiento para destinar cada elemento de la zona de producción en el lugar correcto, además de definir una zona de elementos innecesarios demarcada con una línea roja.

**Figura 4.4**

*Esquema para el método Seiri*



*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Las tarjetas rojas se completan y se colocan cerca al objeto analizado. Además, cabe mencionar que estas tarjetas se registran en un formato con el fin de controlar el número de tarjetas que se colocan y de tener un *backup*.

3. Seiton: En esta fase, se define la ubicación exacta, cantidad mínima y máxima de cada elemento necesario para reducir los tiempos de búsqueda y retorno. Para esto, se establecen los siguientes principios o criterios de orden.
  - Ordenar por frecuencia de uso, es decir, mientras más se use, más cerca debe estar del operario.
  - Ordenar elementos según la secuencia de uso
  - Preguntarse cómo puedo ubicarlo y alcanzarlo más rápido
  - Preguntarse cómo puedo retornarlo a su posición inicial más rápido

## Figura 4.5

### *Pasos Seiton*



*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Cabe mencionar que se recomienda aplicar principios *Poka Yoke* y administración visual.

4. Seiso: “Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir” (Hernández J. y Vizán A., p. 39).
  - Identificar las fuentes de generación de suciedad que existen dentro de la zona de producción para disponer de un tacho recolector o bandeja (eliminar). En paralelo, inspeccionar si los elementos están en buenas condiciones de uso.
  - Verificar si es que se disponen de suficientes tachos para los desechos y en el lugar apropiado
  - Verificar si se cuentan con los suficientes implementos y productos de limpieza
  - Principio: Limpiar el área de trabajo después de finalizar el trabajo y disponer las herramientas utilizadas en sus ubicaciones establecidas. La responsabilidad es de todos.
  - Establecer un plan de limpieza para áreas consideradas comunes donde se defina a los responsables, funciones y frecuencia.
5. Seiketsu: Se asegura el mantenimiento las primeras 3S's.
  - Panel 5S para incentivo y mejora continua
  - Seiri y Seiton: Métodos estandarizados para clasificación y selección, controles visuales y Poka Yoke para localizar, demarcar y rotular.
  - Seiso: Plan de limpieza, procedimientos de limpieza para las estaciones, maquinaria y equipo (manual)

- Asignar demás responsables y funciones (qué, dónde, cuándo, cómo se hará)

**Figura 4.6**

*Panel 5S*



*Nota.* De *Introducción 5S*, por Slideshare, 2011 (<https://es.slideshare.net/xigodo/introduccion-5s>)

6. Shitsuke: Se construye el hábito de utilizar los métodos estandarizados.
  - Plan anual de auditoría 5S para mejora continua. En este plan se define a los evaluadores y la frecuencia de evaluación (fechas). Se incrementará esta frecuencia durante los primeros 3 meses o hasta alcanzar la madurez organizacional.
  - Para la auditoría 5S, se usa los formatos de Hoja de verificación 5S e Informe de seguimiento; y los resultados se disponen en el panel 5S para visualizar el antes y después y el porcentaje de mejora. En total, serían 24 auditorías 5S para el primer año y 12 auditorías posterior al primer año.
  - Por otro lado, es importante resaltar que el hábito se mantiene también con la formación de los trabajadores de planta, lo cual va de la mano con otra propuesta de solución (ETAPA 5).

**Tabla 4.6***Plan de auditoría*

<b>Periodo</b>	<b>Frecuencia</b>
Meses 1 a 3	4 veces por mes (1 vez por semana)
Meses 4 a 6	2 veces por mes (cada 2 semanas)
Meses 7 a más	1 vez por mes

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

**4.4.2. Aplicar SMED: extrusora, impresora y selladora**

El objetivo de implementar SMED en Gamma Plast es reducir los tiempos de set up en las máquinas extrusora, impresora y selladora (área piloto) para así aumentar la disponibilidad de estas y reducir los niveles de inventario en proceso. El primer paso para aplicar la metodología SMED es la formación de un equipo de trabajo y la fijación de la meta.

