



EN LA UAP  
TÚ ERES PARTE  
DEL CAMBIO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“MEJORA DEL TIEMPO DE ALISTAMIENTO DE MÁQUINAS  
EN LA PRODUCCIÓN DE ENVASES METÁLICOS  
APLICANDO SMED EN LA EMPRESA LATA LUX S.A.”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER  
MARK LADISLAO ZIMIC LA ROSA**

**ASESOR**

**MG. ING. ROGELIO ALEXSANDER LOPEZ RODAS**

**LIMA – PERÚ, NOVIEMBRE 2021**



## **DEDICATORIA**

Este Trabajo de Suficiencia Profesional está dedicado a mis papitos que son mi guía en todo momento; a mi madre, por seguir siempre adelante y mostrarnos su perseverancia día a día; a mis hermanas, por su cariño incondicional y a mi sobrina por ser el motivo de seguir creciendo en mi desarrollo personal.





## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios, por darme mucha salud en estos tiempos de pandemia.

Agradezco a mi madre Lita, por ser la persona que día a día estuvo conmigo, desde que empecé mi carrera no fue nada fácil y a pesar de las adversidades que pudimos pasar seguimos juntos y con mucho amor.

Agradecer al Mg. Ing. Rogelio Alexander López Rodas, por compartir sus conocimientos y experiencias con cada uno de nosotros, y por asesorarnos en todo este tiempo para poder lograr el trabajo de suficiencia.





## INTRODUCCIÓN

La presente propuesta tiene por finalidad, encontrar solución al problema de alistamiento de máquinas en el proceso de fabricación de envases metálicos a base de hojalata, motivo por el cual se utiliza la técnica del SMED, además de otras herramientas de ingeniería, así como de programas de office que permiten tabular información.

Primero se procede a presentar los antecedentes de la empresa en estudio, así como el perfil empresarial, terminando con el análisis FODA, por medio del cual se permite conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la que la empresa se desenvuelve.

Luego se procede a realizar un análisis de la problemática en estudio, utilizando para ello herramientas como diagrama causa efecto, de Pareto, entre otros, terminando con el planteando objetivos que luego se desarrollan a detalle.

Seguidamente, se procede a realizar la propuesta del proyecto, describiendo los pasos que permiten la aplicación correcta del SMED para minimizar el tiempo de alistamiento de máquinas, teniendo en cuenta el uso de DAP, check list, auditorías, indicadores de gestión que permitirán el monitoreo de la marcha de la propuesta, así como el cálculo de la inversión para llevar a cabo la propuesta, complementado con programas de capacitación y cronograma de ejecución del proyecto.

Posteriormente se procede a sustentar la propuesta mediante los antecedentes y bases teóricas fundamentales que lo respalden, así como se menciona las bases normativas que aplica la empresa, finalmente se realiza las conclusiones de la propuesta, así como las respectivas recomendaciones.





## RESUMEN

Las empresas en general buscan ser competitivas, motivo por el cual requieren encontrar oportunidades de mejora, aun cuando exista poca competencia nacional, porque existe competencia internacional, que es aún más exigente.

Es así que se analiza los reclamos de clientes y el bajo cumplimiento de entrega de pedidos, llegando a determinar que el problema es el alistamiento de máquinas, las cuales no son efectivas y requieren de ajustes durante el proceso productivo, lo cual es perjudicial debido a que las regulaciones son internas.

Es decir, con máquina parada, minimizando el tiempo disponible para llevar a cabo la producción diaria, motivo por el cual se requiere analizar las actividades que se realizan y optimizar las actividades que sean factibles para luego definir la nueva secuencia de pasos a seguir para realizar las regulaciones de máquinas en menor tiempo y que estas aseguren que no fallen durante el proceso productivo, logrando mejorar 50.42 min, equivalente al 21.06% con una inversión de S/. 36,500.00.

Palabras clave: SMED, proceso, DAP, Check List, actividades internas y externas.





## ABSTRACT

Companies in general seek to be competitive, which is why they need to find opportunities for improvement, even when there is little national competition, because there is international competition, which is even more demanding.

Thus, customer complaints and low order delivery compliance are analyzed, determining that the problem is the setup of machines, which are not effective and require adjustments during the production process, which is detrimental due to that the regulations are internal

That is, with the machine stopped, minimizing the time available to carry out daily production, which is why it is necessary to analyzed the activities carried out and optimize the activities that are feasible and then define the new sequence of steps to follow to carry out the regulations of machines in less time and that these ensure that they do not fail during the production process, achieving an improvement of 50.42 min, equivalent to 21.06% with an investment of S /. 36,500.00.

**Keywords:** SMED, process, DAP, Check List, internal and external activities.





## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	1
1.2. PERFIL DE LA EMPRESA.....	1
1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.3.1. Misión .....	1
1.3.2. Visión.....	2
1.3.3. Valores.....	2
1.3.4. Objetivo.....	2
1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	3
1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA .....	7
1.5.1. Análisis PEST .....	7
1.5.2. Matriz FODA.....	11
<b>CAPÍTULO II REALIDAD PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>16</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	16
2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	22
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	23





2.4.1.	Objetivo principal .....	23
2.4.2.	Objetivos específicos .....	23
<b>CAPÍTULO III DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>		<b>24</b>
3.1.	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO .....	24
3.2.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
3.3.	BASES TEÓRICAS.....	25
3.3.1.	La técnica SMED .....	25
2.4.3.	Pasos de la aplicación de SMED .....	26
3.4.	BASES NORMATIVAS .....	27
3.4.1.	Analizar el proceso de alistamiento de máquinas .....	28
3.4.2.	Identificar las regulaciones críticas .....	34
3.4.3.	Aplicar SMED para mejorar el tiempo.....	44
3.4.4.	Proponer Check List de seguridad.....	62
3.4.5.	Indicadores propuestos de control.....	68
3.4.6.	Capacitar al personal sobre las mejoras realizadas .....	70
3.5.	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA PROPUESTA .....	73
3.6.	CRONOGRAMA DE TRABAJO DEL PROYECTO .....	76
3.7.	CONCLUSIONES .....	78
3.8.	RECOMENDACIONES.....	79
<b>CAPÍTULO IV REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>81</b>
<b>CAPÍTULO V GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>		<b>83</b>
<b>CAPÍTULO VI ANEXOS .....</b>		<b>84</b>





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Organigrama Empresa Productora de Envases Metálicos .....	6
<b>Figura 2</b>	Reserva de colocación de pedidos 2021 .....	8
<b>Figura 3</b>	Índice del Valor Bruto de Producción 2020-2021 .....	10
<b>Figura 4</b>	Nivel de Conocimiento del Personal Operativo y de Mantenimiento .....	11
<b>Figura 5</b>	Análisis de la Empresa en Estudio Vs la Competencia. ....	15
<b>Figura 6</b>	Pedidos 2019-2020-2021 .....	17
<b>Figura 7</b>	Porcentaje de Reclamos 2019 al 2021 .....	19
<b>Figura 8</b>	Índice del Valor Bruto de Producción 2019 al 2021.....	21
<b>Figura 9</b>	Resumen Principales Indicadores 2019, 2020 y 2021 .....	22
<b>Figura 10</b>	Proceso General de Producción de Envases Metálicos .....	29
<b>Figura 11</b>	Diagrama de Flujo del Proceso de Corte .....	30
<b>Figura 12</b>	Proceso de Producción de Tapas .....	31
<b>Figura 13</b>	Proceso de Producción de Fondos .....	32
<b>Figura 14</b>	Proceso de Ensamble de Envase .....	33
<b>Figura 15</b>	Operación – Máquina Crítica.....	35
<b>Figura 16</b>	Pareto de Falla de Máquina .....	38
<b>Figura 17</b>	Pareto de Fallas .....	40
<b>Figura 18</b>	Diagrama Causa - Efecto .....	41
<b>Figura 19</b>	Pareto de Causas de Demora en Alistamiento de Máquina.....	44
<b>Figura 20</b>	Equipo SMED .....	45
<b>Figura 21</b>	Flujo de Proceso Para Realizar Check List .....	62
<b>Figura 22</b>	Cronograma del Proyecto.....	77





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Índice del Valor Bruto de Producción Mensual 2020-2021 .....	9
<b>Tabla 2</b> Matriz FODA .....	12
<b>Tabla 3</b> Evaluación de la empresa Vs competidores .....	13
<b>Tabla 4</b> Reclamos Mensual 2019 al 2021 .....	18
<b>Tabla 5</b> Cumplimiento de Producción Mensual 2020-2021 .....	20
<b>Tabla 6</b> Frecuencia de Ocurrencias de Fallas de Máquina Mensual .....	35
<b>Tabla 7</b> Frecuencia Acumulada de Falla de Máquinas .....	37
<b>Tabla 8</b> Tiempo Promedio de Alistamiento de Máquina.....	39
<b>Tabla 9</b> Tabulación de Evaluación de Expertos.....	42
<b>Tabla 10</b> Tabulación de Evaluación de Expertos.....	43
<b>Tabla 11</b> Identificación de Máquinas y Proceso a Aplicar SMED .....	46
<b>Tabla 12</b> Identificación de Actividades Internas y Externas .....	47
<b>Tabla 13</b> DAP Embutido de Tapas .....	48
<b>Tabla 14</b> DAP Regulación de Cuchillas .....	49
<b>Tabla 15</b> DAP Graduación de Equipo de Soldado Para Cierre de Envase.....	50
<b>Tabla 16</b> DAP Graduación de Equipo de Soldado de Orejas .....	51
<b>Tabla 17</b> Resumen de Tiempos de Alistamiento de Máquina Antes de Mejora.....	52
<b>Tabla 18</b> DAP Mejorado de Embutido de Tapas.....	53
<b>Tabla 19</b> DAP Mejorado Regulación de Cuchillas .....	54
<b>Tabla 20</b> DAP Mejorado Graduación de Equipo de Soldado .....	55
<b>Tabla 21</b> DAP Mejorado de Graduación del Equipo de Soldado de Orejas.....	56
<b>Tabla 22</b> Resumen de Alistamiento de Máquina Mejorados.....	57
<b>Tabla 23</b> Formato de Auditoría Para Alistamiento de Prensa de Tapas .....	58
<b>Tabla 24</b> Formato de Auditoría Para Alistamiento de Máquina de Corte .....	59





<b>Tabla 25</b> Formato de Auditoría Para Alistamiento de Máquina soldadora 1 .....	60
<b>Tabla 26</b> Formato de Auditoría Para Alistamiento de Máquina Soldadora 2 .....	61
<b>Tabla 27</b> Check List Para el Proceso de Regulación de Embutido de Tapas .....	64
<b>Tabla 28</b> Check List Para el Proceso de Regulación de Cuchillas .....	65
<b>Tabla 29</b> Check List Para el Proceso de Regulación de Cierre de Envase .....	66
<b>Tabla 30</b> Check List Para el Proceso de Regulación de Soldado de Orejas .....	67
<b>Tabla 31</b> Indicadores Propuestos .....	69
<b>Tabla 32</b> Personal Técnico en Área de Mantenimiento .....	70
<b>Tabla 33</b> Capacitación en Alistamiento de Prensa de Tapas.....	71
<b>Tabla 34</b> Capacitación en Alistamiento de Máquina de Corte .....	72
<b>Tabla 35</b> Capacitación en Alistamiento de Máquina Soldadora 1 .....	72
<b>Tabla 36</b> Capacitación en Alistamiento de Máquina Soldadora 2.....	73
<b>Tabla 37</b> Capacitación Sobre Check List e Indicadores Propuestos .....	73
<b>Tabla 38</b> Inversión por Implementación de la Propuesta.....	74
<b>Tabla 39</b> Análisis Pérdida – Inversión – Recuperación.....	75
<b>Tabla 40</b> Conclusiones de la Mejora Aplicada .....	78





## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

#### **1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

La empresa en estudio, dedicada a la fabricación de envases metálicos para la industria en general de razón social Fábrica de Envases de Lata Lux, fundado en el año 1959, como parte del emprendimiento familiar debido a la demanda del mercado existe desde aquel entonces y debido la existencia de sólo una empresa en el mercado en los años 50. Esta empresa nace con una línea de producción proveedora inicialmente a la única empresa existente en el mercado, 6 años después inicia la inversión en maquinarias para luego armar su primera línea de fabricación de envases metálicos, a la fecha tiene 3 líneas de envases metálicos, con la cual atiende a sus clientes.

#### **1.2. PERFIL DE LA EMPRESA**

La empresa elabora envases metálicos tomando por materia prima a la hojalata electrolítica, para la industria:

- a) Pinturas, solventes, pegamentos, barnices, entre otros.
- b) Alimenticia.
- c) Merchandising.

El 73% de su producción está orientado al sector industrial de pinturas, solventes, pegamentos, barnices, motivo por el cual destina dos líneas de producción para este sector, mientras que tiene una línea adicional exclusiva para elaboración de envases para el sector alimenticio y merchandising.

#### **1.3. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA**

##### **1.3.1. Misión**

Satisfacer la exigencia de la demanda del mercado con altos estándares de calidad, cumpliendo así con las especificaciones técnicas de alto





nivel que requieren los clientes por el tipo de producto que contendrá en nuestros envases, logrando así beneficio mutuo entre empresas y consumidores finales.

### **1.3.2. Visión**

Ser una empresa líder en el mercado nacional e internacional como proveedora en la fabricación de envases metálicos de hojalata, con la finalidad de satisfacer las necesidades que se presenten en nuestros clientes, contribuyendo así al crecimiento económico del país, fortaleciendo la responsabilidad con nuestros colaboradores, manteniendo el debido cuidado del medio ambiente, logrando así ser mantener una solidez empresarial y confiable.

### **1.3.3. Valores**

Los valores que promueve la empresa son los siguientes:

- ✓ Profesionalismo, con el cual busca siempre mejorar la calidad de sus colaboradores.
- ✓ Actitud, con el cual busca obtener una disposición positiva y permanente en atender las demandas de los clientes.
- ✓ Trabajo en equipo, por medio del cual busca mantener el compromiso de los colaboradores en mantener los estándares de calidad y cumplimiento de pedidos de acuerdo a lo programado.
- ✓ Competitividad, por medio del cual se mantiene en el mercado nacional y ganar mercado internacional

### **1.3.4. Objetivo**

Satisfacer la necesidad de calidad y demanda de clientes en el uso de envases metálicos, responsabilidad que llega hasta el usuario final.





#### 1.4. ORGANIZACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa se encuentra organizada de acuerdo a la siguiente estructura:

**Gerente general:** A cargo del dueño de la empresa, quien se encarga de realizar la aprobación y compra de planchas metálicas de hojalata importada, así como el responsable de la aprobación de compra de insumos para la elaboración de envases metálicos, a su vez es el encargado de toda aprobación económica financiera para que se proceda a realizar desembolso de dinero alguno.

**La gerencia administrativa,** se encarga de la administración de la empresa, sobre todo del área del recurso humano de forma directa, así como de temas relacionados a la seguridad de la empresa ante instituciones de control.

**La gerencia comercial,** se encarga de cerrar precios de venta en coordinación con los ejecutivos comerciales, es el responsable de aprobar atención de reclamos de clientes, en caso que este no haya sido aprobado por la jefatura de calidad.

**La gerencia de operaciones** se encarga de velar por las operaciones generales de la empresa, básicamente responsable del funcionamiento de la empresa en las áreas de producción, mantenimiento, calidad, planeamiento y logística. Es quien también realiza aprobaciones de compras menores, básicamente relacionados a la operatividad de la planta, incluyendo el economato.

**Jefatura de contabilidad y finanzas,** es el área responsable de llevar a bien la contabilidad de la empresa, de realizar seguimiento a la cancelación de pedidos por parte de los clientes, así como responsable de emitir notas de crédito en caso la gerencia comercial apruebe reclamos de clientes; también es responsable de la planilla de la empresa, de los pagos respectivos de las remuneraciones, así como los tributos respectivos.

**Asistente contable,** es responsable de la parte operativa contable de la empresa, así como de la emisión de notas de crédito y otros que su jefatura le encomiende.





Ejecutivos comerciales, son los responsables de colocar pedidos y buscar nuevos clientes, coordinan con el jefe de planeamiento la factibilidad de colocación de pedidos dentro de los requerimientos del cliente, también son los responsables directos de atender reclamos de cliente en cuanto a visitas a sus respectivas empresas para dimensionar el daño ocasionado.

**Asistente comercial**, es el responsable de recepcionar la llamada de los ejecutivos y los respectivos pedidos, así como de elaborar y emitir las fichas técnicas para la producción, además es quien recibe las llamadas de clientes directos, incluso de reclamos y por seguimiento de pedidos por parte de los clientes.

**Jefe de planta**, es el responsable de la operatividad de la planta, así como de cumplir con la producción programada, coordina con los jefes de calidad, mantenimiento y logística.

**Supervisores de línea**, son los responsables de la administración de personal de su línea de producción a cargo, así como de coordinar de recepcionar los problemas de regulación de equipos y otros en su línea de producción y de coordinar de forma directa con las áreas de mantenimiento, calidad y almacén.

**Jefe de mantenimiento**, es el responsable del área de mantenimiento de la empresa en la parte mecánica y eléctrica, por ello tiene bajo su cargo a estas dos grandes áreas, a su vez el jefe de mantenimiento es el responsable de canalizar los requerimientos de la planta y de su área, así como de programar mantenimientos de máquinas internos o externos.

**Mantenimiento mecánico**, son los responsables de las regulaciones de las prensas en las líneas de producción, así como atender cualquier avería que se presente, también se encargan de dar mantenimiento a otras áreas de la empresa en aspectos mecánicos.

**Mantenimiento eléctrico**, son los responsables de la parte eléctrica de la empresa y de la planta de producción, son también responsables por la seguridad de la empresa.





Jefe de calidad, es el responsable de dar las orientaciones necesarias sobre temas de calidad requerido por el cliente, así como de auditar el proceso de producción, es el responsable de decidir si la línea de producción continua o no trabajando en caso de encontrar desfases en sus controles, a su vez es el responsable de sustentar la atención de reclamos de clientes; responsable de emitir reportes de calidad de producción y de emitir reportes gerenciales de calidad a las gerencias de la empresa en estudio. Responsable también de capacitaciones técnicas para el personal de planta que ayuden a mejorar la calidad de producción, y de las aprobaciones de las compras de acuerdo a requerimientos realizados.

**Jefe de planeamiento**, es el responsable de la explosión de materia prima y materiales en función a los pedidos recopilados de los clientes por medio de los ejecutivos comerciales, es el responsable de revisar stock y coordinar con la gerencia general la compra, responsable también de los programas de producción y su respectivo seguimiento.

**Jefe de logística**, responsable de realizar las compras locales de menor cuantía, dado que las compras principales, generalmente asociadas a la materia prima e insumos principales los coordina la gerencia general, sin embargo, es el responsable de la recepción de todo tipo de compra y de coordinar con el área de calidad para evaluar la calidad de la recepción de la compra para admitir los lotes de compras.

**Área de almacén**, es el área responsable de la recepción de materia prima, materiales e insumos, así como de su manipulación y distribución de acuerdo al pedido respectivo, responsable de llevar a cabo los inventarios respectivos y de velar por la seguridad de los mismo.