**Tabla 4.7***Equipo, meta y área piloto del SMED*

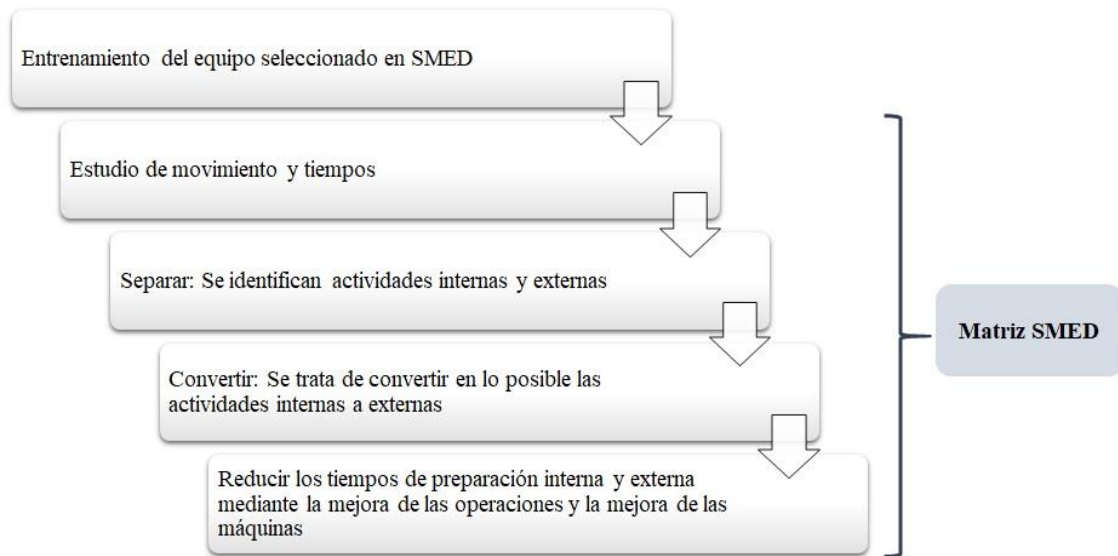
<b>Equipo SMED</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebastián Vargas y Rafael</li> <li>• Auxiliar de producción (José Vargas)</li> <li>• Jefe de planta</li> <li>• Jefe de producción</li> <li>• Operario 1</li> <li>• Operario 2</li> </ul>
<b>Meta</b>	Disminuir el tiempo de set up en más del 45% para cada máquina después de implementar la metodología SMED en la primera iteración.
<b>Área piloto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 máquina extrusora</li> <li>• 1 máquina impresora</li> <li>• 1 máquina selladora</li> </ul>

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

A continuación, se muestran las fases para la implementación de SMED en Gamma Plast, así como las matrices SMED en donde se detallan las propuestas de mejora.

**Figura 4.7**

*Fase para la implementación de SMED*



*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Las matrices SMED elaboradas para las 3 máquinas se muestran en el Anexos (Anexo 3). Para finalizar, se prevé colocar las matrices con las actividades de set up después de la mejora en un panel SMED.

#### **4.4.3. Sistemas de participación del personal y Kaizen**

Para solucionar el tema de desperdicio de talento humano se aplicará la metodología *Kaizen*, la cual se usará con el objetivo de retener talento humano el cual conlleva a una futura mejora en el nivel de servicio de la empresa.

Se empezará creando círculos de calidad el cual tendrá reuniones semanales con el objetivo de discutir problemas, hacer seguimiento de algunos indicadores y finalmente encontrar soluciones. Esta técnica además ayudara a integrar a los trabajadores, dándoles capacidad de tener una voz en la organización ayudando a retener talento.

La metodología *Kaizen* ofrece varias técnicas y métodos de análisis, una de las técnicas que más se va a usar son el grafico de Pareto. En este diagrama se registran varios defectos o errores dados en producción (tanto frecuencia como impacto para obtener efecto el cual finalmente se registra en el diagrama) que pueden elevar el lead time de un pedido. Luego esta herramienta ayuda a organizarlos y priorizarlos para que luego sean discutidos en las reuniones del círculo de calidad.

Finalmente, esta propuesta se enfoca en promover participación del personal tanto administrativo como operacional, lográndose ser inclusivos dándole a cada trabajador empoderamiento y una voz en la empresa. Por otro lado, también usando de una manera más provechosa al personal se puede ayudar a mejorar el nivel de servicio. Antes de realizar esta propuesta se debería hacer capacitación al personal en uso de estas técnicas del *Kaizen*, especialmente al Jefe de Producción y Jefe de Planta que dirigen las reuniones de calidad. Y estos se encargan de capacitar a los operarios de producción.

**Tabla 4.8**

*Duración para la propuesta de solución Kaizen*

<b>Actividad</b>	<b>Predecesora</b>	<b>Duración</b>
Capacitación en <i>Kaizen</i>	-	2 semanas
Instalar y prepara implementación del programa <i>Kaizen</i>	Capacitación en <i>Kaizen</i>	2 semanas

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

- ¿Qué?: Aprovechar mejor el talento humano para elevar el nivel de servicio
- ¿Como?: Se usará círculos o reuniones de calidad para involucrar más al personal en el cual se aplicará técnicas Kaizen para detectar, priorizar y analizar problemas con la idea de mejorar el nivel de servicio, además se discutirá el seguimiento de varios indicadores anteriormente planteados
- ¿Quién?: Área de producción
- ¿Por qué?: Lograr aprovechar mejor el talento del personal para mejorar su experiencia laboral y mejorar el nivel de servicio
- Cabe mencionar que el curso de Kaizen incluye certificación: 400 soles por persona incluyen certificado

**Figura 4.8**

*Tablero zona de producción Kaizen*



*Nota.* De *Tableros Kaizen*, por Pizarrones y Soluciones Visuales, 2020 (<https://pizarronesysolucionesvisuales.com/vm-kaizen.html>)

#### **4.4.4. Control de producción**

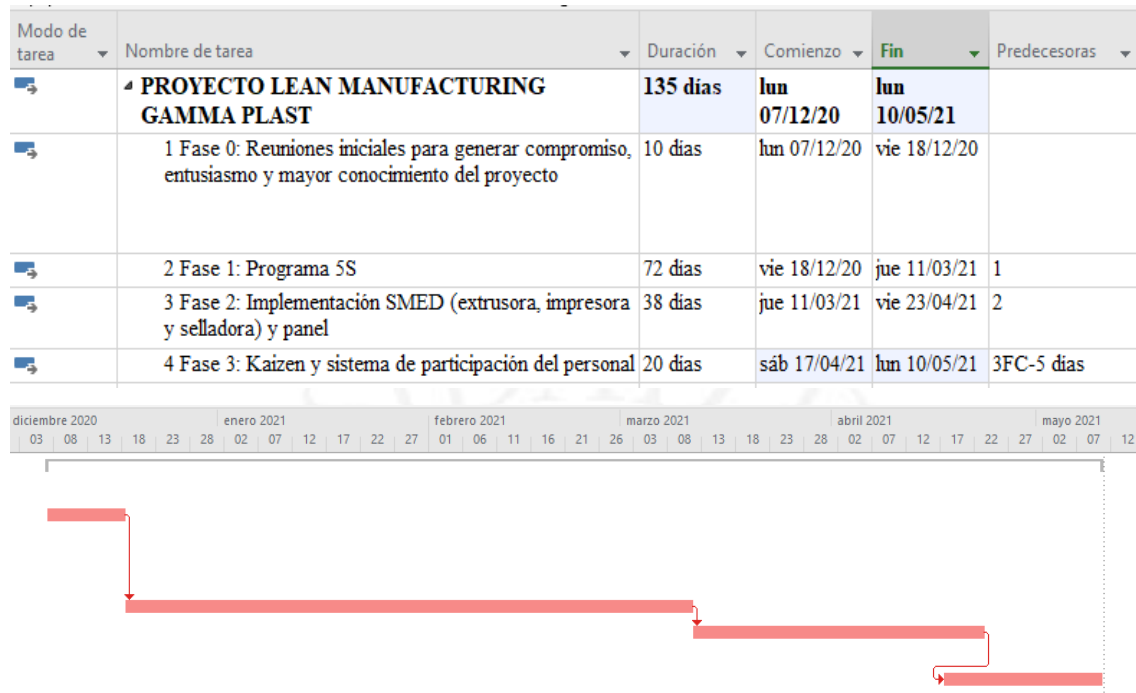
Debido que se requiere realizar un balance de la producción e implementar un sistema que brinde mejor control sobre lo producido, se requiere un software ERP para obtener una mejora planificación y control sobre los materiales y productos terminados. En este caso, el software sería Microsoft Dynamic Nav On Premise.

La producción según los requerimientos de la demanda tiene que realizarse en lotes más pequeños y con su sistema de control *Kanban*. No obstante, esto requiere que el sistema sea lo suficiente flexible y rápido antes los cambios. Es por esto que la empresa Gamma Plast aun no está preparada para implementar *Heijunka* ni *Kanban* en su sistema de producción. Es apremiante primero implementar las 5S y SMED, realizar mejoras a nivel de infraestructura y personas para que el posible futuro proyecto *Heijunka* y *Kanban* se logre aplicar.

A continuación, se muestra el cronograma de implementación del proyecto *lean* considerando el despliegue para toda la zona de producción de Gamma Plast.

**Figura 4.9**

*Cronograma de implementación de proyecto lean en Gamma Plast*



*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación. Elaborado en MS Project

Ya definido el cronograma de implementación, se procede a costear los materiales, capacitaciones, costos por horas-hombre, infraestructura, entre otros, para poder elaborar un presupuesto tanto para la inversión del proyecto como los costos anuales incurridos para el mantenimiento de la mejora lean.

**Tabla 4.9**

*Presupuesto económico del proyecto*

Propuesta	Inversión (S/)	Costos anuales (S/)
Reuniones iniciales	H-H 1.001	
	Capacitaciones 5.200	H-H auditoría (primer año) 705,6
Implementación del programa 5S	Materiales y/o Infraestructura 7.500	H-H auditoría (a a partir del segundo año) 352,8
	H-H 4.540	

(continúa)



<b>Propuesta</b>	<b>Inversión (S/)</b>	<b>Costos anuales (S/)</b>		
Implementación de SMED: extrusora, impresora y selladora	Capacitaciones	7.440		
	Equipos y accesorios	22.800		
	Materiales y/o Infraestructura	100		
	H-H	3.758		
		Mantenimiento de equipos y accesorios	1.240	
		Sueldo operario de impresión	18.200	
Kaizen y sistema de participación del personal	Capacitaciones	6.200	H-H	4.524
	H-H	4.781		
	Materiales y/o Infraestructura	633		
Control de la producción	Software ERP Microsoft Dynamics On Premise	6.781		
	Capacitaciones	3.729		
<b>TOTAL</b>	<b>74.463</b>		<b>25.022</b>	

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

## 4.5. Evaluación de la solución

### 4.5.1. Evaluación técnica

Antes de proceder a la evaluación tanto económica como socioambiental del proyecto, se calculan de nuevo los indicadores que se aprecian a continuación. Cabe mencionar que estos ahorros generados son los efectos de las mejoras implementadas dentro del área piloto sin tomar en cuenta la compra de la licencia del software ERP y la alta inversión en equipos mostrados en las matrices SMED.