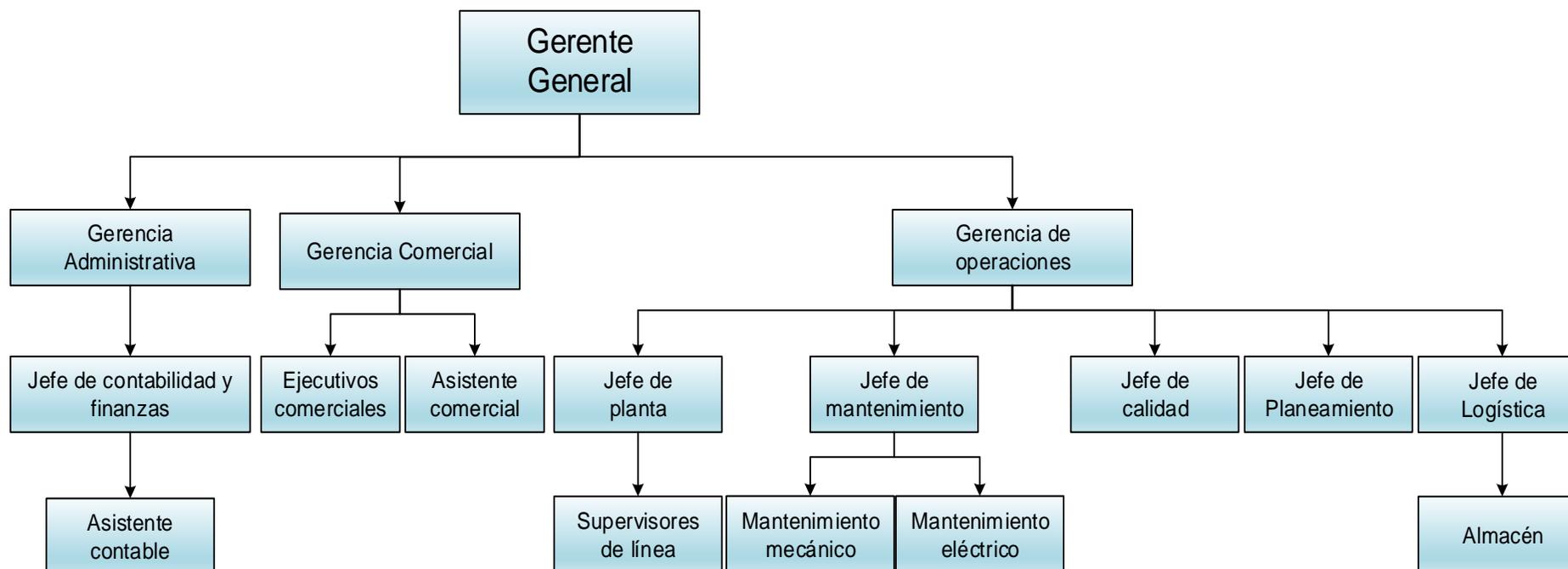
Finalmente, en la Figura 1 se presenta el organigrama de la empresa productora de envases en estudio.





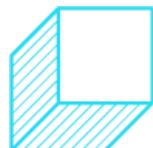
**Figura 1**

*Organigrama Empresa Productora de Envases Metálicos*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> En la Figura 1 se presenta el organigrama con los rangos principales gerenciales, jefaturas y mandos medios.





## 1.5. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA EMPRESA

### 1.5.1. Análisis PEST

**Factores políticos:** En los últimos años, el Perú se ha vuelto inmerso en escándalos políticos, cada vez más seguidos y de diferente índole que va dando una imagen nada positiva de las instituciones peruanas y de la calidad de sus políticos, lo cual viene asociada a temor de inversionistas y de comercialización con el Perú (Idehpucp, 2021), aunque haber consolidado nuestra economía años anteriores y haberlo mantenido a ayudado a que los escándalos políticos no afecten de forma sustancial la economía peruana, sin embargo los últimos acontecimientos políticos ya no sólo están asustando a la inversión extranjera sino a los empresarios establecidos en el Perú (Salas, 2021), sobre todo a los peruanos quienes requieren de comercialización internacional, estos problemas se suman a otros productos de fenómenos naturales o desastres naturales que distraen la atención de los gobernantes por mejorar la comunicación y seguridad que deben brindar a los empresarios nacionales y extranjeros para evitar caídas que finalmente termina golpeando aún más en el ciudadano de a pie (INEI, 2021).

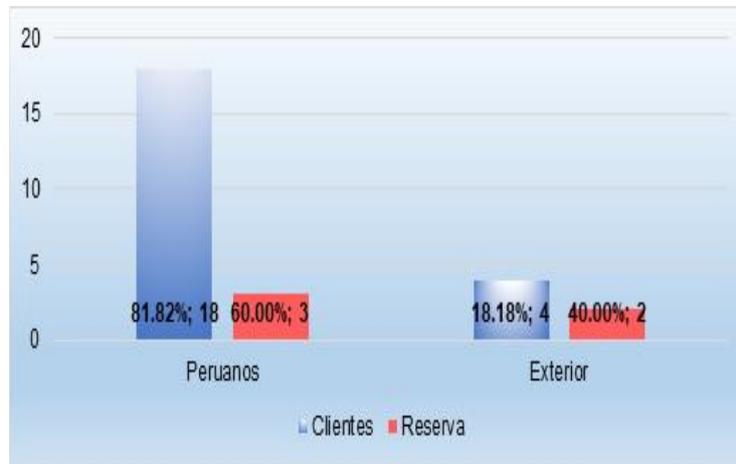
Es así que el aspecto político ha mantenido en reserva de colocación a pedidos a 3 clientes nacionales de 18, y a 2 clientes extranjeros de 4, ver Figura 2.





**Figura 2**

*Reserva de colocación de pedidos 2021*



Fuente elaboración propia: (Lata Lux S.A., 2021)

**Factores económicos:** Actualmente existe una inseguridad económica producto de la inestabilidad política existente, de acuerdo a los últimos años la economía peruana se mantenía estable, aun con los sucesos políticos acontecidos hasta el año 2019, con la pandemia la economía cayó en el Perú y el mundo es así que el año 2020 no fue bueno a nivel mundial, el año 2021 se fue recuperando por sectores, lo cual se muestra en la siguiente Tabla 1, en el cual se presenta la evolución del valor bruto de producción del sector minería e hidrocarburos de forma mensual, sector en el que se encuentra ubicado la empresa en estudio, en el cual se puede observar que la variación 2021 en relación al año 2020 es de 7.78%, donde se aprecia una tendencia normal en el año 2021 en relación al 2020. En la Figura 3 se presenta el mismo indicador de forma gráfica, en el que se evidencia la tendencia del índice del valor bruto 2020-2021.





**Tabla 1**

*Índice del Valor Bruto de Producción Mensual 2020-2021*

Año base 2007 = 100

Mes	2019	2020 P/	2021 P/	Var. % 2021/2020
Ene.	139,7	144,5	132,2	-8,46
Feb.	129,6	133,6	127,7	-4,43
Mar.	148,6	115,9	133,8	15,39
Abr.	139,1	80,2	126,7	57,91
May.	154,6	83,8	139,9	66,93
Jun.	146,1	124,9	134,6	7,78
Jul.	145,9	136,7		
Ago.	157,7	139,6		
Set.	150,9	131,9		
Oct.	151,7	147,4		
Nov.	156,7	149,0		
Dic.	163,6	157,2		
<b>Promedio</b>	<b>148,7</b>	<b>128,7</b>	<b>132,5</b>	

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>2</sup>.

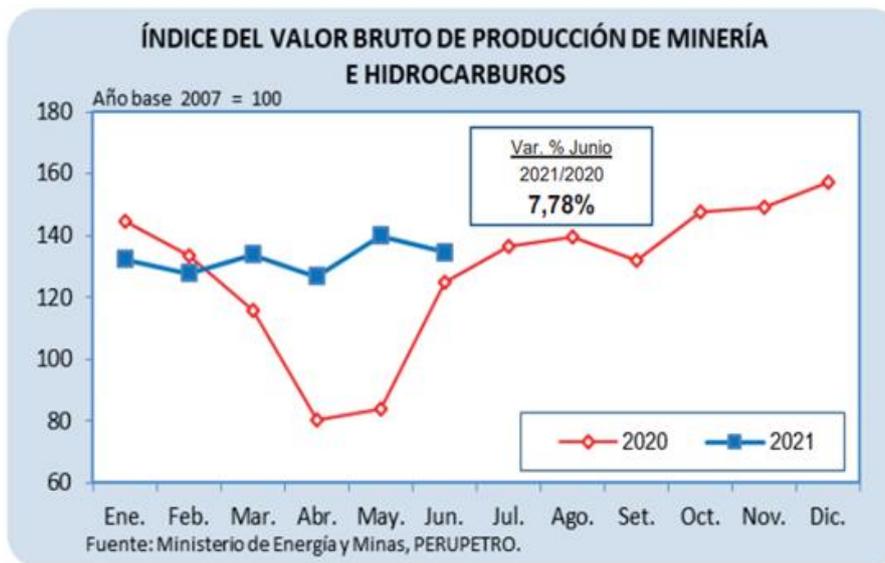
<sup>2</sup> En la Tabla 1 se tiene la variación mensual del valor bruto, en el cual se observa el incremento durante el año 2021.





**Figura 3**

*Índice del Valor Bruto de Producción 2020-2021*



Fuente: (INEI, 2021)

**Factores socio-culturales:** Debido a la importancia y alto nivel de peligrosidad en transportar productos inflamables como son la pintura, barnices y otros similares es que los clientes requieren tener por parte de los proveedores de envases metálicos, la garantía que el envase sea de buena calidad respecto a la hermeticidad (Metalgraf, 2018), para así evitar fugas, deterioro del producto y minimizar riesgos de explosiones o contaminación ambiental debido a un producto defectuoso (Sisternas, 2018), debido a ello es que existe una rigurosidad en la selección de proveedores, aun cuando los proveedores de envases metálicos en el Perú son 5, de los cuales 2 tienen más de 60 años en el mercado, siendo uno de ellos la empresa en estudio. Por otro lado, la fuerza laboral de la empresa en estudio ha mantenido en estándares promedio, lo cual debe mejorar porque existe una gran responsabilidad en la producción de envases metálicos industriales las cuales se debe mantener mediante conocimiento técnico, en la Figura 4 se presenta el nivel de conocimiento técnico que tiene el personal en la producción de envases metálicos, así como en el personal de mantenimiento.





**Figura 4**

*Nivel de Conocimiento del Personal Operativo y de Mantenimiento*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>3</sup>

**Factor tecnológico:** Respecto a este factor, la empresa utiliza prensas para la elaboración de envases metálicos, lo cual no requiere de tecnicismo especializado, debido a que la producción varía de acuerdo al diseño del envase del cliente y para lo cual la empresa ya cuenta con bases por tipo de cliente, el resto se trabaja de acuerdo a regulación de las prensas que no requiere mayor tecnología. Lo cual ha significado un ahorro para la empresa, dado que lo importante en sus productos es la hermeticidad.

### 1.5.2. Matriz FODA

En la Tabla 2 se presenta el análisis FODA realizado a la empresa en estudio:

<sup>3</sup> En la Figura 4 se observa que el nivel de conocimiento del personal de la empresa en estudio es bueno en 42.86%

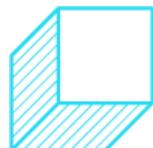




**Tabla 2**  
**Matriz FODA**

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"><b>Factores Internos</b></div> <div style="width: 55%;"><b>Factores Externos</b></div> </div>	<b>FORTALEZAS (F)</b>	<b>DEBILIDADES (D)</b>
		<p><b>F1</b> Productos personalizados.</p> <p><b>F2</b> Personal calificado al 90%</p> <p><b>F3</b> Costos razonables de materia prima e insumos.</p> <p><b>F4</b> 61 años en el mercado.</p>
<b>OPORTUNIDADES (O)</b>	<b>1. Estrategias: FO</b>	<b>2. Estrategias: DO</b>
<p><b>O1</b> Las empresas requieren seguridad en la calidad.</p> <p><b>O2</b> Alta demanda.</p> <p><b>O3</b> No requiere de mayor tecnología.</p> <p><b>O4</b> Clientes fidedignos.</p>	<p><b>F1 y F2 con O1:</b> La fortaleza de producir productos personalizados y tener personal calificado puede ser aprovechado para captar más clientes que requieren envases de alta seguridad y calidad.</p> <p><b>F3 y F4 con O2 y O3:</b> Aun teniendo costos razonables en compra de materia prima e insumos, puede aprovechar la alta demanda para minimizar aún más sus costos de importación por volúmenes de compra mayores.</p> <p><b>F1, F3 y F4 con O2 y O4:</b> Se debe aprovechar las fortalezas de producir productos personalizados, manejar buenos costos de materia prima e insumos y los años de experiencia en el mercado para aprovechar la alta demanda de envases metálicos que dan mejor seguridad en mantener los productos de los clientes para así fidelizar a más clientes e incrementar los pedidos de producción.</p>	<p><b>D1 y D2 con O2 y O4,</b> La debilidad de ser una empresa familiar que no permite realizar una buena planificación debe ser mejorada por el crecimiento de la demanda, en la que se requiere mayor capacidad de respuesta para ir delegando funciones inherentes al dueño, quien asiste medio turno sólo a realizar aprobaciones y seguimiento de las importaciones, considerando que los clientes se fidelizan con la empresa y existe bajo riesgo de perderlos.</p> <p><b>D4 y D5 con O2 y O3:</b> Se debe aprovechar al oportunidad de alta demanda y que no se requiere innovar en tecnología para mejorar las debilidades que tiene la empresa con personal de mantenimiento y capacitarlo en la misma planta con personal antiguo, así también ganar la fidelización de los técnicos quienes valoran que se les enseñe para no migrar a otra empresa.</p>
<b>AMENAZAS (A)</b>	<b>3. Estrategias: FA</b>	<b>4. Estrategias: DA</b>
<p><b>A1</b> Disminución de capacidad de producción por bioseguridad Covid 19.</p> <p><b>A2</b> Competencia de precios.</p> <p><b>A3</b> Inestabilidad política.</p> <p><b>A4</b> Clientes buscan precios bajos.</p> <p><b>A5</b> Competencia capta personal de la empresa.</p>	<p><b>F2 con A1:</b> Se debe aprovechar la fortaleza de contar con personal calificado en producción para programar 3 turnos rotativos y recuperar la capacidad de producción perdida por medidas de seguridad ante el Covid-19.</p> <p><b>F2 y F4 con A4, A5 y A1:</b> Aprovechar las fortalezas de tener personal calificado al 90% y mantenerse en el mercado durante 61 años, es decir ha pasado por varias situaciones políticas y se mantiene en el mercado para minimizar la amenaza de competencia de precios y fuga de personal, por lo cual debe establecer la estrategia anterior sobre todo por el personal antiguo que no debe verse afectado económicamente por disminución de capacidad de producción.</p>	<p><b>D1 al D5 - A1, A3 y A5:</b> Fortalecer las debilidades aprovechando la amenaza generalizada de disminución de capacidad de producción general por COVID - 19 para capacitar al personal de mantenimiento y mejorar problemas de planificación y producción, para cuando se regrese a la normalidad, la empresa se encuentre en mejor capacidad de respuesta ante los pedidos de producción.</p>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





Seguidamente se procedió a evaluar a la empresa en estudio con la competencia en aspectos que se considera relevantes en este sector, sobre todo en los tipos envases industriales, dado que sólo existen 5 empresas formales en este tipo de producto, se mantiene en reserva el nombre de las empresas competencia a solicitud de los mismos.

Es preciso indicar que la calificación se realizó entrevistando a los gerentes de la empresa en estudio, quienes conocen a su competencia, incluso mantienen amistad con alguno de ellos. Es así que se calificó de 1 al 10, considerando a 1 como menos significativo y como 10 más significativo para la empresa, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3**  
*Evaluación de la empresa Vs competidores*

CARACTERÍSTICA	EMPRESA				
	EN ESTUDIO	A	B	C	E
Años de experiencia	8	9	5	5	4
Nivel de cobertura nacional	8	9	3	3	3
Nivel de cobertura internacional	8	8	1	1	1
Calificación de personal operativo	7	8	4	4	4
Calificación de personal mecánico.	7	7	3	5	4
Capacidad de atención	9	9	4	4	4
Reconocimiento del mercado	9	9	1	1	1
Niveles de costos	9	10	2	2	2
Responsabilidad social	8	9	2	2	2

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>4</sup>

<sup>4</sup> En la Tabla 2 se presenta la competitividad con empresas competencia.





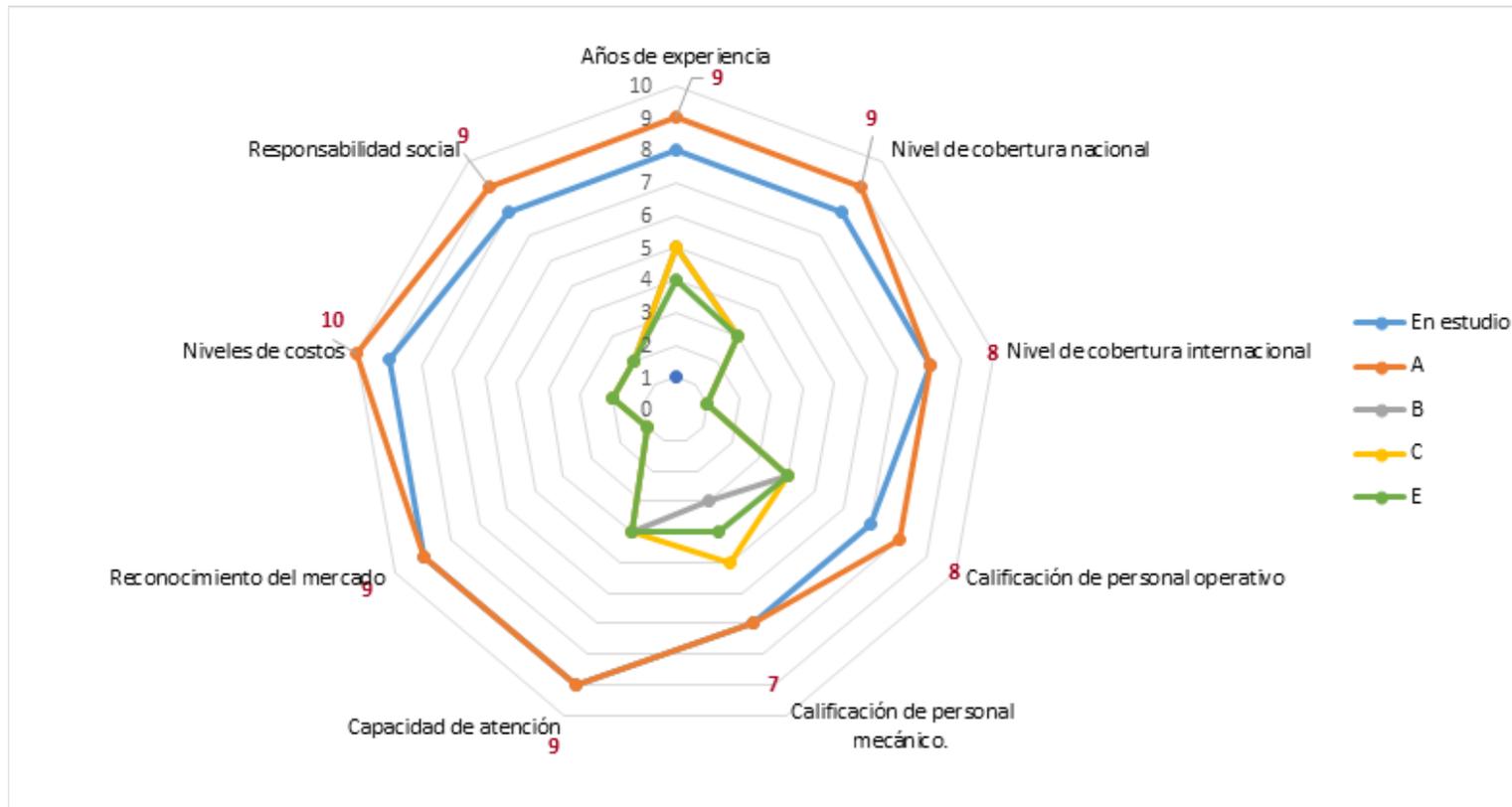
En la Figura 5 se presenta el resultado obtenido en la Tabla 2 de forma gráfica, donde se puede apreciar que la empresa A es la competencia más fuerte que tiene la empresa en estudio respecto a las otras 3 empresas competencia, a la vez se observa que la empresa en estudio tiene aún por mejorar aspectos como costos, responsabilidad social, niveles de cobertura y personal calificado frente a su principal competencia.





**Figura 5**

*Análisis de la Empresa en Estudio Vs la Competencia.*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>5</sup>

<sup>5</sup> En la Figura 5 se presenta el análisis de competitividad de empresas productoras de envases metálicos industriales.





## CAPÍTULO II

### REALIDAD PROBLEMÁTICA

#### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La responsabilidad e importancia de fabricar envases metálicos industriales es vital para evitar accidentes que pueden ocasionar, tales como incendios, pérdidas humanas, contaminación del medio y producto de ello pérdidas económicas, además de evitar que el producto se evapore producto de una filtración o fallas de hermeticidad y que este genere malestar en los usuarios finales.