**Tabla 4.10**

*Indicadores y ahorros anuales*

<b>Indicador</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Valor después del proyecto</b>	<b>Ahorro anual (S/)</b>
OTIF (Nivel de servicio)	40,00%	80,00%	
Disponibilidad total	81,36%	90,76%	33.656

(continúa)

<b>Indicador</b>	<b>Valor actual</b>	<b>Valor después del proyecto</b>	<b>Ahorro anual (S/)</b>
Eficiencia del personal	66,67%	74,94%	44.073
Horas capacitación	8 horas-hombre	66 horas-hombre	

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

El valor del primer indicador es el motivo por la consecución del proyecto. Y este se estimó dado a una mayor disponibilidad y eficiencia de producción. Se tuvo que en la última semana de noviembre se cumplieron a tiempo acordado con 4 pedidos de los 5 pedidos de los clientes (sector textil).

Para los demás indicadores, se tuvo en cuenta el aumento de tiempo productivo dado a menores tiempos de set up de las máquinas y el incremento de la eficiencia por los mejores métodos establecidos, orden y organización.

#### **4.5.2. Evaluación económica**

Dado el presupuesto de inversión y costos proyectos anuales del proyecto lean, una tasa de descuento o costo de oportunidad de 17,24% y los resultados positivos después de la implementación del proyecto solo en el área piloto definida reflejados en los ahorros anuales; se realiza la evaluación económica del proyecto de mejora *lean*.

**Tabla 4.11**

*Evaluación económica del proyecto lean*

<b>Tasa de descuento</b>	17,24%					
<b>Flujo/Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ingresos (ahorros)		77.728,64	77.728,64	77.728,64	77.728,64	77.728,64
<b>Flujo actual ingresos</b>		66.298,74	56.549,59	48.234,04	41.141,28	35.091,51
Egresos (inversión y costos)	74.462,70	25.728,00	25.375,20	25.375,20	25.375,20	25.375,20
<b>Flujo actual egresos</b>	74.462,70	21.944,73	18.461,11	15.746,43	13.430,93	11.455,93
<b>Flujo actual neto</b>	- 74.462,70	44.354,01	38.088,48	32.487,61	27.710,35	23.635,58
<b>Flujo neto</b>	- 74.462,70	52.000,64	52.353,44	52.353,44	52.353,44	52.353,44

(continúa)

<b>VAN (S/)</b>	91.813,33
<b>TIR</b>	64,24%
<b>B/C (S/)</b>	1,59
<b>PR (años)</b>	1,79

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación

Debido a que el VAN es mayor a 0, el TIR es mayor a la tasa de descuento, el B/C es mayor a 1 y el periodo de recupero es de 1 año y 9,5 meses; el proyecto *lean* es factible económicamente. En otras palabras, las mejoras propuestas no solo son viables técnicamente dados a los valores de los indicadores analizados, sino que también estas se sustentan económicamente.

#### **4.5.3. Evaluación social**

El factor más importante que puede asegurarnos el éxito de la implementación de una cultura Lean son las personas que lo lideran y sus respectivos equipos de trabajo. Hoy en día muchas empresas saben que uno de los activos más importantes es el factor humano y su capacidad y gracias a esta filosofía se puede lograr incrementar estos activos y por consecuencia incrementar los beneficios de la empresa.

Las herramientas brindadas por el método de organización del trabajo *Lean Manufacturing* no solo ataca directamente a los procesos de la empresa si no también tiene “efectos secundarios” que impactan significativamente en las personas que laboran en el entorno. Gracias a estas herramientas se puede sacar el mayor provecho humano y así lograr que la empresa crezca.

Estas herramientas se basan en la organización del ambiente de trabajo, tiene como función mantener el área de trabajo de una manera que el operario se sienta cómodo y al mismo tiempo no existan perdidas por el desorden. Este impacto es muy positivo y ayuda a generar un ambiente de trabajo donde cualquier operario pueda brindar al 100% sus habilidades.

Otras herramientas también tienen como objetivo reducir el cansancio de los operarios, por ejemplo, el método SMED es una de estas que ayuda porque se busca que el operario se tome el mínimo tiempo posible de set up. Esto genera que los operarios puedan mantener por más tiempo su capacidad de trabajo cerca al 100%.

Finalmente, para que se observen los resultados esperados no solo se tienen que generar cambios en el sistema de producción, sino también en la gestión administrativa y de recursos humanos. Se mencionan recursos humanos ya que los incentivos son muy importantes para lograr los objetivos en un tiempo más corto. Los incentivos son un aspecto clave en la motivación de los empleados mejorando su actitud y disposición a la nueva filosofía planteada. Por otro lado, el incentivo no solo es monetario si no también pueden ser reconocimientos, por sugerencias e ideas de mejora o también una eficiencia constante de trabajo, donde ellos puedan observar que se les valora y considera como una parte importante en la empresa.

#### **4.5.4. Evaluación ambiental**

Se proyecta aplicar el concepto de *Green Manufacturing* a lo largo de la cadena de producción de las bolsas, con el objetivo de optimizar el uso de los recursos naturales como la energía y materiales, así como reducir el impacto ambiental a lo largo del proceso.

Si bien la empresa Gamma Plast ya maneja el concepto *Green* reduciendo el impacto ambiental al final de la vida útil de las bolsas usando materiales bio degradables, se debe proyectar dicho concepto a lo largo de toda la empresa a través de métodos lean que generen una reducción considerable en el consumo de materia prima y emisión de desperdicios, así como también se imparta la cultura a todo el personal.

Como primer paso para iniciar con el concepto *Green* en el área de producción, se reducirá los desperdicios generados durante el proceso por medio del acopio de merma en los puntos críticos del problema, posteriormente se destinará los desperdicios a una empresa dedicada al tratamiento y reciclaje.

Posteriormente, se debe desarrollar la cultura *Green* en todos los miembros de la empresa, partiendo del gerente general, el cual debe presentar un gran compromiso y conciencia sobre el tema. Por medio de la metodología *Kaizen* aplicada al desperdicio de talento humano, se realizará el programa de capacitación periódico, en el cual se presentará cada uno de los conceptos y objetivos a cumplir tanto a corto como largo plazo.

Se tiene como objetivo para el año 2022, contar con la empresa comprometida al 100% en el tema de *Green Manufacturing*, con una reducción significativa en los indicadores ambientales.

#### **4.6. Resultados y validación de hipótesis**

Dados los resultados obtenidos, se valida que la implementación pertinente de las técnicas *lean* en el proceso productivo de bolsas plásticas de Gamma Plast contribuirá a mejorar el nivel de servicio este proceso representado por el indicador OTIF, el cual incrementa de 100% tomando como valor base de 40% (medido en el mes de agosto) y el valor dado después de la implementación dentro del área piloto. Se proyecta que posterior a la implementación del proyecto de mejora en toda la empresa, conformado por varias técnicas *lean*, este indicador puede incrementar incluso más del valor medido.



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos constituyen el impacto de la aplicación de una serie de técnicas de *Lean Manufacturing* aplicadas a lo largo de este proyecto. Un factor importante previo al diagnóstico *lean* es realizar un esfuerzo para que los trabajadores de Gamma Plast sepan de qué se trata, qué es *Lean Manufacturing*, cuáles son los beneficios y cómo puede generar un gran cambio positivo en la empresa. Para el diagnóstico, se realizó el mapeo de cadena de valor o VSM para poder identificar las mudas en los procesos acotados y con esto las potenciales mejoras. Cabe mencionar que este VSM se acompaña con el análisis de los indicadores. Con la información recolectada y procesada, se realizó un análisis de las causas raíz y hubo un consenso que el mal que subyace en todos los problemas o causas de generación de mudas es la falta de una cultura de mejora continua y la falta del empoderamiento del operario. El hecho que se haya implementado 5S y SMED con éxito es debido a que se capacitó al operario y se le dio otras responsabilidades con motivo. Considerando el factor humano, se mejoró la falta de estandarización, orden y limpieza con las 5S, se minimizó los elevados tiempos de preparación de las máquinas y se establece una base para aplicar *Heijunka* y *Kanban* para adecuar la producción a los pedidos de los clientes de la empresa.

Los resultados indican que el proyecto es factible no solo por la mejora de los indicadores, sino también porque la inversión y costos anuales justifican los ahorros dados por la propuesta. El impacto social se refleja en un mejor clima laboral, debido a que *Kaizen* y un despliegue de capacitaciones y reuniones jefe-operarios brinda un entorno más dinámico, empodera y entusiasma al trabajador. Además, el programa 5S conlleva a que el ambiente de trabajo esté ordenado, limpio y con las herramientas requeridas en su momento, lo cual también impacta en la satisfacción laboral. Por último, se aprecia que al implementar las mejoras dadas por la metodología SMED aumenta el nivel de ergonomía y seguridad en planta.

Cabe resaltar que, con las mejoras propuestas en este proyecto, se queda pequeño en nivel de impacto de las técnicas *lean* en los futuros resultados de la empresa Gamma Plast.

A continuación, se muestra una tabla con el porcentaje de disminución de los tiempos después de las mejoras SMED en las extrusora, selladora e impresora.