En ese sentido, la empresa en estudio produce envases metálicos para uso industrial, los cuales deben cumplir características técnicas no sólo de fabricación sino de funcionabilidad, para que, al ser utilizados por los clientes, estos cumplan con la hermeticidad requerida, además de soportar movimientos y presiones atmosféricas producto de los medios y mecanismos de transporte y así evitar que se evapore, volatilice o produzca un accidente mayor.

La empresa en estudio tiene 61 años de fundado, desde sus inicios hasta la fecha se dedica a la fabricación de envases metálicos para la industria de productos inflamables como la pintura, barnices, terocal, entre otros similares que requieren similar característica de calidad y funcionabilidad, para lo cual cuenta con prensas estratégicamente acopladas moldes por operación para lograr cumplir con las especificaciones técnicas requeridas.

Siendo una de las 5 empresas peruanas que fabrican ese tipo de envase a nivel industrial, existe una gran responsabilidad y competitividad por mantener y ganar nuevos clientes, más aún cuando en los últimos años la empresa si bien es cierto no ha perdido clientes, sin embargo ha perdido pedidos producto de incumplimiento en la producción de envases a causa de deficiencias en el alistamiento de máquinas, las cuales ocasionan paradas de máquina al inicio de la producción por regulación deficiente, lo cual incrementa el tiempo de alistamiento de máquinas y se pierde hora y media en promedio para dar arranque la producción de envases al día, lo cual ocasiona que la línea de





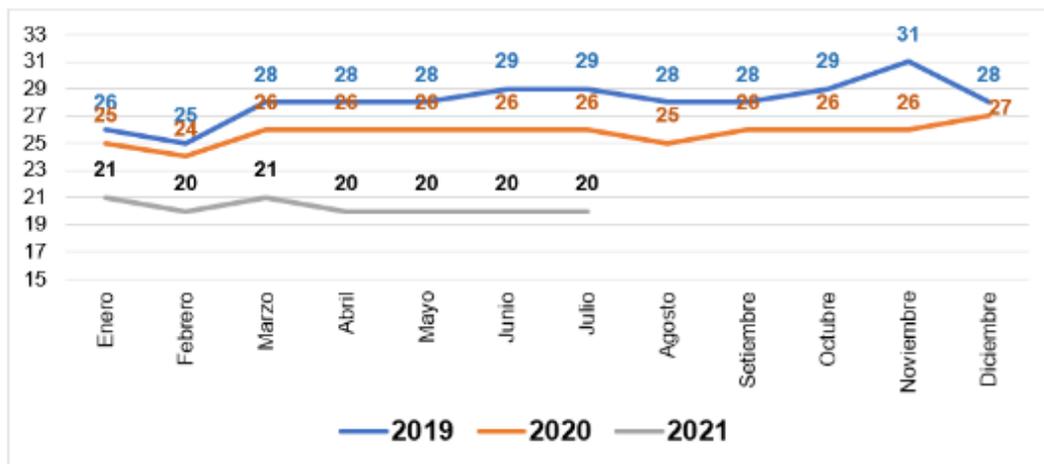
producción se detenga y no permita cumplir con la programación de producción, lo que ha ocasionado inicialmente reclamos de clientes y posteriormente disminución de pedidos al año, estando en riesgo la renovación de contrato anual para los años siguientes.

Los reclamos de los clientes se deben a que, por falta de cumplimiento en la entrega de envases, se quedan con productos por envasar, los cuales se pierden porque no pueden estar expuestos por largas horas, sino de acuerdo a la producción que los clientes tienen: Requiere que envase en el momento, sino el producto se solidifica o evapora y pierde propiedades y calidad.

Es así que se presenta la Figura 6 con los pedidos mensuales en los últimos 3 años, donde durante el año 2019 se tenía 337 pedidos al año, en el año 2020 309 pedidos, aunque por pandemia hubo pequeña recesión en la producción, sin embargo, en el año 2021 se evidencia la disminución de pedidos en lo que va del año al mes de julio 2021. Ver Anexo 1 con el detalle de pedidos 2019, 2020 y 2021.

**Figura 6**

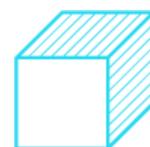
*Pedidos 2019-2020-2021*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>6</sup>

<sup>6</sup> En la Figura 6 se evidencia de forma gráfica la disminución de pedidos de envases industriales.





Esta disminución de pedidos se debe a los reclamos por incumplimiento de producción, en la Tabla 4 se presenta la evolución de reclamos del año 2019 al mes de julio del año 2021, con un promedio de 42.96% de reclamos. Ver Anexo 2 con el detalle de pedidos en reclamo.

**Tabla 4**  
*Reclamos Mensual 2019 al 2021*

<b>MES</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Enero	23.08%	36.00%	42.86%
Febrero	32.00%	33.33%	45.00%
Marzo	21.43%	34.62%	38.10%
Abril	25.00%	34.62%	45.00%
Mayo	17.86%	26.92%	45.00%
Junio	27.59%	34.62%	40.00%
Julio	31.03%	30.77%	45.00%
Agosto	25.00%	32.00%	
Setiembre	28.57%	34.62%	
Octubre	24.14%	34.62%	
Noviembre	29.03%	30.77%	
Diciembre	32.14%	33.33%	
<b>PROMEDIO</b>	<b>26.41%</b>	<b>33.01%</b>	<b>42.96%</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>7</sup>

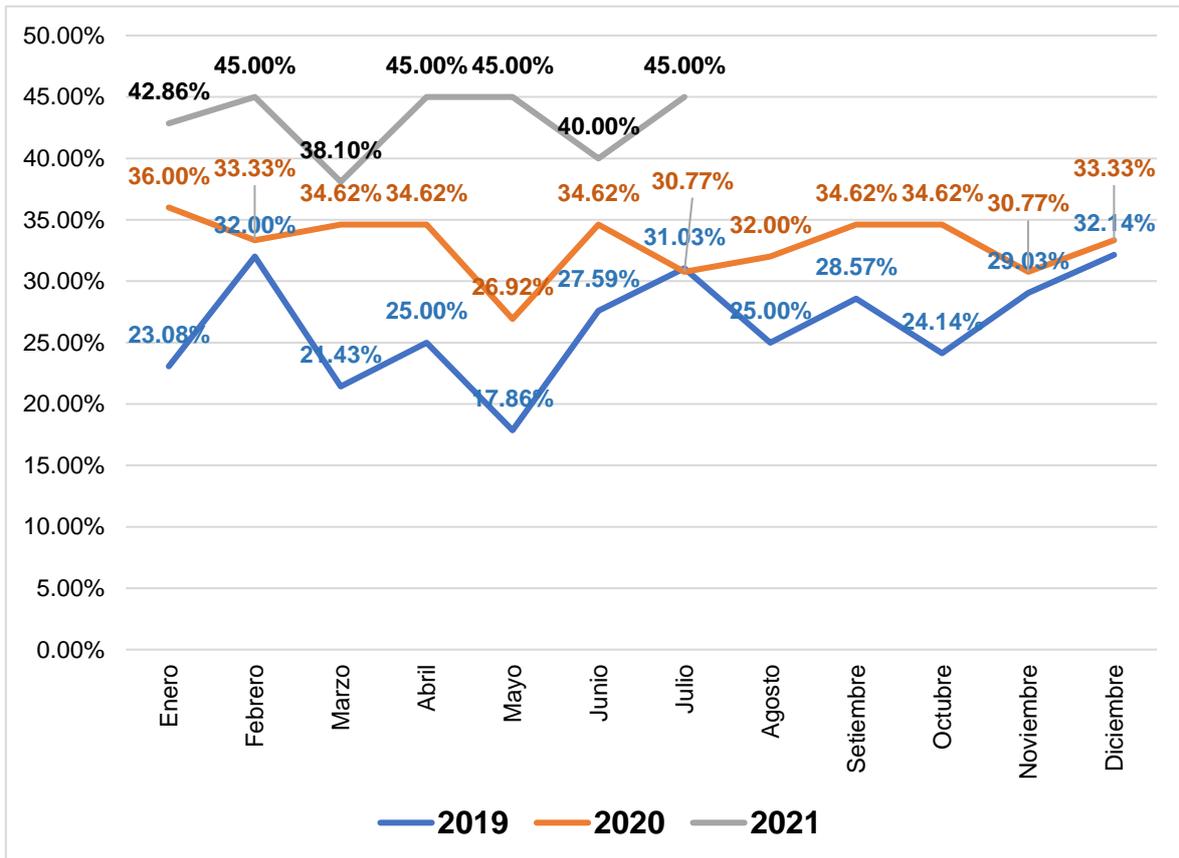
<sup>7</sup> En la Tabla 4 se presenta los porcentajes de reclamos 2019 al mes de julio 2021.





En la Figura 7 se presenta gráficamente los reclamos, mensuales por incumplimiento de producción, donde se evidencia que el año 2021 los reclamos incrementaron a 45% en promedio.

**Figura 7**  
Porcentaje de Reclamos 2019 al 2021

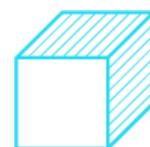


Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>8</sup>

En la siguiente Tabla 5 se presenta el nivel de cumplimiento de producción de los 3 últimos años 2019 al 2021.

<sup>8</sup> En la Figura 11 se evidencia la evolución de reclamos 2019, 2020 y 2021.





**Tabla 5**  
*Cumplimiento de Producción Mensual 2020-2021*

<b>MES</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Enero	80.05%	70.12%	73.27%
Febrero	73.12%	72.79%	73.12%
Marzo	83.70%	71.51%	72.03%
Abril	80.12%	71.51%	73.12%
Mayo	87.27%	79.20%	73.12%
Junio	77.54%	71.51%	71.12%
Julio	74.09%	75.36%	71.12%
Agosto	80.12%	74.12%	
Setiembre	76.55%	71.51%	
Octubre	80.99%	71.51%	
Noviembre	76.09%	75.36%	
Diciembre	72.98%	72.79%	

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>9</sup>.

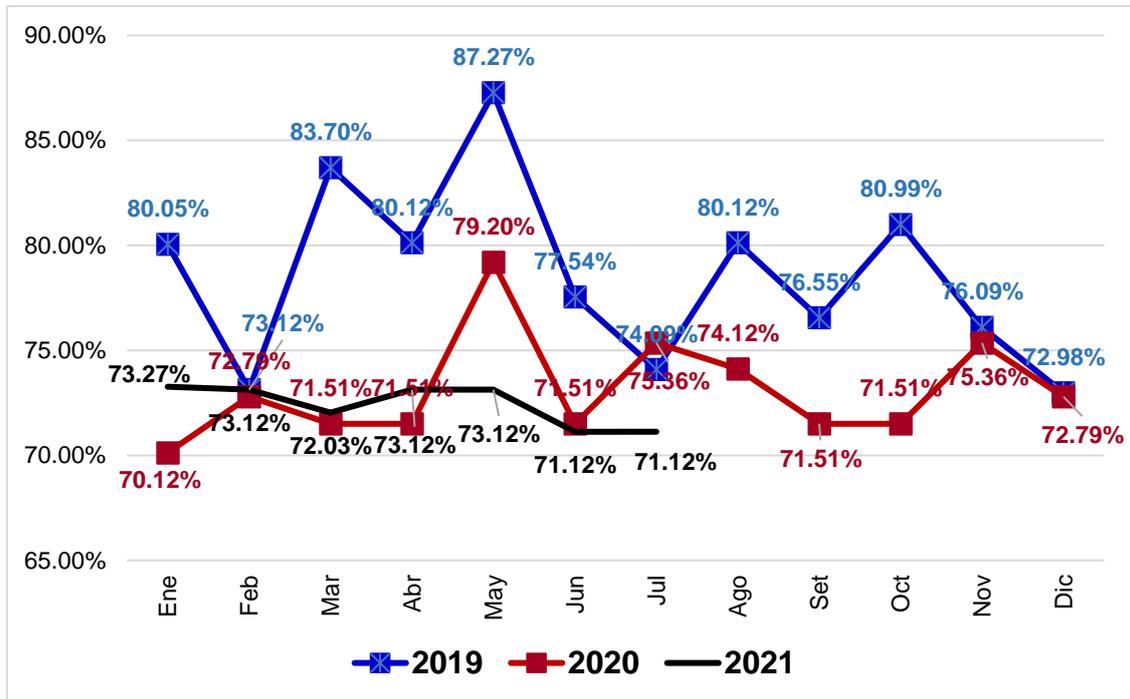
Seguidamente se presenta la representación gráfica del nivel de cumplimiento de los años 2019 al mes de julio 2021.

<sup>9</sup> En la Tabla 5 se presenta el porcentaje de cumplimiento mes a mes de los años 2019 al 2021.





**Figura 8**  
Índice del Valor Bruto de Producción 2019 al 2021



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>10</sup>

Finalmente, se presenta la Figura 9 con el resumen de los indicadores de pedidos, reclamos y cumplimiento de los años 2019, 2020 y 2021.

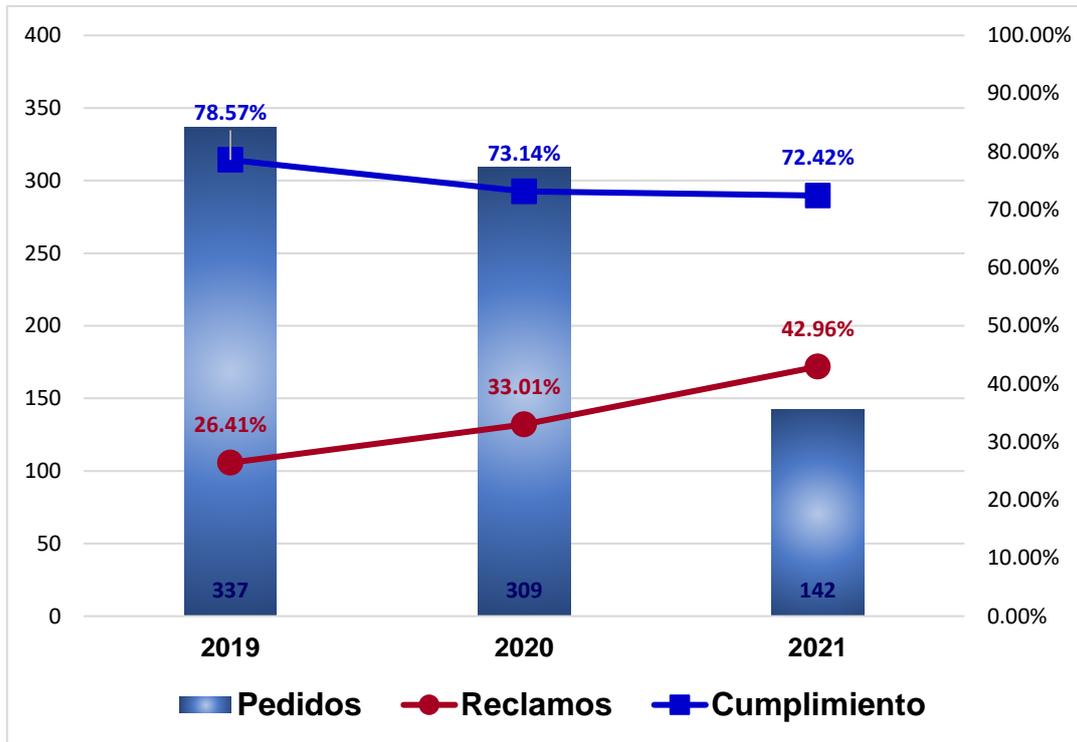
<sup>10</sup> En la Figura 8 se evidencia el nivel de cumplimiento 2019, 2020 y 2021.





**Figura 9**

Resumen Principales Indicadores 2019, 2020 y 2021



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>11</sup>

Estos problemas se dan debido a la demora en el alistamiento de máquinas, además que un alistamiento deficiente ocasiona una pérdida para la empresa de S/. 123,540.00 al año, motivo por el cual se requiere revertir el problema.

## 2.2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Mejorando la aplicación del SMED: ¿Es factible mejorar el tiempo de alistamiento de máquinas en la producción de envases la empresa de Lata Lux S.A.?

## 2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El incumplimiento de producción de 72.42% así como el índice de reclamos de 42.96% de pedidos sería por demora en alistamiento de máquinas:

<sup>11</sup> En la Figura 9 evidencia la tendencia negativa de los indicadores de los años 2019, 2020 y 2021.





Entonces, será necesario minimizar el tiempo de alistamiento de máquinas y que este sea efectivo para evitar paradas de máquina en la producción de envases metálicos en la empresa en estudio.

## **2.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **2.4.1. Objetivo principal**

Mejorar el tiempo de alistamiento de máquinas en la producción de envases metálicos aplicando SMED en la empresa Lata Lux S.A.

### **2.4.2. Objetivos específicos**

- a. Analizar el proceso de alistamiento de máquinas.
- b. Identificar las regulaciones críticas en el alistamiento de máquinas.
- c. Aplicar SMED para mejorar el tiempo de alistamiento de máquinas.
- d. Proponer check list para asegurar el alistamiento de máquinas.
- e. Proponer indicadores de control del alistamiento de máquinas.
- f. Capacitar al personal sobre las mejoras realizadas.





## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROCESO**

En el presente capítulo se presenta el desarrollo de la propuesta de mejora aplicando una metodología descriptiva, en base a los antecedentes relacionados, sustentado además en bases teóricas propias de la Ingeniería Industrial.

#### **3.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Entre los antecedentes relacionados a la presente propuesta se tiene a Silva et al. (2021), en su artículo indexado de título “Implementation of SMED in a cutting line”, realizado en Grecia con el objetivo de reducir el tiempo de cambio de máquina en 15% en una línea de corte, para lo cual, los autores procedieron a recopilar datos históricos y montaje de análisis de metraje, así como entrevistas a los trabajadores para obtener un real diagrama de flujo y aplicaron SMED aplicando tarjetas plásticas para asegurar el funcionamiento de alistamiento de equipos, así como se actualizaron las instrucciones para realizar las regulaciones de los equipos, se crearon también hojas de registros.

Este trabajo aporta a la presente propuesta en la utilización de registros de las actividades para ejecutar las regulaciones de máquinas, además que los autores lograron reducir el tiempo de cambio de equipos de 194 minutos a 165 minutos, equivalente 14.94% reduciendo 29 min, incrementando el cumplimiento el 95% (Silva, Santos, Silva, Ferreira, & Pereira, 2021).

Así mismo, para Vieira et al. (2020), en su artículo indexado titulado “SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry”, cuyo objetivo fue incrementar la disponibilidad de equipos con la finalidad de incrementar la producción a través de la aplicación de SMED, y reducir el tiempo de alistamiento de máquina en 20% a través de cambio de configuración de los equipos en el cambio de troqueles debido a fallas de programación de la





máquina para regular las coordenadas de la posición de la herramienta a través de la programación.

Los autores tuvieron por resultados la reducción del tiempo de alistamiento de maquina equivalente al 38%, incrementando la disponibilidad en 7.7% y minimizando reclamos en 1.5%. El aporte de este trabajo a la presente propuesta se da en la aplicación de SMED y estandarización de trabajo, aunque en la presente propuesta se aplican DAPs, lo cual permitió la realización del trabajo de regulación de equipos.

Por otro lado, se tiene a Martins et. al (2018) en su artículo indexado titulado “A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry” tuvo por objetivo reducir los tiempos de preparación del equipo a través de la aplicación del SMED, debido a que sus lotes de producción son pequeños y los cambios de máquina deben ser los mínimos posibles para minimizar costos, para aplicar la mejora realizaron pruebas de carretes de alambres hasta que estos no se rompan por tipo de producto promedio, logrando configurar el equipo y así minimizar el tiempo de regulación, ahorrando 23 minutos en alistamiento de máquina equivalente a 25% de mejora. El aporte de este trabajo a la presente propuesta se da en el uso de hoja de verificación, que para la presente propuesta se realiza mediante los Check List.

### **3.3. BASES TEÓRICAS**

#### **3.3.1. La técnica SMED**

Es una técnica que forma parte de la mejora continua y como tal busca eliminar desperdicios en el alistamiento de máquina, o cambio de máquina, generalmente dado cuando existe cambio de producto y se requiere utilizar el menor tiempo posible pero efectivo en la regulación de equipos para dar inicio a la sigue programación de producto (Socconini, 2019).