**Tabla 5.1**

*Porcentaje de variación del tiempo de set up interno y total por máquina*

<b>Máquinas</b>	<b>Interno</b>	<b>Total</b>
Extrusora	-52,60%	-51,50%
Impresora	-99,60%	-64,50%
Selladora	-71,30%	-51,46%

*Nota.* Obtenido como resultado de la investigación



## CONCLUSIONES

- Luego de aplicar la metodología SMED, analizando los elementos internos y externos en la operación de Extrusión, se identificaron 3 procesos como son la programación de parámetros, cortado de tucos de cartón y el recojo de la merma generada, los cuales se podían realizar en paralelo con el proceso principal, que al transformarlos a elementos externos se logró generar un ahorro en el tiempo de producción igual a 11 minutos.
- Al aplicar el concepto de *Green Manufacturing* a lo largo del proceso de producción, junto con las técnicas lean, se logrará obtener un mejor resultado en la optimización respecto a los tiempos de producción, así como también al uso de recursos e impacto ambiental, debido a que ambos conceptos trabajan en base a la reducción de elementos innecesarios a lo largo de un proceso.
- Por otro lado, las herramientas que nos brinda Lean Manufacturing no son solo dirigidas hacia los procesos mismos, sino también hacia el factor humano. Esto no genera mejor ambiente laboral para las personas, sino que también las ayuda a crecer personalmente.
- Después de aplicar las técnicas de manufactura esbelta se pudo apreciar como varios conceptos a pesar de parecer insignificantes o no relevantes al rubro como el orden y limpieza (como se vio en el programa 5s) sí logran mejorar resultados en la organización. Esta filosofía resalta que el cambio de los principios y valores hacia una cultura de mejora continua y alto compromiso por parte de todos los colaboradores son factores claves para conseguir la optimización de los procesos y, por tanto, el incremento de la rentabilidad.



## REFERENCIAS

- Guillén, K., & Umasi, K. (2019). *Modelo LEAN para la optimización del proceso de fabricación de bolsas plásticas en una empresa del sector de plásticos*. Lima: UPC.
- Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Escuela de organización industrial.
- Mamani Laricano, L. F. (2018). *Optimización del Proceso Productivo en el Área de Producción de una Industria Plástica*. Lima: UPC.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Sistema Kanban*. (2020). Obtenido de IDEHATE: <https://idehate.com/manufactura-esbelta-sistema-kanban/>
- Socconin, L. (4 de abril de 2019). *Flujo Continuo - Flujo de una Pieza*. Obtenido de Lean Six Sigma Institute: <https://www.lssi-spanish.org/post/flujo-continuo-flujo-de-una-pieza>

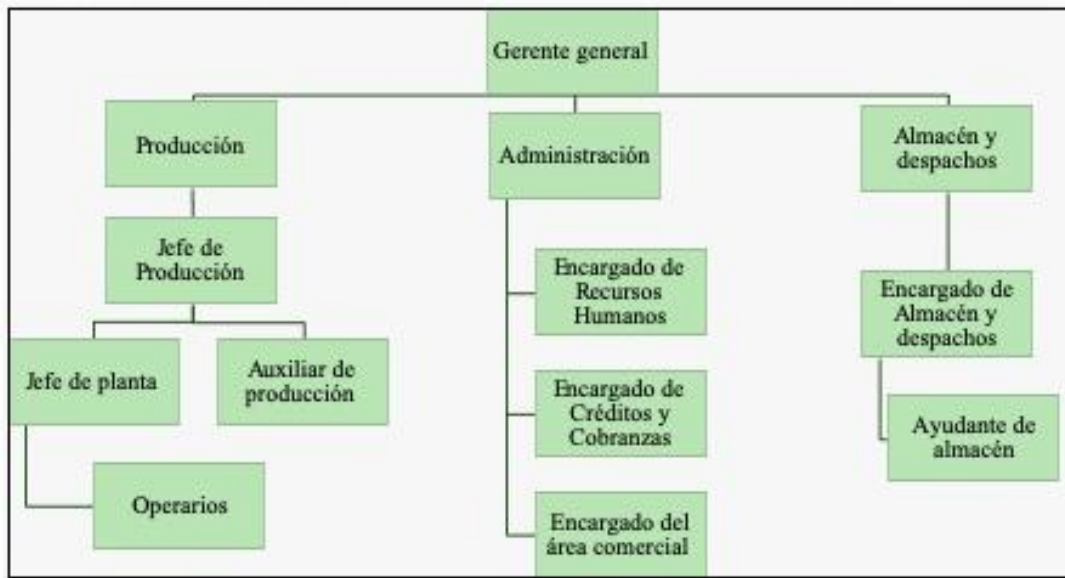
## BIBLIOGRAFÍA

- Guillén, K., & Umasi, K. (2019). *Modelo LEAN para la optimización del proceso de fabricación de bolsas plásticas en una empresa del sector de plásticos*. Lima: UPC.
- Hernández Matías, J., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Escuela de organización industrial.
- Mamani Laricano, L. F. (2018). *Optimización del Proceso Productivo en el Área de Producción de una Industria Plástica*. Lima: UPC.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Sistema Kanban*. (2020). Obtenido de IDEHATE: <https://idehate.com/manufactura-esbelta-sistema-kanban/>
- Socconin, L. (4 de abril de 2019). *Flujo Continuo - Flujo de una Pieza*. Obtenido de Lean Six Sigma Institute: <https://www.lssi-spanish.org/post/flujo-continuo-flujo-de-una-pieza>
- Womack, J., & Jones, D. (2005). *Lean Thinking*. España: Ediciones Gestión 2000.