### **2.4.3. Pasos de la aplicación de SMED**

Como toda técnica de mejora continua, el SMED se encuentra estructurado en pasos para su aplicación, entre los cuales se tiene:

#### **Primer paso: Analizar la actividad**

El cual consiste en observar, analizar de manera analítica y crítica cada parte integrante de las actividades que intervienen, ocurren, suceden, e incluso en cómo se utilizan para obtener la regulación de un equipo para luego proponer una alternativa de mejora (LeanSIs Productividad, 2017).

#### **Segundo paso: Separar actividades internas de las externas**

Entendiendo que se considera como actividad externa a aquella que se realiza cuando la máquina se encuentra funcionando, manteniendo la seguridad de las personas que intervienen en esta acción, mientras que una actividad interna implica toda aquella acción que se realice mientras la máquina se encuentra parada, lo que se busca con la identificación de estas actividades es tratar que las actividades pasen de interna a externa para minimizar el tiempo de máquina parada por regulación (LeanSIs Productividad, 2017).

#### **Tercer paso: Organizar las actividades externas**

Este paso consiste en asegurar que las actividades externas a realizar sean secuenciales, cumplan con la optimización de movimiento, de trabajo, de mínimo esfuerzo, así como de distribución en la organización de materiales y piezas que se van retirando y posteriormente a colocar para evitar pérdidas o confusión entre ellas, con el fin de minimizar tiempo (LeanSIs Productividad, 2017).

#### **Cuarto paso: Hacer que las actividades internas pasen a ser externas**





Como se requiere mantener una máquina con mayor tiempo posible en funcionamiento, se busca que las actividades de regulación que se realizan en máquina parada pasen a realizarse mientras la máquina se encuentra en funcionamiento, en este proceso consiste este cuarto paso (LeanSIs Productividad, 2017).

#### **Quinto paso: Reducir tiempos en actividades internas**

Finalmente se tiene el quinto paso el cual busca reducir las actividades que se realizan mientras la máquina se encuentra parada a través de sincronizaciones de trabajo, a través de ayuda memoria que permita ser más exactos y precisos en la realización de actividades de regulación de equipos (LeanSIs Productividad, 2017).

### **3.4. BASES NORMATIVAS**

A continuación, se presentan las bases normativas que rigen en la empresa en estudio:

- Seguridad, higiene y medio ambiente: Basado en la Ley General del Ambiente - Ley 28611. Mediante esta ley se regula el resguardo de la integridad de los colaboradores de la empresa en estudio, a su vez que permite resguardar la seguridad de los equipos y cuidar el medio ambiente.
- Seguridad y salud de las personas: Basado en la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo - Ley 29783, ley que busca resguardar la salud de los colaboradores tratando de evitar enfermedades ocupacionales, ergonómicas, entre otras.
- Control epidemiológico contra el COVID -19: Basado en la Ordenanza N° 497-MDSMP. Mediante esta ordenanza aplicada a raíz de la pandemia por COVID 19, busca mantener ciertos cuidados básicos esenciales como la desinfección de manos de las personas y de espacios de uso compartido, así como el uso de equipos de protección personal exclusivos para minimizar riesgos de contagio.





- Identificación de riesgos: Basado en la Ley 29783 - Decreto Supremo N° 005-2012-TR, mediante este decreto supremo se busca minimizar los riesgos por accidentes de trabajo.
- Derechos laborales, mediante el cual no se permite que ningún colaborador trabaje al margen de las leyes laborales, por tanto, todo trabajador se mantiene con 14 sueldos al año, con derechos vacacionales, así como a depósito de CTS y asistencia a la salud.

#### **3.4.1. Analizar el proceso de alistamiento de máquinas**

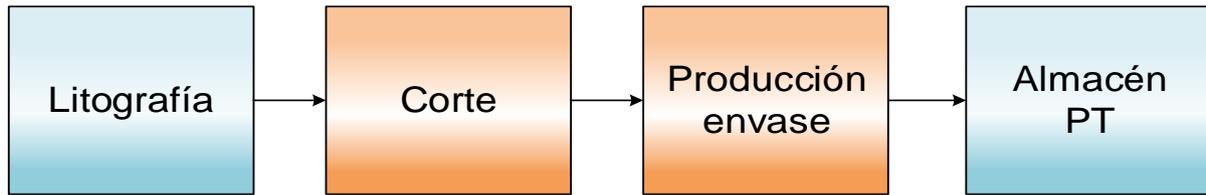
Con la finalidad de entender el proceso de alistamiento de máquinas, se procede a identificar primero los procesos que intervienen en la producción de envases metálicos, es así que se presenta la Figura 10, donde se tiene que el primer proceso en la producción de envases metálicos es la litografía, donde se realiza la impresión del diseño o logotipo del envase según especificación del cliente, luego las planchas litografiadas pasan al proceso de corte, donde se procede a cortar las piezas de los envases, considerando en este corte las piezas del cuerpo del envase y tiras para base y tapa, seguidamente estas piezas pasan al área de producción, en el cual se procede a la fabricación de los envases de acuerdo al diseño del cliente, finalizado el proceso de producción, luego de una auditoría de calidad, la producción pasa al almacén de productos terminados.





**Figura 10**

*Proceso General de Producción de Envases Metálicos*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>12</sup>

De la Figura 10 se tiene que los procesos críticos en alistamiento de máquinas son el proceso de corte y de producción envase, donde el proceso de producción de envase está formado por dos áreas de producción: producción de tapas y fondos y el área de ensamble del envase, entonces primero se presenta el flujo de proceso de corte en la Figura 11.

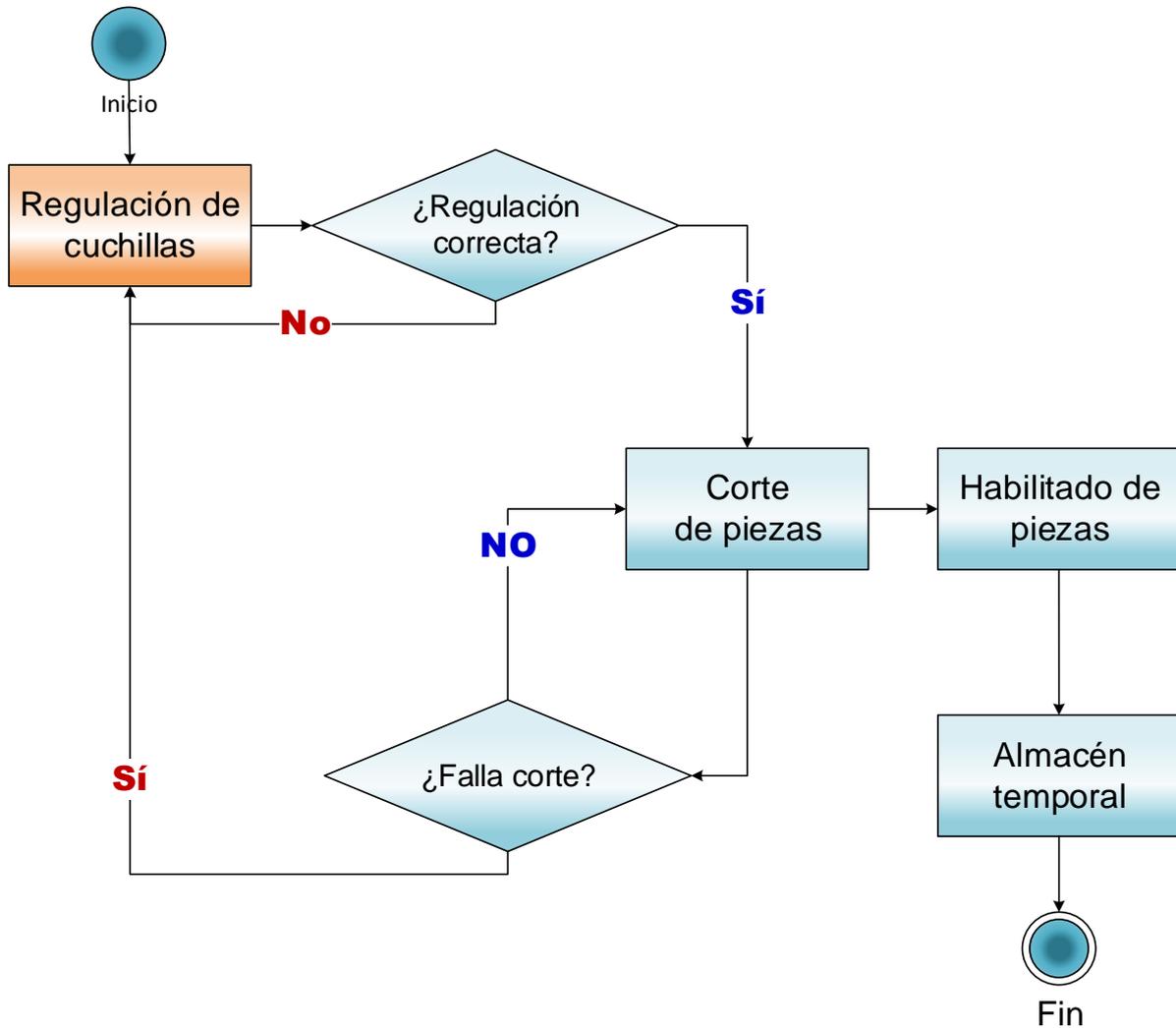
---

<sup>12</sup> En la Figura 10 se observa la secuencia de procesos para la producción de envases, donde se ha resaltado los procesos de corte y producción porque son las áreas donde existe demora en alistamiento de máquina.





**Figura 11**  
*Diagrama de Flujo del Proceso de Corte*



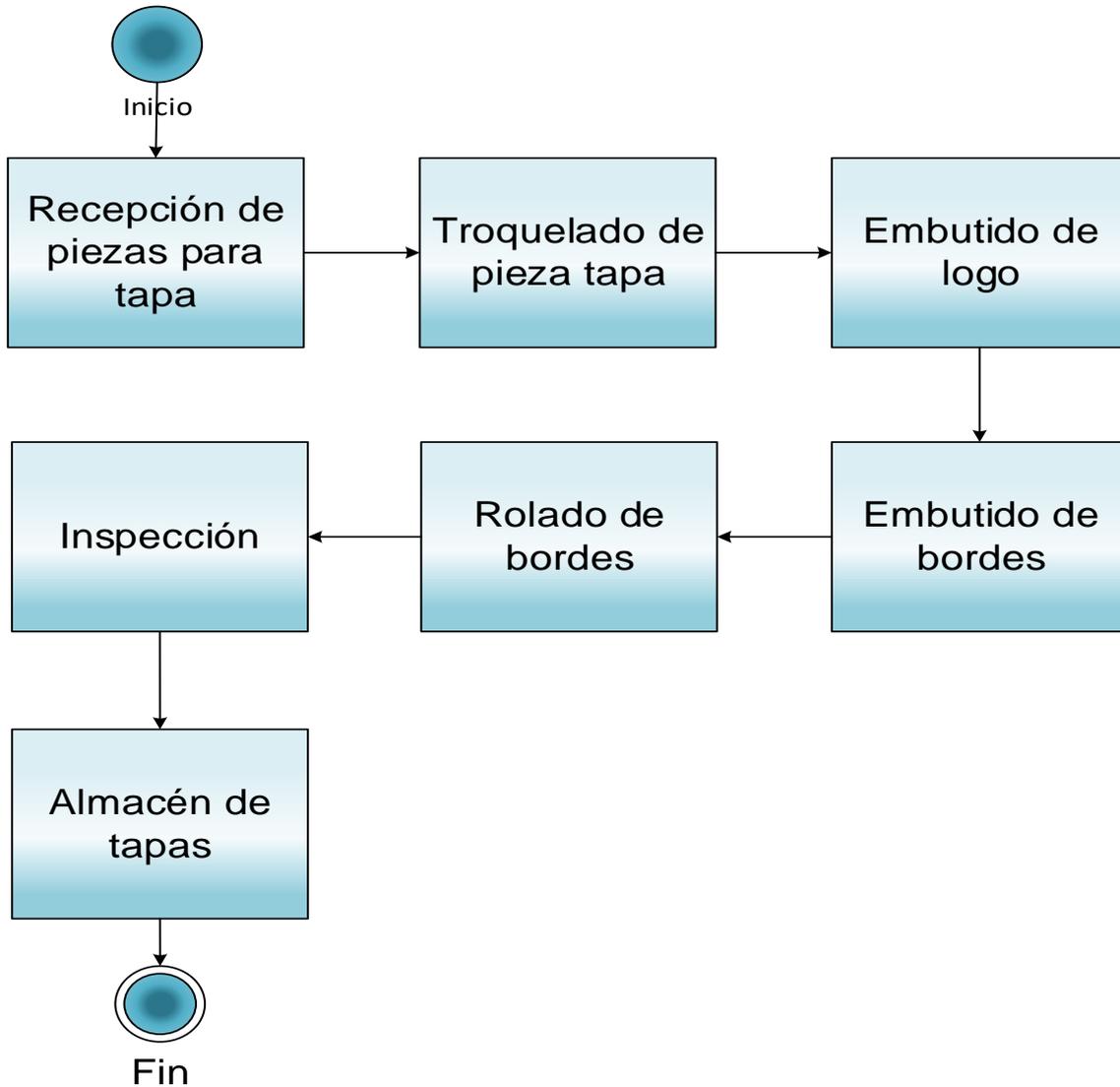
Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

Seguidamente se presenta el proceso de producción de envases, el cual tiene dos sub procesos previos que son el proceso de fabricación de tapas y bases los cuales se presentan en las Figuras 12 y 13 respectivamente.





**Figura 12**  
*Proceso de Producción de Tapas*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>13</sup>

El proceso de fabricación de fondos se diferencia del proceso de producción de tapas en el embutido para logotipo e inspección, dado que los fondos se realizan de forma continua, es decir existe una faja transportadora que recibe los fondos una vez roleados los bordes del fondo y la faja transportadora los traslada hacia la planta de ensamble.

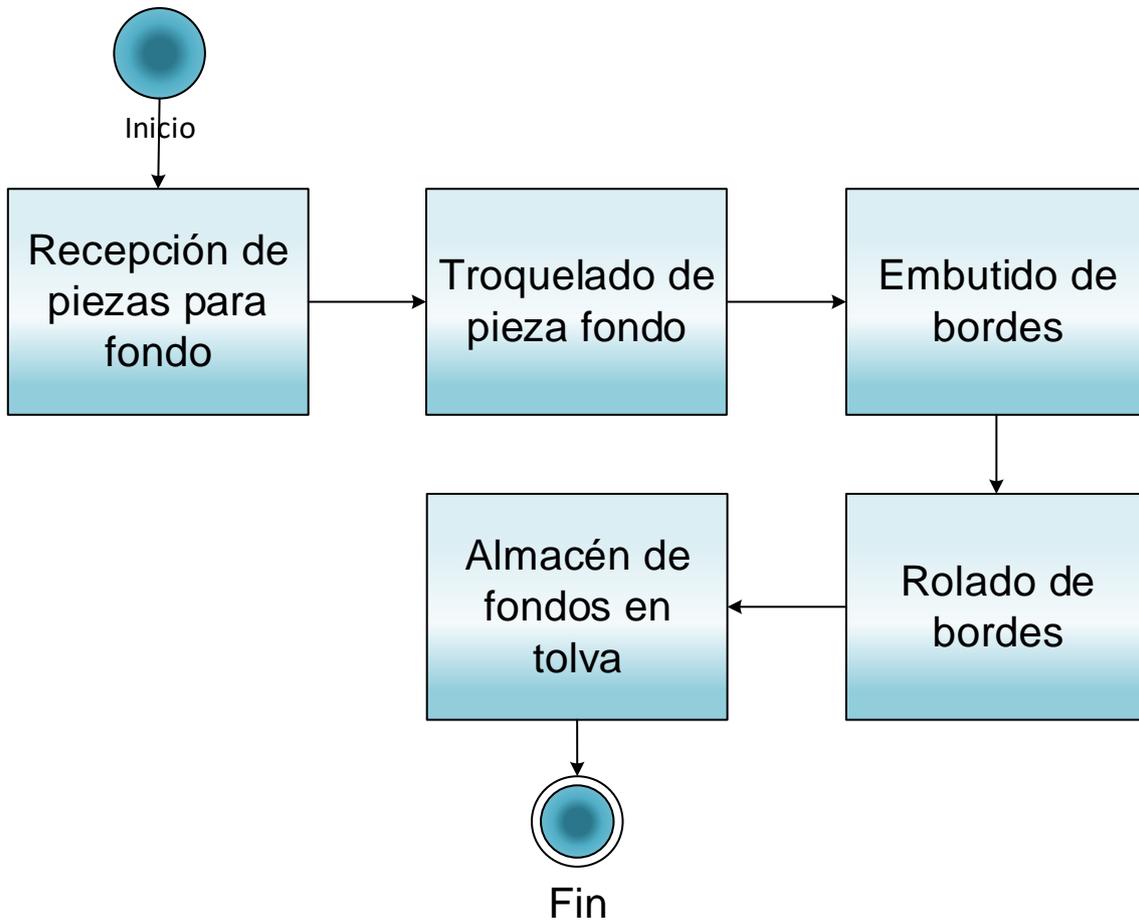
<sup>13</sup> El proceso de producción de tapas se realiza en una línea de producción formada por prensas, donde cada una está regulada para una operación específica, de acuerdo al proceso descrito en la Figura 12.





**Figura 13**

*Proceso de Producción de Fondos*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

Finalmente, se presenta el proceso de ensamble de envases en la Figura 14, el cual inicia con la recepción de piezas que corresponde al cuerpo del ensamble, estas piezas se colocan en la base de la máquina, base de recepción de planchas, la cual se encuentra regulada de acuerdo a la dimensión de la pieza a rolar, este proceso de rolado es automático, es decir la máquina desliza una a una la pieza para ser rolada, una vez rolada la pieza cae en una pequeña fuente que está conectada con la máquina que soldado; entonces, el operador toma la pieza rolada y procede a realizar el soldado para sellar la circunferencia del cuerpo del envase, es preciso indicar que al ser automático el rolado depende de la operación de soldado, es decir si el soldado falla, se debe

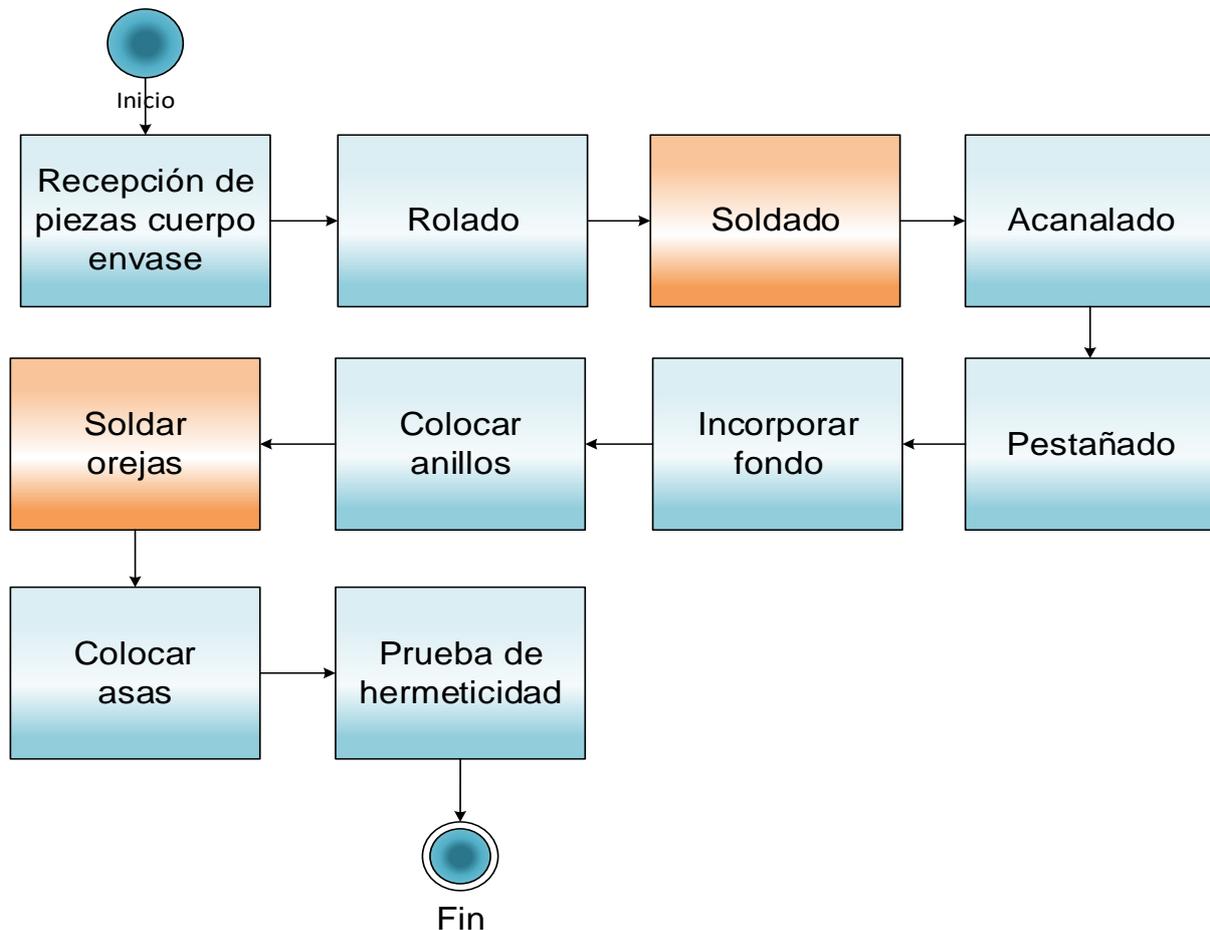




detener el rolado porque la fuente sólo puede recibir 3 piezas roladas, más de ello no por espacio y porque las piezas se deformarían por golpe entre ellas o por ralladoras entre ellas, malogrando el litografiado. Del proceso de soldado pasa por la operación de acanalado, el cual consiste en dar forma hacia el lado de la boca del envase, luego pasa a la operación de pestañado, seguidamente pasa a la operación de colocado de fondo, para lo cual el fondo se encuentra estoqueado en una tolva, la cual almacena fondos proveniente del proceso de fabricación de fondos por medio de una faja transportadora, luego el envase ya con fondo pasa a la operación de colocado de anillos, para luego soldar las orejas, la cual sujeta a las asas; entonces, luego se procede a colocar las asas, el proceso termina con la prueba de hermeticidad, la cual se realiza al azar a 20 envases durante el día.