## **ANEXOS**

## Anexo 1: Organigrama de Gamma Plast



## Anexo 2: Evaluación inicial 5S

### HOJA DE VERIFICACIÓN 5S

AMBIENTE:	Zona de producción		
FECHA:	03/11/2020	HORA:	10:00 am
EVALUADOR:	José Vargas		

**Instrucciones:** Calificar cada pregunta de acuerdo a los criterios de evaluación adjuntos. En el caso de que no aplique, marcar "NA (No aplica)". 1= en desacuerdo 5= Totalmente de acuerdo

N°	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PUNTOS					OBSERVACIONES
		NA	1	2	3	4	
<b>1ª S: SEIRI – CLASIFICACIÓN</b>							
1	Las áreas de tránsito de personal se encuentran despejados, sin objetos inservibles ni dañados. (Ej. Insumos, útiles, herramientas, máquinas, equipos, mobiliario, materiales, documentos, entre otros).			X			
2	Los objetos se encuentran en óptimas condiciones de uso ubicados en cajones, armarios, estantes, gavetas y similares. (Ej. Insumos, útiles, herramientas, máquinas, equipos, mobiliario, materiales, documentos, entre otros).				X		
3	Se mantiene los objetos en las cantidades necesarias para el trabajo. (Ej. Herramientas, accesorios, materiales, entre otros).			X			
4	Todos los objetos pertenecen al área auditada.					X	
5	Existe una zona de elementos innecesarios identificada. (Ej. Dañados, inservibles o de permanencia temporal).	X					
<b>Sub - Total</b>		1	4	3	4		
<b>Porcentaje de cumplimiento de la 1ª S</b>		[ 12 / (5 x 5) ] * 100 = 48%					

N°	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PUNTOS					OBSERVACIONES	
		NA	1	2	3	4		5
<b>2ª S: SEITON – ORGANIZACION</b>								
6	Los objetos necesarios están identificados, tienen una ubicación definida y se encuentran en dicho lugar a menos que estén siendo usados. (Ej. Mobiliarios, útiles, herramientas, materiales, equipos, entre otros).				X			
7	Los cajones, armarios, estantes, gavetas y similares están ordenados, rotulados y los elementos que contienen están identificados.			X				
8	Los archivadores y documentos están ordenados, identificados y tienen un lugar definido para su ubicación.					X		
9	Las máquinas y equipos se encuentran delimitados e identificados.						X	
10	Las áreas del ambiente están plenamente identificadas. (Ej. Zona de entrega, almacén de materiales, oficinas, salidas, entre otros).					X		
<b>Sub - Total</b>			2	3	8	5		
<b>Porcentaje de cumplimiento de la 2ª S</b>		[ $18 / (5 \times 5) \times 100 = 72\%$ ]						

N°	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PUNTOS					OBSERVACIONES	
		NA	1	2	3	4		5
<b>3ª S: SEISO – LIMPIEZA</b>								
11	El área de trabajo se encuentra limpia, libre de polvo, agua, aceite y desperdicios. (Ej. Piso, paredes, mobiliario, máquinas, entre otros).				X			
12	Existe y se cumple el Plan de limpieza del área, en el cual se especifica las fuentes de contaminación, áreas de difícil acceso para la limpieza y las responsabilidades asignadas.			X				
13	Los instrumentos, equipos y mobiliario se encuentran en condiciones óptimas de uso.					X		
14	Existe suficientes recipientes identificados para los desechos.						X	
15	Se cuenta con elementos para mantener la limpieza del área. (Ej. Fanelas, escobas, entre otros).						X	
<b>Sub - Total</b>			2	3	4	10		
<b>Porcentaje de cumplimiento de la 3ª S</b>		[ $19 / (5 \times 5) \times 100 = 76\%$ ]						

N°	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PUNTOS					OBSERVACIONES	
		NA	1	2	3	4		5
<b>4ª S: SEIKETSU - ESTANDARIZACIÓN</b>								
16	Se utiliza controles visuales para facilitar la clasificación, organización y limpieza del área y el personal los interpreta adecuadamente (Ej. Rótulos, niveles máximos, entre otros).			X				
17	Los controles visuales adoptados por el área se encuentran en buen estado, actualizados y existe responsabilidades asignadas para su mantenimiento.		X					
18	La documentación del Programa 5S es conocida por el personal del área y se encuentra ordenada en un archivador de palanca o similar (Formatos, registros e informes).		X					
19	El área cuenta con el Panel 5S actualizado y ordenado (Afiche 5S, Informe de seguimiento, Formato de autoevaluación, Plan de acción, Plan de limpieza y Registro fotográfico del antes y después).		X					
<b>Sub - Total</b>		3	2					
<b>Porcentaje de cumplimiento de la 4ª S</b>		[ $5 / (4 \times 5) \times 100 = 25\%$ ]						