**Figura 14**

*Proceso de Ensamble de Envase*





Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>14</sup>

### **3.4.2. Identificar las regulaciones críticas**

Para identificar las regulaciones críticas en el alistamiento de máquinas, es las Figuras 11 y 14 se tienen las regulaciones críticas en el proceso de fabricación de envases, las cuales serían las:

- Máquina de corte de piezas.
- Soldado de cuerpo de envase.
- Soldado de orejas.

Se requiere conocer cuantitativamente cuáles son los alistamientos de máquinas críticos en el proceso de fabricación de envases de hojalata industrial, para ello primero se procede a relacionar operación y máquina, para luego analizar las máquinas que mayor cantidad de paradas ocasiona debido a una regulación deficiente. Es así que se presenta la Figura 15.

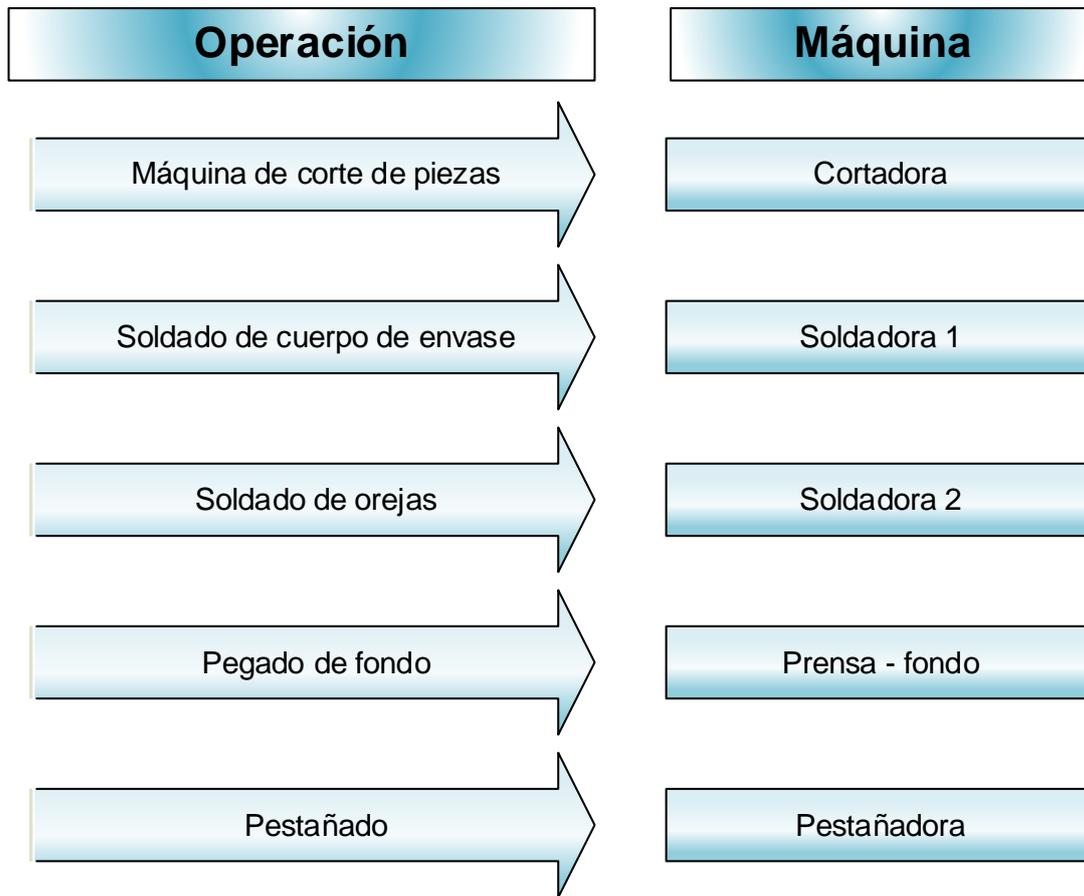
---

<sup>14</sup> En la Figura 14 se identifica los procesos que requieren mejorar el alistamiento de máquina para evitar fallas que detengan el proceso de producción.





**Figura 15**  
*Operación – Máquina Crítica*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

Se obtuvo resumen mensual de la cantidad de fallas de equipos producto de una deficiente regulación de máquina, obteniendo así la Tabla 6, donde se tiene que los equipos que presentan mayor cantidad de fallas por deficiente regulación fueron: La máquina cortadora, la prensa de embutido de logo, la máquina soldadora 1 y 2, la prensa pegadora de fondo y la máquina pestañadora.

**Tabla 6**  
*Frecuencia de Ocurrencias de Fallas de Máquina Mensual*

FALLAS	FRECUENCIA
Cortadora	52



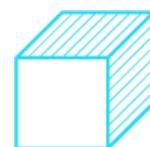


Prensa de embutido de logo	15
Soldadora 1	32
Soldadora 2	24
Prensa de pegado de fondo	8
Pestañadora	5
<hr/>	
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>
<hr/>	

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021).

Luego, se procedió a determinar la frecuencia acumulada en cantidad y porcentaje obteniendo así la Tabla 7.





**Tabla 7**  
*Frecuencia Acumulada de Falla de Máquinas*

<b>FALLAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>FRECUENCIA ACUMULADA</b>	<b>% AC</b>
Cortadora	52	52	38.24%
Soldadora 1	32	84	61.76%
Soldadora 2	24	108	79.41%
Prensa de embutido de logo	15	123	90.44%
Prensa de pegado de fondo	8	131	96.32%
Pestañadora	5	<b>136</b>	100.00%
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>		

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>15</sup>

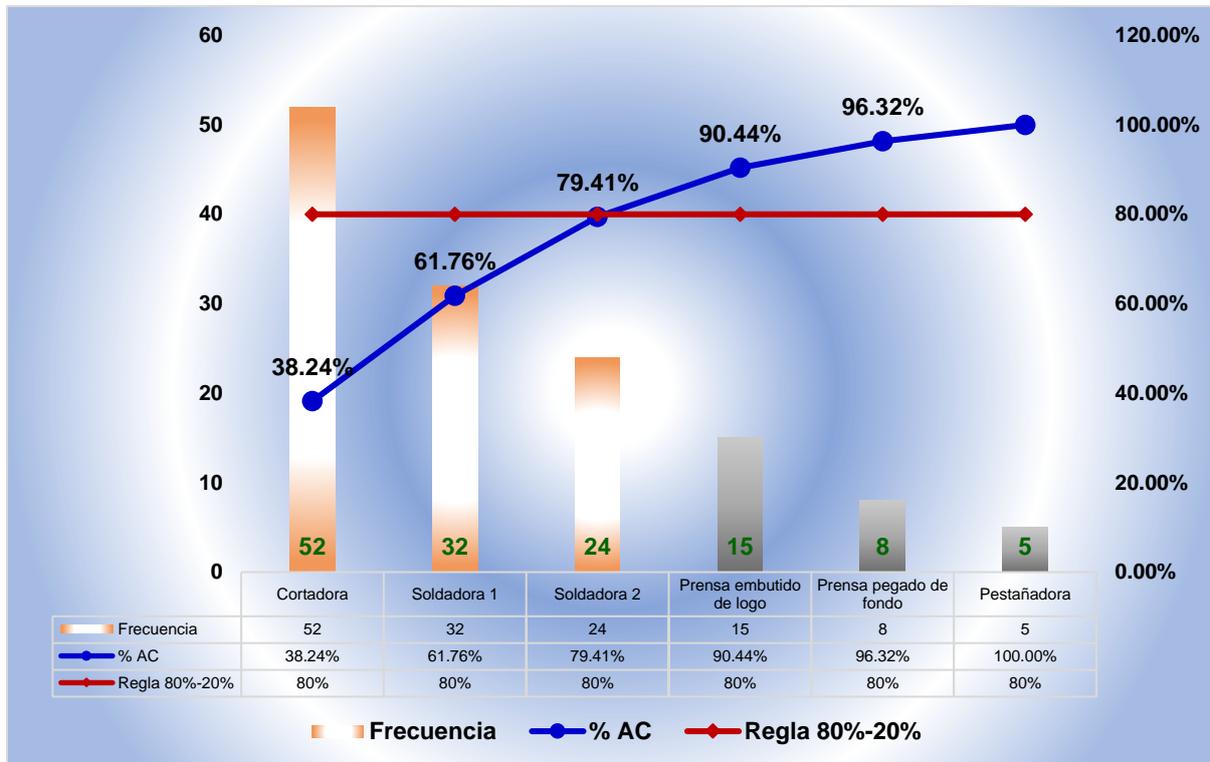
Finalmente, se presenta un análisis de Pareto con la finalidad de obtener las máquinas que generan el 80% de parada de máquina por fallas debido a una deficiente regulación. Ver Figura 16.

<sup>15</sup> En la Tabla 5 se presenta el porcentaje de cumplimiento mes a mes de los años 2019 al 2021.





**Figura 16**  
*Pareto de Falla de Máquina*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>16</sup>.

Así mismo se obtuvo el promedio de tiempo que toma regular las máquinas, obteniendo así la Tabla 8 con el tiempo promedio por máquina.

<sup>16</sup> De la Figura 16 se tiene que las máquinas que mayor deficiencia de alistamiento de máquina son la cortadora y las soldadoras 1 y 2 con un total de representatividad del 79.41%.





**Tabla 8**

*Tiempo Promedio de Alistamiento de Máquina*

<b>FALLAS</b>	<b>TIEMPO</b>
Cortadora	65.02 Min
Prensa de embutido de logo	83.53 Min
Soldadora 1	50.24 Min
Soldadora 2	40.61 Min
Prensa de pegado de fondo	15.00 Min
Pestañadora	15.00 Min
<b>TOTAL</b>	<b>269.41 Min</b>

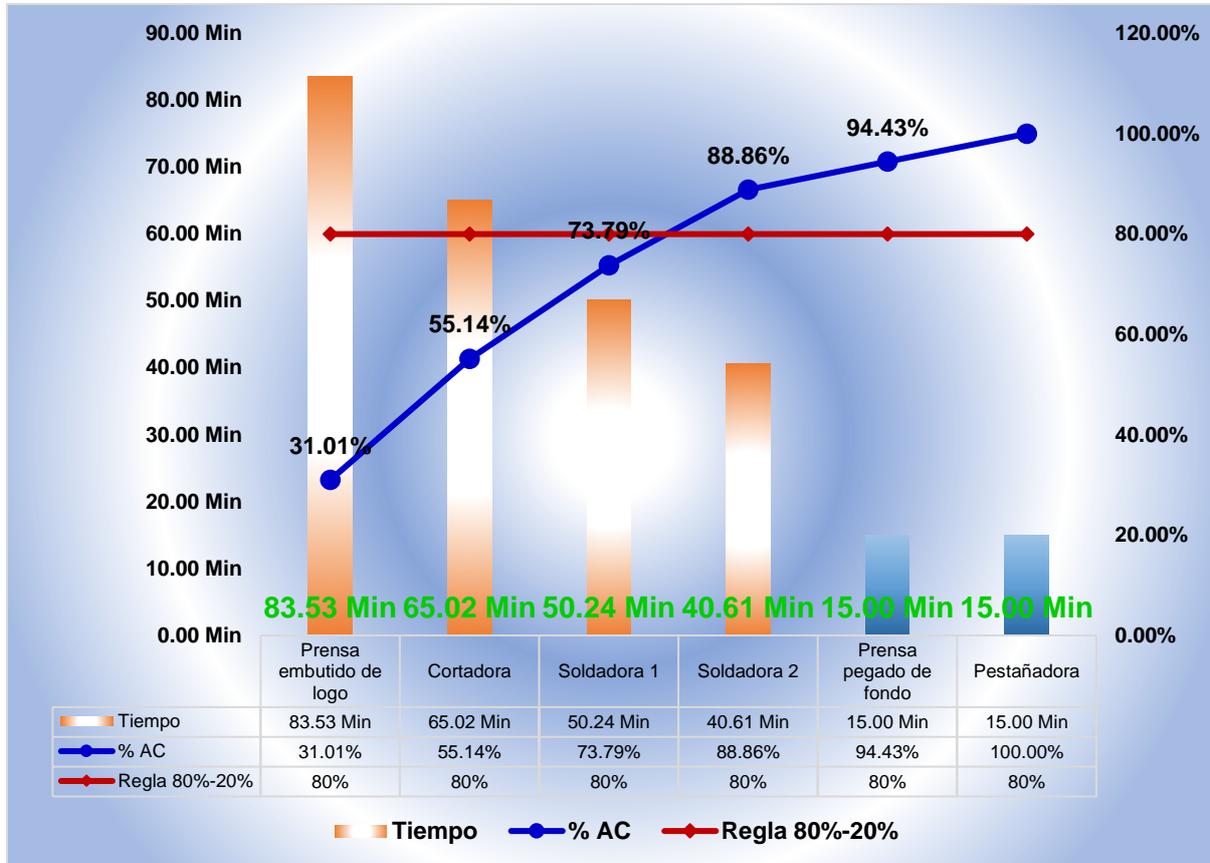
Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

Luego se elaboró un Diagrama de Pareto con el fin de obtener las regulaciones de máquina que mayor tiempo necesita para poner la máquina a punto, obteniendo así la Figura 17, donde se observa que las máquinas que más tiempo lleva regular para dar inicio a la producción son: La prensa de embutido de logo, la cortadora, la soldadora 1 y 2 y con 88.86%.





**Figura 17**  
Pareto de Fallas



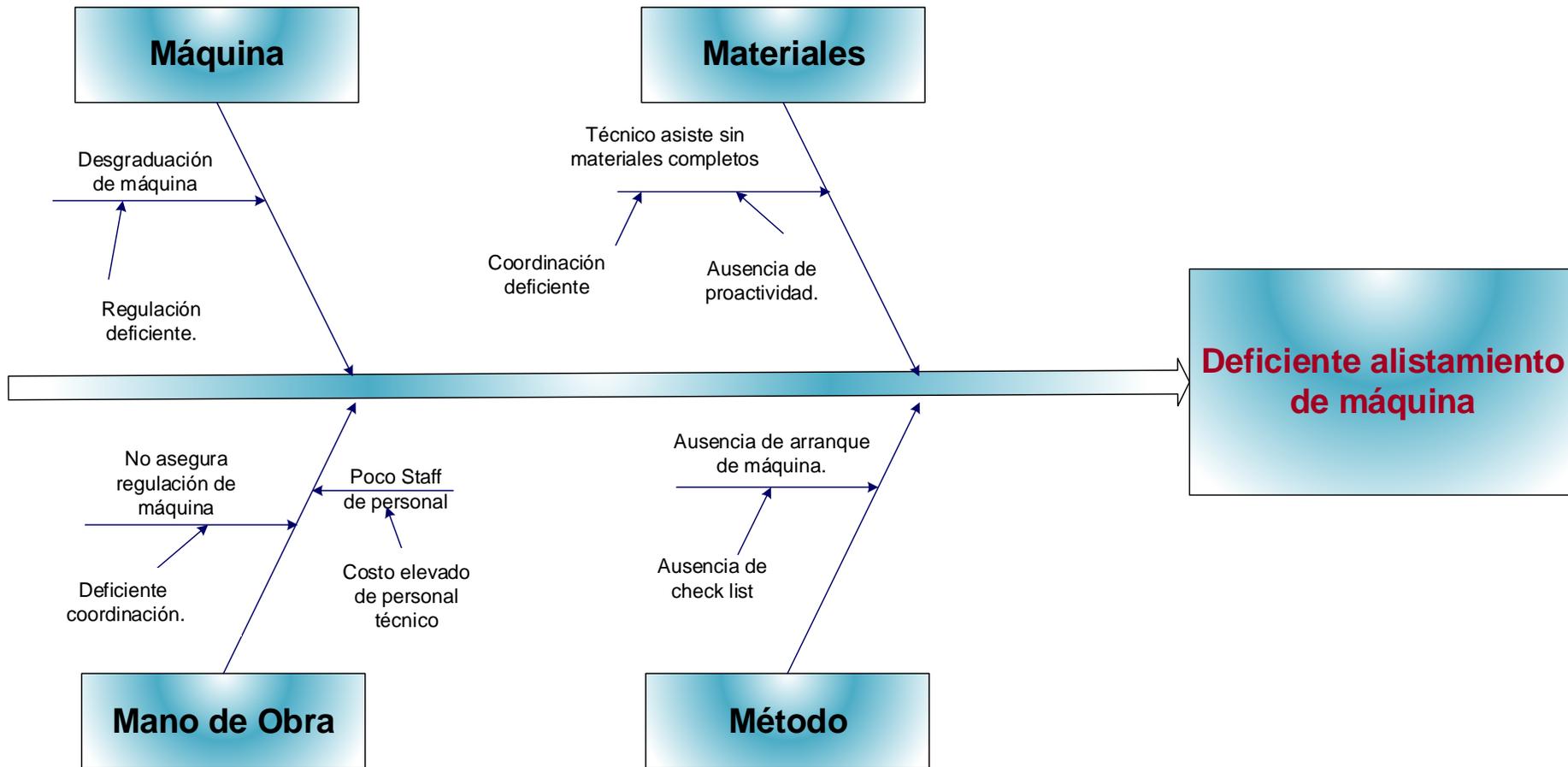
Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

Seguidamente se procedió a realizar una tormenta de ideas con la finalidad de conocer cuáles son las causas que generan el problema de un deficiente aislamiento de máquina, lo cual genera fallas y en suma hace que se dedique más tiempo en regulación de máquinas, para lo cual se procedió a realizar un análisis de causa efecto, el cual se presenta en la Figura 18.

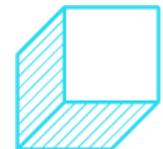


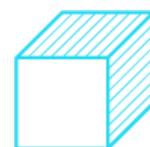


**Figura 18**  
Diagrama Causa - Efecto



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





Luego se procedió a realizar una evaluación de expertos, contando para ello con el jefe operaciones, comercial, calidad, producción y de mantenimiento, es preciso indicar que los expertos considerados fueron jefes de área, conocedores de la problemática interna del alistamiento de máquinas y a la vez conocedores de los problemas que ha ocasionado con los clientes y son los más interesados en solucionar el problema.

En la Tabla 9 se presenta la tabulación de calificación obtenida por los expertos, la cual se dio considerando como puntajes, valores de 0 a 10, donde 10 representa mayor impacto o importancia y cero indica menor importancia.

**Tabla 9**  
*Tabulación de Evaluación de Expertos*

CAUSA	Jefe de operaciones	Jefe comercial	Jefe de calidad	Jefe de producción	Jefe de mantenimiento	TOTAL
Falta de capacitación	10	9	10	9	10	<b>48</b>
Coordinación deficiente	8	8	8	8	7	<b>39</b>
Ausencia de proactividad	10	10	10	10	9	<b>49</b>
Costo elevado de personal técnico	6	7	6	7	6	<b>32</b>
Ausencia de Check List	10	10	10	10	10	<b>50</b>
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>44</b>	<b>42</b>	<b>218</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

De la Tabla 9 se obtuvo la Tabla 10 con la calificación total y expresada en porcentaje.





**Tabla 10**  
*Tabulación de Evaluación de Expertos*

CAUSA	CALIFICACIÓN	% AC
Ausencia de Check List.	50	22.94%
Ausencia de proactividad.	49	22.48%
Falta de capacitación.	48	22.02%
Costo elevado de personal técnico.	39	17.89%
Coordinación deficiente.	32	14.68%
<b>TOTAL</b>	<b>218</b>	<b>100.00%</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

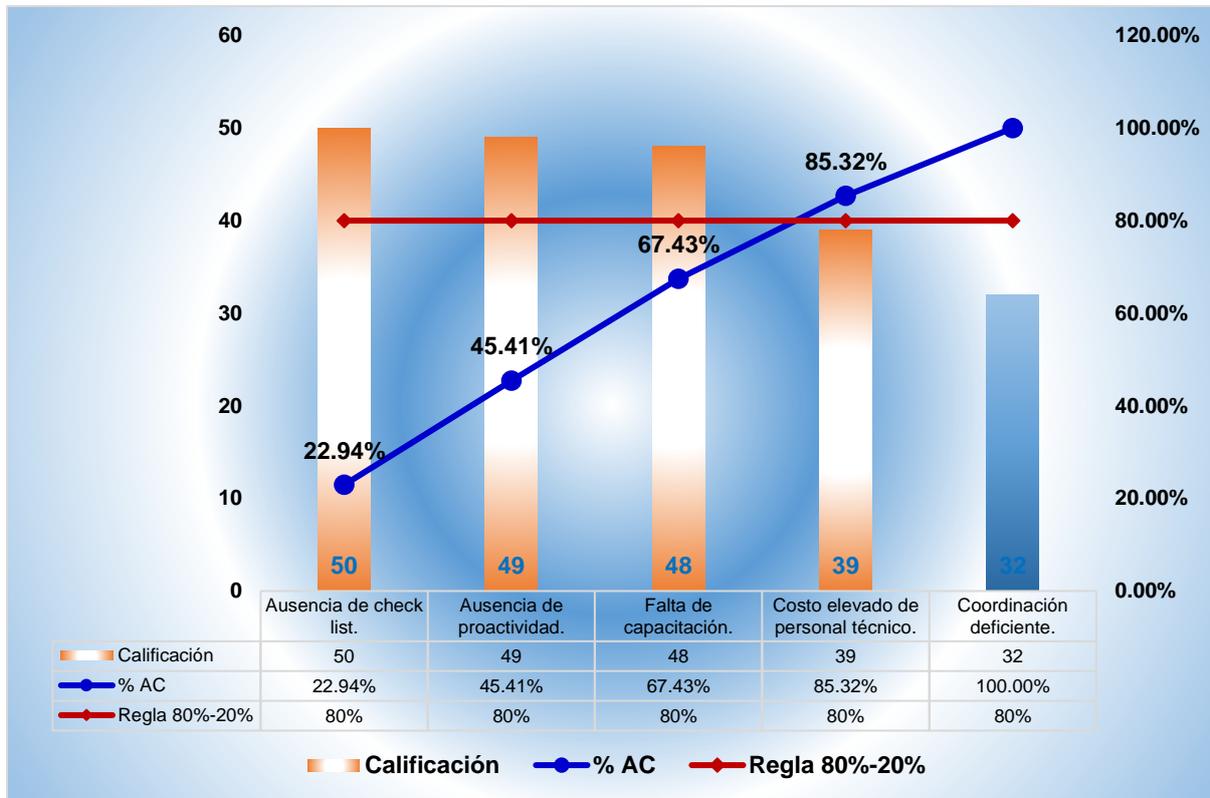
Luego se realizó el Diagrama de Pareto obteniendo así las principales causas que ocasionan un deficiente alistamiento de máquinas, entre las que se tiene: Ausencia de check list, ausencia de proactividad, falta de capacitación y costo elevado de personal técnico, los cuales suman 85.32%.





**Figura 19**

*Pareto de Causas de Demora en Alistamiento de Máquina*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

### 3.4.3. Aplicar SMED para mejorar el tiempo

La aplicación del SMED para mejorar el tiempo de aislamiento de las máquinas requiere realizar 7 pasos, los cuales se presentan a continuación:

- Primero: Realizar la preparación previa.
- Segundo: Analizar sobre qué actividad se realizará el SMED.
- Tercero: Separar lo interno de lo externo.
- Cuarto: Organizar las actividades externas.
- Quinto: Convertir las actividades internas en externas.
- Sexto: Reducir tiempos de las actividades internas.
- Séptimo: Realizar el seguimiento respectivo.



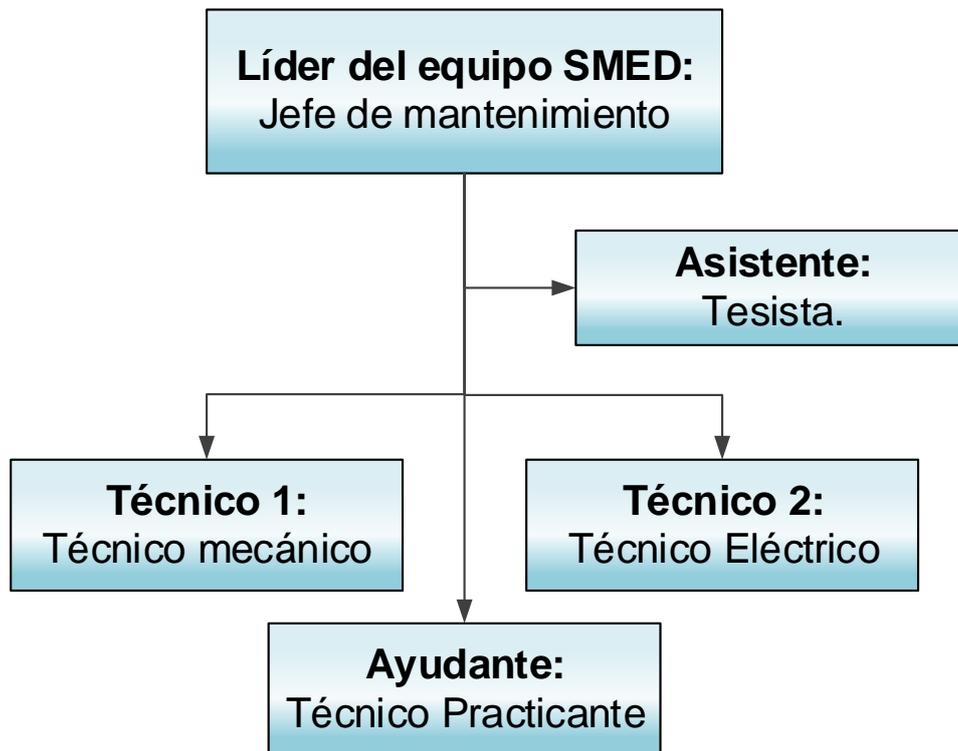


Seguidamente se procede a aplicar el SMED, de acuerdo a los 7 pasos:

**Primero: Realizar la preparación previa**

Se procede a armar el equipo de trabajo, el cual está liderado por el jefe de mantenimiento, con el soporte de un asistente, y 3 técnicos del área de mantenimiento, tal como se muestra en la siguiente Figura 20.

*Figura 20*  
*Equipo SMED*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

**Segundo: Analizar sobre qué actividad se realizará el SMED**

Del Diagrama de Pareto de la Figura 17, se tiene que las actividades sobre las cuales se realizará el SMED son: Regulación de la máquina de corte, de soldadura de cuerpo y orejas y sobre el embutido de logo en tapas.

**Tercero: Separar lo interno de lo externo**





En esta etapa se procede a identificar las actividades que se pueden realizar con la máquina en funcionamiento, es así que se presenta la siguiente tabla con el análisis respectivo, donde primero se identifica la máquina, el proceso que realiza y el tipo de máquina como nombre técnico.

**Tabla 11**  
*Identificación de Máquinas y Proceso a Aplicar SMED*

<b>MÁQUINA</b>	<b>PROCESO</b>	<b>TIPO DE MÁQUINA</b>
Prensa de embutido de logo	Mediante el proceso de embutido se realiza el logo del cliente en alto relieve.	Prensa.
Cortadora	Para cortar piezas.	Cortadora
Soldadora 1	Para soldar cuerpo de envase, previamente rolado.	Soldadora eléctrica galvanizado.
Soldadora 2	Para soldar las orejas en el envase, sobre el cual se coloca la tasa.	Soldadora eléctrica.

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

En la Tabla 12 se detalla la condición que requiere el equipo para proceder a la regulación, así como se describe las actividades internas y externas, obteniendo que en ninguno de los equipos se puede regular con la máquina en funcionamiento, dado que de hacer de esa forma sería imposible regular el equipo porque se requiere desmontar la máquina.





**Tabla 12**  
*Identificación de Actividades Internas y Externas*

MÁQUINA	CARACTERÍSTICA DE REGULACIÓN	ACTIVIDAD	
		EXTERNA	INTERNA
Prensa de embutido de logo	No puede operar mientras se realiza regulaciones.	No existe	Regulación total
Cortadora	No puede operar mientras se realiza regulaciones.	No existe	Regulación total
Soldadora 1	No puede operar mientras se realiza regulaciones.	No existe	Regulación total
Soldadora 2	No puede operar mientras se realiza regulaciones.	No existe	Regulación total

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

#### **Cuarto: Organizar las actividades externas**

Durante el proceso de producción de envases de hojalata, las regulaciones para cambio de producto y en general se realiza con máquina parada, es decir se definidas como operaciones internas, entonces no se tiene actividades externas, por ello se procede a describir las actividades externas, dado que el fin global es de reducir tiempos de alistamiento de máquinas. En ese sentido, se procede a describir las actividades internas en la regulación de equipos descritos en diagramas de procesos (DAP), resaltando las actividades a mejorar, es así que se presenta la Tabla 13 con el DAP de embutido de tapas, el cual consta de 11 actividades externas y 83.53 min de proceso.





**Tabla 13**  
DAP Embutido de Tapas

DAP		PROCESO DE TAPAS					
MÉTODO:	Embutido de tapa.	Área:	Tapas.				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
		○	⇒	◐	◑	▽	
1. Pisar prensado y asegurar que el equipo no funcione.	0.33 Min	●					
2. Retirar protector de prensa.	1.68 Min	●					
3. Realizar 5 pruebas al vacío.	1.00 Min	●					
4. Desmontar y montar matrices.	38.45 Min	●					
5. Verificar que las matrices encajen.	18.35 Min				●		
6. Verificar alineación de troquel.	6.41 Min				●		
7. Verificar medidas.	4.68 Min				●		
8. Realizar ajuste de matrices.	3.21 Min	●					
9. Realizar 5 pruebas.	1.00 Min	●					
10. Realizar ajustes finales	6.24 Min	●					
11. Colocar protector.	2.18 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>		<b>83.53 Min</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>RESUMEN:</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad/Tiempo</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
○ Operación	: 8 54.09 Min						
⇒ Transporte	: 0 0.00 Min						
◐ Demora	: 0 0.00 Min						
◑ Inspección	: 3 29.44 Min						
▽ Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 11 83.53 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

En la Tabla 14 se presenta el DAP del proceso de regulación de cuchillas de corte, el cual consta de 14 actividades externas y 65.02 min de proceso.





**Tabla 14**  
DAP Regulación de Cuchillas

DAP		PROCESO DE REGULACIÓN MÁQUINA DE CORTE					
MÉTODO: Regulación de cuchillas.		Área: Corte.					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
		○	➡	◐	◑	▽	
1. Destapar cabezales de laterales.	8.31 Min	●					
2. Retirar tornillo laterales de cabezal de máquina.	3.81 Min	●					
3. Retirar anfibroscaste de cada eje sujetador de cuchilla (3).	6.11 Min	●					
4. Retirar cuchilla de corte.	6.45 Min	●					
5. Verificar filo de cuchilla.	1.14 Min				●		
6. Afilar cuchilla según sea necesario.	3.42 Min	●					
7. Colocar cuchilla.	3.24 Min	●					
8. Escuadrar cuchilla.	8.24 Min	●					
9. Verificar escuadre de cuchillas.	2.18 Min				●		
10. Colocar autobroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).	3.45 Min	●					
11. Ajustar autorroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).	8.21 Min	●					
12. Colocar tornillos laterales de cabezal de máquina.	3.42 Min	●					
13. Aceitar tornillos laterales de cabezal de máquina.	3.56 Min	●					
14. Colocar tapas cabezales laterales.	3.48 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>		<b>65.02 Min</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>RESUMEN:</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad/Tiempo</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
○ Operación	: 12 61.70 Min						
➡ Transporte	: 0 0.00 Min						
◐ Demora	: 0 0.00 Min						
◑ Inspección	: 2 3.32 Min						
▽ Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 14 65.02 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

En la Tabla 15 se presenta el DAP del proceso de soldadura 1, el cual consta de 14 actividades externas y 50.24 min de proceso.





**Tabla 15**

*DAP Graduación de Equipo de Soldado Para Cierre de Envase*

DAP		PROCESO DE SOLDADORA 1					
MÉTODO: Graduación de equipo de soldado para cierre de envase.		Área: Ensamble.					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
		○	➡	◐	◑	▽	
1. Destapar equipo.	2.18 Min	●					
2. Comprobar que equipo se encuentre frío.	0.42 Min				●		
3. Verificar ubicación de rollo de soldadura.	0.33 Min				●		
4. Re acomodar rollo de soldadura.	2.38 Min	●					
5. Verificar conexiones sueltas por vibración.	1.10 Min				●		
6. Ajustar conexiones sueltas.	3.28 Min	●					
7. Verificar el voltaje sea igual al marcador.	2.18 Min				●		
8. Retirar ceniza de varilla de soldadura.	5.48 Min	●					
9. Verificar contacto de cables.	2.11 Min				●		
10. Regular distancia de soldadura y rodillo base porta hojalata a 3 mm.	8.25 Min	●					
11. Encender equipo.	0.20 Min	●					
12. Esperar 15 min a que caliente el equipo.	15.00 Min				●		
13. Realizar 3 pruebas.	4.25 Min	●					
14. Cerrar equipo.	3.08 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>		<b>50.24 Min</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>RESUMEN:</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad/Tiempo</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
○ Operación	: 8 29.10 Min						
➡ Transporte	: 0 0.00 Min						
◐ Demora	: 1 15.00 Min						
◑ Inspección	: 5 6.14 Min						
▽ Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 14 50.24 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

En la Tabla 16 se presenta el DAP del proceso de soldadura 2, el cual consta de 13 actividades externas y 40.61 min de proceso.





**Tabla 16**

*DAP Graduación de Equipo de Soldado de Orejas*

DAP		PROCESO DE SOLDADORA 2					
MÉTODO:		Graduación de equipo de soldado para soldado de orejas.		Área:		Ensamble.	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
		○	➡	D	■	▽	
1. Destapar equipo.	2.18 Min	●					
2. Verificar ubicación de rollo de soldadura.	0.33 Min				●		
3. Re acomodar rollo de soldadura.	2.38 Min	●					
4. Verificar conexiones sueltas por vibración.	1.10 Min				●		
5. Ajustar conexiones sueltas.	3.28 Min	●					
6. Verificar el voltaje sea igual al marcador.	2.18 Min				●		
7. Retirar ceniza de varilla de soldadura.	5.48 Min	●					
8. Verificar contacto de cables.	2.11 Min				●		
9. Regular ajuste de punto de soldadura.	6.24 Min	●					
10. Regular prensado de soldado.	5.87 Min	●					
11. Encender equipo.	0.20 Min	●					
12. Realizar 3 pruebas.	6.18 Min	●					
13. Cerrar equipo.	3.08 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>		<b>40.61 Min</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
<b>RESUMEN:</b>							
Actividad	Cantidad/Tiempo	OBSERVACIONES GENERALES:					
○ Operación	: 9 34.89 Min						
➡ Transporte	: 0 0.00 Min						
D Demora	: 0 0.00 Min						
■ Inspección	: 4 5.72 Min						
▽ Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 13 40.61 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

A continuación, se presenta la Tabla 17 con el resumen de tiempos de proceso antes de aplicar SMED, identificadas como actividades internas, descritos en la Tablas 13 al 16, el cual es de 239.41 min.





**Tabla 17**

*Resumen de Tiempos de Alistamiento de Máquina Antes de Mejora*

<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>
Embutido de tapa	83.53 Min
Regulación de cuchillas	65.02 Min
Graduación de equipo de soldado para cierre de envase	50.24 Min
Graduación de equipo de soldado para soldado de orejas	40.61 Min
<b>TOTAL</b>	<b>239.41 Min</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>17</sup>

**Quinto: Convertir las actividades internas en externas**

De acuerdo a lo descrito en el tercer paso, para este caso, no se puede convertir ninguna actividad interna en externa, dado que, para realizar cualquier regulación, la máquina debe parar, de lo contrario sucedería un accidente de trabajo con consecuencias graves para la integridad del técnico de mantenimiento y del operador de la máquina.

**Sexto: Reducir tiempos de las actividades internas**

Para reducir las actividades internas se presentan a través de DAPs mejorados respecto a los descritos en las Tablas 13 al 16.

Es así que se presenta la Tabla 18 con el DAP mejorado de embutido de tapas, con 9 actividades y 64.18 min de proceso.

<sup>17</sup> La tabla de tiempos de aislamiento de máquina, se refiere y muestra que es antes de la mejora.





**Tabla 18**  
*DAP Mejorado de Embutido de Tapas*

DAP	PROCESO DE Tapas						
MÉTODO:	Embutido de tapa.		Área:	Tapas.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
1. Pisar prensado y asegurar que el equipo no funcione.	0.33 Min	●					
2. Retirar protector de prensa.	1.68 Min	●					
3. Desmontar y montar matrices.	38.45 Min	●					
4. Verificar alineación de troquel.	6.41 Min				●		
5. Verificar medidas.	4.68 Min				●		
6. Realizar ajuste de matrices.	3.21 Min	●					
7. Realizar 5 pruebas.	1.00 Min	●					
8. Realizar ajustes finales	6.24 Min	●					
9. Colocar protector.	2.18 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>	<b>64.18 Min</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
<b>RESUMEN:</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad/Tiempo</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
Operación	: 7 53.09 Min						
Transporte	: 0 0.00 Min						
Demora	: 0 0.00 Min						
Inspección	: 2 11.09 Min						
Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 9 64.18 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

En la Tabla 19 se presenta el DAP mejorado del proceso de regulación de cuchillas de corte, el cual consta de 12 actividades externas y 57.69 min de proceso.





**Tabla 19**

*DAP Mejorado Regulación de Cuchillas*

DAP		PROCESO DE REGULACIÓN MÁQUINA DE CORTE					
MÉTODO:	Regulación de cuchillas.	Área:	Corte.				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
		○	➡	D	□	▽	
1. Destapar cabezales de laterales.	8.31 Min	●					
2. Retirar tornillo laterales de cabezal de máquina.	3.81 Min	●					
3. Retirar antirroscaste de cada eje sujetador de cuchilla (3).	6.11 Min	●					
4. Retirar cuchilla de corte.	6.45 Min	●					
5. Afilar cuchilla 2 veces por lado.	2.13 Min	●					
6. Colocar y escuadrar cuchilla a 28 grados.	6.58 Min	●					
7. Verificar escuadre de cuchillas.	2.18 Min				●		
8. Colocar autorroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).	3.45 Min	●					
9. Ajustar autorroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).	8.21 Min	●					
10. Colocar tornillos laterales de cabezal de máquina.	3.42 Min	●					
11. Aceitar tornillos laterales de cabezal de máquina.	3.56 Min	●					
12. Colocar tapas cabezales laterales.	3.48 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>		57.69 Min	11	0	0	1	0
<b>RESUMEN:</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad/Tiempo</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
○ Operación	: 11 55.51 Min						
➡ Transporte	: 0 0.00 Min						
D Demora	: 0 0.00 Min						
□ Inspección	: 1 2.18 Min						
▽ Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 12 57.69 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

En la Tabla 20 se presenta el DAP mejorado del proceso de soldadura 1, el cual consta de 11 actividades externas y 36.07 min de proceso.