N°	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	PUNTOS						OBSERVACIONES
		NA	1	2	3	4	5	
<b>5<sup>ta</sup> S: SHITSUKE – DISCIPLINA</b>								
20	El Coordinador 5S demuestra liderazgo y motiva la participación del personal del área en la implementación y mantenimiento del Programa 5S.				X			
21	Se realiza autoevaluaciones para identificar oportunidades de mejora.	X						
22	El Informe de seguimiento 5S está publicado en el Panel 5S <u>y se</u> conoce las observaciones y recomendaciones de la auditoría anterior.	X						
23	Se elabora el Plan de acción y se ha cumplido con llevar a cabo las acciones correctivas planteadas frente a las oportunidades de mejora identificadas.		X					
24	Las observaciones realizadas en la última auditoría han sido corregidas.		X					
25	Se ha replicado la implementación del Programa 5S en otras áreas pertenecientes al ambiente principal.	X						
<b>Sub - Total</b>		3	4	3				
<b>Porcentaje de cumplimiento de la 5<sup>ta</sup> S</b>		[ $10 / (6 \times 5) \times 100 = 33,33\%$ ]						

PUNTAJE MÁXIMO  TOTAL DE PUNTOS

PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO TOTAL



### Anexo 3: Matrices SMED

Matriz SMED de la máquina extrusora:

NO.	Tarea/Operación	Tiempo (min)		Propuesta	Tiempo propuesto (min)	
		Interno	Externo		Interno	Externo
1	Revisar la orden de producción		0,5	Tablero de producción: Proporciona la información de la evolución de la producción y establece acciones ante los retrasos u otras contingencias con el fin de cumplir con las órdenes de producción y, por tanto, cumplir con el cliente.		0,2
2	Mezclar materiales		1			1
3	Programar temperatura	120		Por cada tipo de producto, estandarizar las temperaturas y otros parámetros en un documento guía dispuesto cerca de la extrusora.	50,4	
4	Programar otros parámetros	5			2,1	
5	Levantar el globo de plástico	10			10	
6	Pasar el globo a través de los rodillos jaladores	3			3	
7	Medir longitud y espesor de la manga plástica	1			1	
8	Ajustar iris y jaula	2			2	
9	Cortar tucos de cartón	3		Compra de una cortadora semiautomática		0,6
10	Establecer tucos de cartón en rodillo embobinador	0,5				0,5
		144,5	1,5		68,5	2,3

Disminución de 51,5% del tiempo total

Matriz SMED de la máquina impresora:

NO.	Tarea/Operación	Tiempo (min)		Propuesta	Tiempo propuesto (min)	
		Interno	Externo		Interno	Externo
1	Revisar la orden de producción		0,5	Tableros de producción: Proporciona la información de la evolución de la producción y establece acciones ante los retrasos u otras contingencias con el fin de cumplir con las órdenes de producción y, por tanto, cumplir con el cliente.		0,2
2	Revisar el arte y el cliché		10			10
3	Montar el anilox	60		Contratación de un operario para impresión y compra de 3 anilox.		10
4	Colocar y medir tintas	5				5
5	Buscar y trasladar la bobina	7		Programa 5S y compra de 3 carros manipulador elevador de bobinas		2,6
6	Montar la bobina	2				2
7	Encender la máquina	0,3			0,3	
		74,3	10,5		0,3	29,8

Disminución de 51,5% del tiempo total





Matriz SMED de la máquina selladora:

NO.	Tarea/Operación	Tiempo (min)		Propuesta	Tiempo propuesto (min)	
		Interno	Externo		Interno	Externo
1	Revisar la orden de producción		0,5	Tablero de producción: Proporciona la información de la evolución de la producción y establece acciones ante los retrasos u otras contingencias con el fin de cumplir con las órdenes de producción y, por tanto, cumplir con el cliente.		0,2
2	Buscar y trasladar la bobina	7		Programa 5S y compra de 3 carros manipulador elevador de bobinas		2,6
3	Montar la bobina	2				2
4	Pegar el extremo de la bobina con la cola de la bobina que se ha terminado de sellar	0,5			0,5	
5	Pasar la manga de la bobina por toda la máquina hasta llegar a la cuchilla	1			1	
6	Regular temperatura y accesorios (fajas y brazos jaladores de la bolsa)	10		Programa 5S. Estandarizar en un documento guía dispuesto cerca de la selladora.	3	
7	Realizar pruebas para garantizar buena calidad	1,5			1,5	
8	Programar velocidad	1		Estandarizar las velocidades en un documento guía dispuesto cerca de la selladora.	0,6	
		23,0	0,5		6,6	4,8

Disminución de 51,5% del tiempo total