**Tabla 20**

DAP Mejorado Graduación de Equipo de Soldado

DAP	PROCESO DE SOLDADORA 1						
MÉTODO:	Graduación de equipo de soldado para cierre de envase.			Área: Ensamble.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
		○	➡	D	□	▽	
1. Destapar equipo.	2.18 Min	●					
2. Re acomodar rollo de soldadura.	2.38 Min	●					
3. Ajuste de conexiones de vibración.	0.96 Min	●					
4. Verificar el voltaje sea igual al marcador.	2.18 Min				●		
5. Retirar ceniza de varilla de soldadura.	5.48 Min	●					
6. Verificar contacto de cables.	2.11 Min				●		
7. Regular distancia de soldadura y rodillo base porta hojalata a 3 mm.	8.25 Min	●					
8. Encender equipo.	0.20 Min	●					
9. Esperar 5 min a que caliente el equipo.	5.00 Min				●		
10. Realizar 5 pruebas.	4.25 Min	●					
11. Cerrar equipo.	3.08 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>		<b>36.07 Min</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>RESUMEN:</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad/Tiempo</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
○ Operación	: 8 26.78 Min						
➡ Transporte	: 0 0.00 Min						
D Demora	: 1 5.00 Min						
□ Inspección	: 2 4.29 Min						
▽ Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 11 36.07 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>18</sup>

En la Tabla 21 se presenta el DAP mejorado del proceso de soldadura 2, el cual consta de 11 actividades externas y 31.05 min de proceso.

<sup>18</sup> Es sobre el equipo de soldadura N° 1 para la mejora del cerrado del envase.





**Tabla 21**

*DAP Mejorado de Graduación del Equipo de Soldado de Orejas*

DAP		PROCESO DE SOLDADORA 2					
MÉTODO:	Graduación de equipo de soldado para soldado de orejas.	Área:	Ensamble.				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tiempo	SIMBOLOGÍA					OBSERVACIONES
1. Destapar equipo.	2.18 Min	●					
2. Colocar soldadura al 75% de capacidad.	1.18 Min	●					
3. Ajustar conexiones con 5 vueltas.	1.68 Min	●					
4. Calibrar marcador con voltaje	1.08 Min	●					
5. Retirar y vaciar caja de ceniza de soldadura.	1.25 Min	●					
6. Verificar contacto de cables.	2.11 Min					●	
7. Regular ajuste de punto de soldadura.	6.24 Min	●					
8. Regular prensado de soldado.	5.87 Min	●					
9. Encender equipo.	0.20 Min	●					
10. Realizar 3 pruebas.	6.18 Min	●					
11. Cerrar equipo.	3.08 Min	●					
<b>LEYENDA:</b>		<b>31.05 Min</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>RESUMEN:</b>							
<b>Actividad</b>	<b>Cantidad/Tiempo</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES:</b>					
Operación	: 10 28.94 Min						
Transporte	: 0 0.00 Min						
Demora	: 0 0.00 Min						
Inspección	: 1 2.11 Min						
Almacenamiento	: 0 0.00 Min						
<b>TOTAL</b>	<b>: 11 31.05 Min</b>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>19</sup>

Finalmente se presenta la Tabla 22 con el resumen de DAPs mejorados, en el cual se observa que existe una disminución de tiempo de

<sup>19</sup> Es sobre el equipo de soldadura N° 2.





alistamiento de máquinas de 50.42 min, es decir aplicando SMED se logró reducir el tiempo de regulación de equipos de: 239.41 min a 188.90 min, equivalente a 50.42 min.

**Tabla 22**

*Resumen de Alistamiento de Máquina Mejorados*

<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO</b>
Embutido de tapa.	64.18 Min
Regulación de cuchillas.	57.69 Min
Graduación de equipo de soldado para cierre de envase.	36.07 Min
Graduación de equipo de soldado para soldado de orejas.	31.05 Min
<b>TOTAL</b>	<b>188.99 Min</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

**Séptimo: Realizar el seguimiento respectivo**

A continuación, se presenta los formatos de auditoría diseñados para auditar cada uno de los 4 procesos de regulación mejorados y descritos en los DAPs de las Tablas 18 al 21.

Es así que en la Tabla 23 se presenta el formato de auditoría para la regulación del prensado de tapas, en cual se especifica las actividades que se deben realizar con los tiempos respectivos, así como se ha diseñado cinco columnas para auditar 5 veces a la semana, indicando para ello fecha, hora, tiempo de ejecución por actividad, tiempo total, cálculo de la eficiencia, columna de observaciones por actividad y la respectiva firma del técnico auditado, finalmente se tiene recuadro de observaciones finales y firma del evaluador indicando para ello el nombre y cargo respectivo.

En las Tablas 24, 25 y 26 se describen los formatos de auditoría para las otras 3 regulaciones de máquina descritas en la Tabla 22.



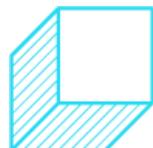


**Tabla 23**

*Formato de Auditoría Para Alistamiento de Prensa de Tapas*

<b>AUDITORÍA DE ALISTAMIENTO DE EQUIPO: PRENSA DE TAPAS.</b>								
<b>PROCESO:</b>		Embutido de tapa.	<b>Área:</b>	Tapas.				<b>OBSERVACIONES</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</b>		<b>Fecha</b>	<b>SEGUIMIENTO AL TÉCNICO</b>					
		<b>Hora</b>						
		<b>Tiempo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	
1.	Pisar prensado y asegurar que el equipo no funcione.	0.33 Min						
2.	Retirar protector de prensa.	1.68 Min						
3.	Desmontar y montar matrices.	38.45 Min						
4.	Verificar alineación de troquel.	6.41 Min						
5.	Verificar medidas.	4.68 Min						
6.	Realizar ajuste de matrices.	3.21 Min						
7.	Realizar 5 pruebas.	1.00 Min						
8.	Realizar ajustes finales	6.24 Min						
9.	Colocar protector.	2.18 Min						
<b>RESULTADOS:</b>		<b>64.18 Min</b>						
		<b>Eficiencia</b>						
		<b>Firma/Técnico</b>						
<b>OBSERVACIONES ADICIONALES:</b>		<p>_____</p> <p><b>Firma del Evaluador</b></p> <p><b>Nombre:</b> _____</p> <p><b>Cargo:</b> _____</p>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





**Tabla 24**

Formato de Auditoría Para Alistamiento de Máquina de Corte

AUDITORÍA DE ALISTAMIENTO DE EQUIPO: REGULACIÓN MÁQUINA DE CORTE.							
<b>PROCESO:</b>	Regulación de cuchillas.	<b>Área:</b>	Corte.				
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</b>	<b>Fecha</b>						<b>OBSERVACIONES</b>
	<b>Hora</b>						
	<b>Tiempo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	
1. Destapar cabezales de laterales.	8.31 Min						
2. Retirar tornillos laterales de cabezal de máquina.	3.81 Min						
3. Retirar autorroscante de cada eje sujetador de cuchilla (3).	6.11 Min						
4. Retirar cuchilla de corte.	6.45 Min						
5. Afilar cuchilla 2 veces por lado.	2.13 Min						
6. Colocar y escuadrar cuchilla a 28 grados.	6.58 Min						
7. Verificar escuadre de cuchillas.	2.18 Min						
8. Colocar autorroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).	3.45 Min						
9. Ajustar autorroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).	8.21 Min						
10. Colocar tornillos laterales de cabezal de máquina.	3.42 Min						
11. Aceitar tornillos laterales de cabezal de máquina.	3.56 Min						
12. Colocar tapas cabezales laterales.	3.48 Min						
<b>RESULTADOS:</b>	<b>57.69 Min</b>						
	<b>Eficiencia</b>						
	<b>Firma/Técnico</b>						
<b>OBSERVACIONES ADICIONALES:</b>	<p style="text-align: center;">           _____  <b>Firma del Evaluador</b>  <b>Nombre:</b> _____  <b>Cargo:</b> _____         </p>						

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)



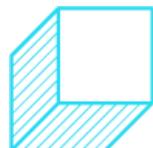


**Tabla 25**

Formato de Auditoría Para Alistamiento de Máquina soldadora 1

AUDITORÍA DE ALISTAMIENTO DE EQUIPO: SOLDADORA 1.								
<b>PROCESO:</b>	Graduación de equipo de soldado para cierre de envase.	<b>Área:</b>	Ensamble.					<b>OBSERVACIONES</b>
		SEGUIMIENTO AL TÉCNICO						
<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</b>	<b>Fecha</b>							
	<b>Hora</b>							
	<b>Tiempo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>		
1. Destapar equipo.	2.18 Min							
2. Re acomodar rollo de soldadura.	2.38 Min							
3. Ajuste de conexiones de vibración.	0.96 Min							
4. Verificar el voltaje sea igual al marcador.	2.18 Min							
5. Retirar ceniza de varilla de soldadura.	5.48 Min							
6. Verificar contacto de cables.	2.11 Min							
7. Regular distancia de soldadura y rodillo base porta hojalata a 3 mm.	8.25 Min							
8. Encender equipo.	0.20 Min							
9. Esperar 5 min a que caliente el equipo.	5.00 Min							
10. Realizar 5 pruebas.	4.25 Min							
11. Cerrar equipo.	3.08 Min							
<b>RESULTADOS:</b>	<b>36.07 Min</b>							
	<b>Eficiencia</b>							
	<b>Firma/Técnico</b>							
<b>OBSERVACIONES ADICIONALES:</b>	<p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;"><b>Firma del Evaluador</b></p> <p><b>Nombre:</b> _____</p> <p><b>Cargo:</b> _____</p>							

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





**Tabla 26**

Formato de Auditoría Para Alistamiento de Máquina Soldadora 2

AUDITORÍA DE ALISTAMIENTO DE EQUIPO: SOLDADORA 2.								
MÉTODO:	Graduación de equipo de soldado para soldado de orejas.	Área:	Ensamble.					OBSERVACIONES
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Fecha	SEGUIMIENTO AL TÉCNICO						
	Hora	T1	T2	T3	T4	T5		
	Tiempo	T1	T2	T3	T4	T5		
1. Destapar equipo.	2.18 Min							
2. Colocar soldadura al 75% de capacidad.	1.18 Min							
3. Ajustar conexiones con 5 vueltas.	1.68 Min							
4. Calibrar marcador con voltaje	1.08 Min							
5. Retirar y vaciar caja de ceniza de soldadura.	1.25 Min							
6. Verificar contacto de cables.	2.11 Min							
7. Regular ajuste de punto de soldadura.	6.24 Min							
8. Regular prensado de soldado.	5.87 Min							
9. Encender equipo.	0.20 Min							
10. Realizar 3 pruebas.	6.18 Min							
11. Cerrar equipo.	3.08 Min							
RESULTADOS:	<b>31.05 Min</b>							
	<b>Eficiencia</b>							
	<b>Firma/Técnico</b>							
OBSERVACIONES ADICIONALES:	<p style="text-align: center;">_____</p> <p style="text-align: center;"><b>Firma del Evaluador</b></p> <p>Nombre: _____</p> <p>Cargo: _____</p>							

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





### 3.4.4. Proponer Check List de seguridad

Para asegurar el alistamiento de máquinas, a continuación, se presenta el Check List elaborado por cada tipo de regulación de máquina descrito en la Tabla 22, con la finalidad de asegurar que se cumpla con los tiempos por actividad y así se asegure el tiempo total de alistamiento de máquina definido en los DAPS mejorados; y para que se lleve a cabo el Check List se deben seguir con el siguiente flujo de proceso:

**Figura 21**

*Flujo de Proceso Para Realizar Check List*



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





Seguidamente los respectivos formatos de Check List para cada uno de los equipos detallados en la Tabla 22. En la Tabla 27 se presenta el Check List para regulación de embutido de tapas.

En la Tabla 28 se presenta el Check List para la regulación de cuchillas de corte; en la Tabla 29 se presenta el Check List para la regulación del equipo de soldadura 1; en la Tabla 21 se presenta el Check List para la regulación del equipo de soldadura 2.





**Tabla 27**

*Check List Para el Proceso de Regulación de Embutido de Tapas*

<b>CHECK LIST REGULACIÓN DE MÁQUINA</b>		
<b>PROCESO:</b>	Embutido de tapa.	<b>Área:</b> Tapas.
		<b>Fecha/Hora:</b>
<b>ACTIVIDAD A REALIZAR</b>	<b>Check</b>	<b>Observación</b>
1. Coordinar con producción que el equipo se encuentre apagado.		
2. Asegurar que la máquina se encuentre apagada.		
3. Asegurar que tenga en uso los EPP dispuestos por la empresa.		
4. Coordinar con producción que exista material de trabajo en el área para realizar las pruebas necesarias.		
5. Pisar prensado y asegurar que el equipo no funcione.		
6. Retirar protector de prensa.		
7. Desmontar y montar matrices.		
8. Verificar alineación de troquel.		
9. Verificar medidas.		
10. Realizar ajuste de matrices.		
11. Realizar 5 pruebas.		
12. Realizar ajustes finales		
13. Colocar protector.		
<b>RECOMENDACIONES PARA PRODUCCIÓN:</b>		
	<p align="center"><b>Firma del mecánico</b></p> <p><b>Nombre:</b></p> <p><b>Cargo:</b></p>	<p align="center"><b>Firma Producción</b></p> <p><b>Nombre:</b></p> <p><b>Cargo:</b></p>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





**Tabla 28**

*Check List Para el Proceso de Regulación de Cuchillas*

<b>CHECK LIST REGULACIÓN DE MÁQUINA</b>			
<b>PROCESO:</b>	Regulación de cuchillas.	<b>Área:</b>	Corte
		<b>Fecha/Hora:</b>	
<b>ACTIVIDAD A REALIZAR</b>	<b>Check</b>	<b>Observación</b>	
1. Coordinar con producción que el equipo se encuentre apagado.			
2. Asegurar que la máquina se encuentre apagada.			
3. Asegurar que tenga en uso los EPP dispuestos por la empresa.			
4. Coordinar con producción que exista material de trabajo en el área para realizar las pruebas necesarias.			
5. Destapar cabezales de laterales.			
6. Retirar tornillos laterales de cabezal de máquina.			
7. Retirar autorroscante de cada eje sujetador de cuchilla (3).			
8. Retirar cuchilla de corte.			
9. Afilar cuchilla 2 veces por lado.			
10. Colocar y escuadrar cuchilla a 28 grados.			
11. Verificar escuadre de cuchillas.			
12. Colocar autorroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).			
13. Ajustar autorroscante de los ejes sujetadores de cuchilla (3).			
14. Colocar tornillos laterales de cabezal de máquina.			
15. Aceitar tornillos laterales de cabezal de máquina.			
16. Colocar tapas cabezales laterales.			
<b>RECOMENDACIONES PARA PRODUCCIÓN:</b>			
		<b>Firma del mecánico</b> <b>Nombre:</b> <b>Cargo:</b>	<b>Firma Producción</b> <b>Nombre:</b> <b>Cargo:</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)



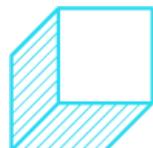


**Tabla 29**

*Check List Para el Proceso de Regulación de Cierre de Envase*

<b>CHECK LIST REGULACIÓN DE MÁQUINA – SOLDADORA 1</b>		
<b>PROCESO:</b>	Graduación de equipo de soldado para cierre de envase.	<b>Área:</b> Ensamble.
		<b>Fecha/Hora:</b>
<b>ACTIVIDAD A REALIZAR</b>	<b>Check</b>	<b>Observación</b>
1. Coordinar con producción que el equipo se encuentre apagado.		
2. Asegurar que la máquina se encuentre apagada.		
3. Asegurar que tenga en uso los EPP dispuestos por la empresa.		
4. Coordinar con producción que exista material de trabajo en el área para realizar las pruebas necesarias.		
5. Destapar equipo.		
6. Re acomodar rollo de soldadura.		
7. Ajuste de conexiones de vibración.		
8. Verificar el voltaje sea igual al marcador.		
9. Retirar ceniza de varilla de soldadura.		
10. Verificar contacto de cables.		
11. Regular distancia de soldadura y rodillo base porta hojalata a 3 mm.		
12. Encender equipo.		
13. Esperar 5 min a que caliente el equipo.		
14. Realizar 5 pruebas.		
15. Cerrar equipo.		
<b>RECOMENDACIONES PARA PRODUCCIÓN:</b>		
	<b>Firma del mecánico</b> Nombre: Cargo:	<b>Firma Producción</b> Nombre: Cargo:

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)



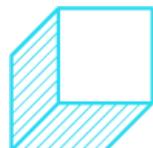


**Tabla 30**

*Check List Para el Proceso de Regulación de Soldado de Orejas*

<b>CHECK LIST REGULACIÓN DE MÁQUINA SOLDADURA 2</b>			
<b>PROCESO:</b>	Graduación de equipo de soldado para soldado de orejas.	<b>Área:</b>	Ensamble.
		<b>Fecha/Hora:</b>	
<b>ACTIVIDAD A REALIZAR</b>	<b>Check</b>	<b>Observación</b>	
1. Coordinar con producción que el equipo se encuentre apagado.			
2. Asegurar que la máquina se encuentre apagada.			
3. Asegurar que tenga en uso los EPP dispuestos por la empresa.			
4. Coordinar con producción que exista material de trabajo en el área para realizar las pruebas necesarias.			
5. Destapar equipo.			
6. Colocar soldadura al 75% de capacidad.			
7. Ajustar conexiones con 5 vueltas.			
8. Calibrar marcador con voltaje			
9. Retirar y vaciar caja de ceniza de soldadura.			
10. Verificar contacto de cables.			
11. Regular ajuste de punto de soldadura.			
12. Regular prensado de soldado.			
13. Encender equipo.			
14. Realizar 3 pruebas.			
15. Cerrar equipo.			
<b>RECOMENDACIONES PARA PRODUCCIÓN:</b>			
	<b>Firma del mecánico</b> <b>Nombre:</b> <b>Cargo:</b>		<b>Firma Producción</b> <b>Nombre:</b> <b>Cargo:</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





### **3.4.5. Indicadores propuestos de control**

Para el control del alistamiento de máquinas, a continuación, se presenta la Tabla 31 con la relación de indicadores de gestión propuestos para controlar las propuestas realizadas en los tiempos de alistamiento de máquinas, los cuales se encuentran divididos en tres partes:

- Respecto al cumplimiento de los tiempos de proceso en alistamiento de máquina.
- Respecto al cumplimiento de Check List.
- Respecto al índice de requerimientos post regulación de máquina.

Donde por cada uno de ellos se especifica los niveles de control tipo semáforo.





**Tabla 31**  
*Indicadores Propuestos*

INDICADOR		CONTROL DEL INDICADOR		
Índice de cumplimiento de proceso de regulación de máquina de embutido de tapa.	$= \frac{\text{Tiempo realizado en proceso de regulación de máquina de embutido de tapas.}}{\text{Tiempo determinado en proceso de regulación de máquina de embutido de tapas.}} \times 100\%$	X	100%	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">≤ 85%</div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">&lt; 84.9% a 95% &gt;</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">≥ 96%</div> </div>
Índice de cumplimiento de proceso de regulación de cuchillas de máquina de corte.	$= \frac{\text{Tiempo realizado en proceso de regulación de cuchillas de máquina de corte.}}{\text{Tiempo determinado en proceso de regulación de cuchillas de máquina de corte.}} \times 100\%$	X	100%	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">≤ 85%</div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">&lt; 84.9% a 95% &gt;</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">≥ 96%</div> </div>
Índice de cumplimiento de proceso de regulación de máquina de soldadora 1.	$= \frac{\text{Tiempo realizado en proceso de regulación de máquina de soldadora 1.}}{\text{Tiempo determinado en proceso de regulación de máquina de soldadora 1.}} \times 100\%$	X	100%	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">≤ 85%</div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">&lt; 84.9% a 95% &gt;</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">≥ 96%</div> </div>
Índice de cumplimiento de proceso de regulación de máquina de soldadora 2.	$= \frac{\text{Tiempo realizado en proceso de regulación de máquina de soldadora 2.}}{\text{Tiempo determinado en proceso de regulación de máquina de soldadora 2.}} \times 100\%$	X	100%	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">≤ 85%</div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">&lt; 84.9% a 95% &gt;</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">≥ 96%</div> </div>
Índice de cumplimiento de Check List.	$= \frac{\text{Check List realizadas.}}{\text{Regulaciones de máquina realizadas.}} \times 100\%$	X	100%	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">≤ 79%</div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">&lt; 80% a 84.9% &gt;</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">≥ 85%</div> </div>
Índice de requerimientos post regulación de máquina	$= \frac{\text{Cantidad de solicitudes de regulación post arranque de producción.}}{\text{Cantidad de Check List realizados.}} \times 100\%$	X	100%	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 5px; text-align: center;">≥ 2.51%</div> <div style="background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;">&lt; 1.51% a 2.5% &gt;</div> <div style="background-color: lightgreen; padding: 5px; text-align: center;">&lt; 1.5%</div> </div>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





### 3.4.6. Capacitar al personal sobre las mejoras realizadas

El área de mantenimiento se encuentra formado por 15 técnicos, los cuales se encuentran conformados por técnicos mecánicos, eléctricos y practicantes, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 32**  
*Personal Técnico en Área de Mantenimiento*

<b>PERSONAL</b>	<b>CANTIDAD</b>
Mecánico	10
Eléctrico	2
Practicante	3
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

La capacitación sobre las regulaciones de máquina se realizó en la planta, en la misma máquina, debido a que era necesario que el personal entienda los pasos en que se deben realizar las actividades en la regulación de los equipos. Es así que se formaron grupos de 3 técnicos por capacitación, formando 5 grupos por tipo de regulación de máquina a capacitar, tal como se muestra en las Tablas 33 al 36 con un total de 20 días de capacitación, con una hora invertida por día capacitación.





**Tabla 33**

*Capacitación en Alistamiento de Prensa de Tapas*

<b>GRUPO DE TÉCNICOS</b>	<b>DÍA 1</b>	<b>DÍA 2</b>	<b>DÍA 3</b>	<b>DÍA 4</b>	<b>DÍA 5</b>
Grupo 1	x				
Grupo 2		x			
Grupo 3			x		
Grupo 4				x	
Grupo 5					x

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

La Tabla 33 muestra la capacitación realizada para el alistamiento de la máquina denominada prensa de tapas, la cual se realizó en 5 días, del día 1 al día 5.

Seguidamente se presenta la Tabla 34 con la capacitación realizada para el alistamiento de máquina de corte (regulación de cuchillas), realizado en 5 días, del día 6 al día 10.





**Tabla 34**

*Capacitación en Alistamiento de Máquina de Corte*

<b>GRUPO DE TÉCNICOS</b>	<b>DÍA 6</b>	<b>DÍA 7</b>	<b>DÍA 8</b>	<b>DÍA 9</b>	<b>DÍA 10</b>
Grupo 1	x				
Grupo 2		x			
Grupo 3			x		
Grupo 4				x	
Grupo 5					x

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)<sup>20</sup>

En la Tabla 35 se presenta la capacitación realizada para el alistamiento soldadora 1, realizado en 5 días, del día 11 al día 15.

**Tabla 35**

*Capacitación en Alistamiento de Máquina Soldadora 1*

<b>GRUPO DE TÉCNICOS</b>	<b>DÍA 11</b>	<b>DÍA 12</b>	<b>DÍA 13</b>	<b>DÍA 14</b>	<b>DÍA 15</b>
Grupo 1	x				
Grupo 2		x			
Grupo 3			x		
Grupo 4				x	
Grupo 5					x

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

En la Tabla 36 se presenta la capacitación realizada para el alistamiento soldadora 2, realizado en 5 días, del día 16 al día 20.

<sup>20</sup>La tabla se refiere a la regulación de las cuchillas.





**Tabla 36**

*Capacitación en Alistamiento de Máquina Soldadora 2*

<b>GRUPO DE TÉCNICOS</b>	<b>DÍA 16</b>	<b>DÍA 17</b>	<b>DÍA 18</b>	<b>DÍA 19</b>	<b>DÍA 20</b>
Grupo 1	x				
Grupo 2		x			
Grupo 3			x		
Grupo 4				x	
Grupo 5					x

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

Finalmente, se presenta la Tabla 37 con la capacitación de Check List, e indicadores propuestos. Los cuales se realizaron en dos días, del día 21 al día 22, con dos horas de capacitación por día.

**Tabla 37**

*Capacitación Sobre Check List e Indicadores Propuestos*

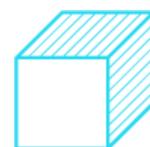
<b>DESCRIPCIÓN DE TEMA</b>	<b>DÍA 21</b>	<b>DÍA 22</b>
Proceso de check list	x	
Check List por tipo de máquina	x	x
Indicadores de control		x

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

### **3.5. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA PROPUESTA**

En la Tabla 38 se presenta el costo que representa la implementación de la propuesta, el cual asciende a S/. 36,500.00.





**Tabla 38**

*Inversión por Implementación de la Propuesta*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	HORAS POR DÍA	COSTO POR HORA	CANTIDAD DE PERSONAS	COSTO ANUAL
Análisis y propuesta	35 días	3	S/ 100.00	3	S/ 31,500.00
Sobre regulación de máquinas	20 días	1	S/ 200.00	15	S/ 4,000.00
Sobre Check List e indicadores	2 días	2	S/ 200.00	15	S/ 800.00
Formatos de Check List y auditorías	2 millares				S/ 200.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/ 36,500.00</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

Teniendo en cuenta que la pérdida anual debido al problema de alistamiento de máquina es de S/. 123,540.00 y la inversión requerida asciende a S/. 36,500.00, a continuación, se presenta la Tabla 39 con el análisis de pérdida, recuperación de inversión y recuperación para el primer año y segundo año, donde:

La pérdida anual se ha prorrateado de forma mensual para efectos de análisis, teniendo una pérdida por alistamiento de máquina mensual de S/. 10,295.00; por otro lado, se procede a dividir la inversión entre la pérdida mensual para calcular la cantidad de meses en que se recupera la inversión:  $S/ 36,500 \text{ entre } S/ 10,295.00 = 3.54$  meses equivalente a 4 meses.

Teniendo en cuenta que en los 4 primeros meses se recupera la inversión, en los 8 meses siguientes se recupera la pérdida por alistamiento de máquinas de forma neta, recuperación equivalente a S/. 82,360.00. - Y a partir del segundo año se tendrá una recuperación del 100% de la pérdida por regulación de máquinas, además de otras ventajas como incrementar el cumplimiento de producción, minimizar el porcentaje de fallas, reclamos y pérdida de pedidos.

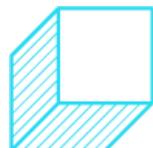




**Tabla 39**  
*Análisis Pérdida – Inversión – Recuperación*

Descripción	Mensual												
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	
<b>Pérdida anual</b>	<b>S/123,540.00</b>	S/10,295.00											
<b>Inversión</b>	<b>S/ 36,500.00</b>	S/10,295.00	S/10,295.00	S/10,295.00	S/10,295.00								
Recuperación primer año	S/ 82,360.00				S/10,295.00								
Recup a partir del 2do año	<b>S/123,540.00</b>												

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





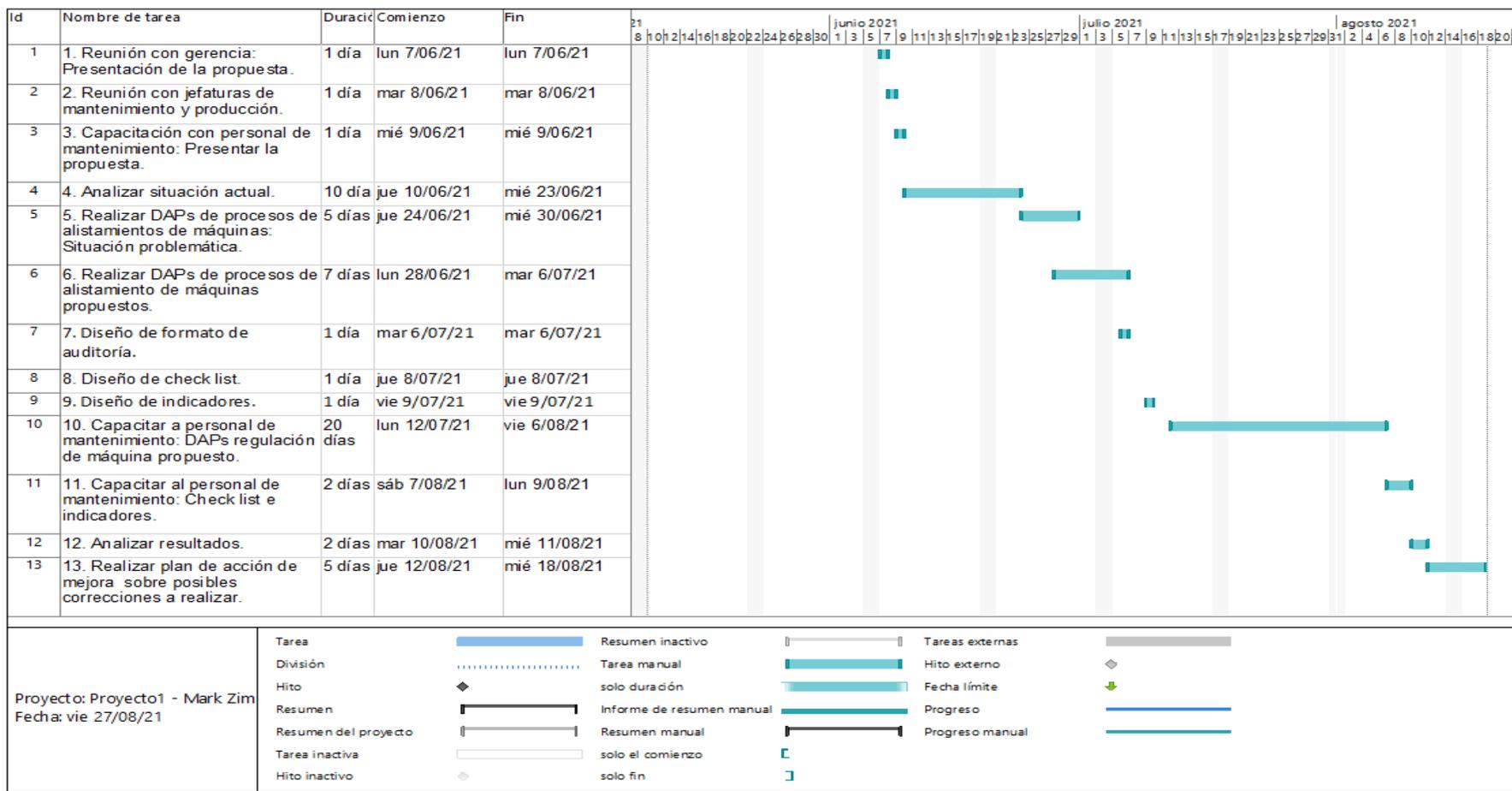
### **3.6. CRONOGRAMA DE TRABAJO DEL PROYECTO**

En la Figura 22 se presenta el Gantt de la presente propuesta, el cual se realiza en 17 actividades con una proyección de 57 días para su ejecución, con fecha de inicio lunes 07 de junio del año 2021 y fecha de finalización el día miércoles 18 de agosto del año 2021.

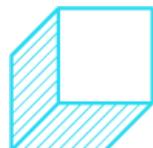




**Figura 22**  
**Cronograma del Proyecto**



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





### 3.7. CONCLUSIONES

- La propuesta permitió analizar el proceso de alistamiento de máquinas en la empresa Lata Lux S.A.
- El análisis del proceso de alistamiento de máquina permitió identificar las regulaciones críticas.
- Con la aplicación de la propuesta se logró mejorar el tiempo de alistamiento de máquinas en 21.06% equivalente a 50.42 min, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 40**  
*Conclusiones de la Mejora Aplicada*

OPERACIÓN	ANTES	MEJORADO
Embutido de tapa	83.53 Min	64.18 Min
Regulación de cuchillas	65.02 Min	57.69 Min
Graduación de equipo de soldado para cierre de envase	50.24 Min	36.07 Min
Graduación de equipo de soldado para soldado de orejas	40.61 Min	31.05 Min
<b>TOTAL</b>	<b>239.41 Min</b>	<b>188.99 Min</b>
		<b>50.42 Min</b>
<b>MEJORA</b>		<b>21.06%</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

- A fin de año se espera disminuir el porcentaje de reclamos a 1.5% de acuerdo a la propuesta realizada por (Vieira, Silva, Campilho, Ferreira, & Pereira, 2020), quien gracias a la aplicación del SMED logró disminuir el tiempo de alistamiento de máquinas y con ello incrementar el nivel de servicio y minimizar los reclamos de los clientes.





- También se espera incrementar el cumplimiento de producción en mínimo 95%, de acuerdo a las propuestas realizadas por Silva et al. (2021), así como la propuesta de Martins et al (2018), quienes aplicando SMED lograron disminuir los tiempos de alistamiento de máquina entre 20% y 25%, dando mayor capacidad a la planta de producción e incrementar la producción y con ello el cumplimiento.
- Aplicar SMED permitió mejorar el tiempo de alistamiento de máquinas.
- Se logró establecer check list por regulación crítica, con lo cual se espera asegurar el alistamiento de máquinas en el tiempo mejorado.
- Se logró proponer indicadores de control de alistamiento de máquina, con los cuales se espera controlar los procesos y tiempos de alistamiento de máquina.
- Se logró capacitar al personal, con lo cual se logra la mejor propuesta, y con el programa de capacitación se espera que se mantenga activo la propuesta.

### **3.8. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar SMED al resto de máquinas que forman parte del proceso de producción de envases, dado que las regulaciones se realizan parando la producción y se requiere minimizar el tiempo de parada de máquina por regulación, aunque no forme parte del 80% del análisis de Pareto.
- Se recomienda aplicar mantenimiento autónomo para que los operadores de máquina tengan más cuidado al operar los equipos, debido a que el problema de desregulación de equipos durante el proceso de producción, también se debe a maniobras mal realizado por los operadores de las mismas.
- Así mismo, se recomienda realizar instructivos de trabajo para complementar la mejora realizada con el SMED, y así mantener el





proceso de regulación de máquinas más detallado, incorporando fotos de los equipos y pasos a realizar de inicio a fin.

- Por otro lado, se recomienda mantener activo las auditorías a las mejoras para asegurar que se cumpla lo establecido en la mejora.
- Se recomienda incluir en el check list al área de calidad para que incluya en sus controles la realización de check list.
- Se recomienda complementar la propuesta con un programa de mantenimiento preventivo, para mejorar la capacidad de disponibilidad de los equipos.
- Se recomienda a calidad implementar indicadores de control en referencia a las regulaciones críticas mejoradas.
- Finalmente, se recomienda el compromiso constante de la gerencia y jefaturas de mantenimiento y producción para que no se pierda la implementación realizada.





## CAPÍTULO IV REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

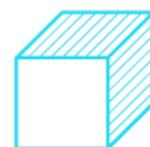
- Idehpucp. (02 de 02 de 2021). Obtenido de <https://idehpucp.pucp.edu.pe/notas-informativas/la-percepcion-de-la-corrupcion-en-el-peru-en-los-ultimos-anos/>
- INEI. (06 de 2021). Avance coyuntural de la actividad económica. *Instituto Nacional de Estadística e Informática*(08), 13. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/08-informe-tecnico-avance-coyuntural-jun-2021.pdf>
- Lata Lux S.A. (2021).
- LeanSIs Productividad. (2017). *Introducción a Lean Manufacturing*. España: Ecoembes.
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F., & Matías, J. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. *ScienceDirect*, 17(2018), 647-654. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.113>
- Metalgraf. (2018). *Calidad y Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.shmetalgraf.com/calidad-y-medio-ambiente/>
- Salas, B. (07 de 2021). Actualidad económica. *Legal y política*, pág. 1. Obtenido de <https://semanaeconomica.com/legal-politica>
- Silva, A., Santos, G., Silva, F., Ferreira, L., & Pereira, M. (Junio de 2021). Implementation of SMED in a cutting line. *ScienceDirect*, 51, 1355-1362. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.189>
- Sisternas, P. (12 de 07 de 2018). *Intefi*. Obtenido de <https://www.emprendepyme.net/que-hacen-las-empresas-para-cuidar-el-medio-ambiente.html>
- Socconini, L. (2019). *Lean Company: Más allá de la manufactura* (Primera ed.). Barcelona, España: Marge Books.
- Vieira, A., Silva, F., Campilho, R., Ferreira, L., & Pereira, T. (2020). SMED methodology applied to the deep drawing process in the automotive industry. *ScienceDirect*, 51(2020), 1416-1422. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.197>





Zimic La Rosa, M. (2021). Trabajo de Suficiencia Profesional de EPI - Para obtener el título de Ingeniero Industrial. Lima, Perú.





## CAPÍTULO V

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**ALISTAMIENTO:** Proceso que consiste en realizar actividades que permitan poner a punto a una máquina o equipo para que pueda ingresar a la línea de producción a operar de manera continua en condiciones óptimas.

**CHECK LIST:** Formato que permite realizar Check a pautas generales o específicas, de acuerdo a lo que se requiera asegurar o controlar que se realice de acuerdo a parte interesadas generalmente por lograr obtener una mejor calidad en los resultados.

**PROCESO:** Denominado así a una secuencia definida de ejecución de acciones que permiten obtener un producto, siendo este producto tangible o intangible.

**DAP:** Siglas asignadas al término: Diagrama de actividades de proceso, que finalmente implica en identificar las actividades que intervienen en un proceso clasificado con identificadores gráficos estándares tales como: operación representada por un círculo, traslado representado por una flecha, demora representada por una D, inspección representada por un cuadrado y finalmente almacenamiento representado por un triángulo invertido.

**INDICADOR:** Son entes numéricos expresados en unidades o porcentajes que permiten medir de forma cuantitativa algo que se requiere controlar, generalmente producto de un resultado directo de un proceso u obtenido mediante operaciones matemáticas producto de varias unidades de medidas.

**AUDITORÍA:** Proceso por el cual se procede a revisar una actividad, proceso, secuencia u otro con la finalidad de verificar que se realice de acuerdo a algo previamente establecido y conocido por quienes realizan la acción a auditar.

**INVERSIÓN:** Cantidad de dinero que resulta de costear toda actividad, bienes y servicios que se requiere para la realización de un proyecto, conocido también como recursos, siendo estos materiales, insumos, servicios, con el fin de obtener un beneficio.





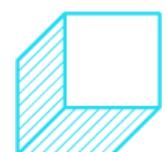
**CAPÍTULO VI**  
**ANEXOS**

*Anexo 1*

*Pedidos 2019 -2020 -2021*

<b>MES</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Enero	26	25	21
Febrero	25	24	20
Marzo	28	26	21
Abril	28	26	20
Mayo	28	26	20
Junio	29	26	20
Julio	29	26	20
Agosto	28	25	
Setiembre	28	26	
Octubre	29	26	
Noviembre	31	26	
Diciembre	28	27	
<b>TOTAL</b>	<b>337</b>	<b>309</b>	<b>142</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





**Anexo 2**

*Reclamos 2019 -2020 -2021 – Expresado en Unidades de Pedido*

<b>MES</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Enero	6	9	9
Febrero	8	8	9
Marzo	6	9	8
Abril	7	9	9
Mayo	5	7	9
Junio	8	9	8
Julio	9	8	9
Agosto	7	8	
Setiembre	8	9	
Octubre	7	9	
Noviembre	9	8	
Diciembre	9	9	
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>102</b>	<b>61</b>

Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)





### Anexo 3

#### Productos Fabricados en Planta



Fuente elaboración propia: (Zimic La Rosa, 2021)

