



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de ingenierías

# PROYECTO DE TITULACIÓN

AUMENTO EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE INYECCION DE  
PLASTICO

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
INGENIERO INDUSTRIAL

**PRESENTA:**

CUEVAS CHAVEZ JOSUE NEFTALI

**ASESOR:**

JOSE GUILLERMO BATISTA ORTIZ

18 de Noviembre del 2022



## Índice

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....	5
2. Agradecimientos. ....	5
3. Resumen. ....	5
4. Índice.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Lista de Tablas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Lista de Figuras .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	7
5.- Introducción.....	7
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente. ....	9
7. Problemas a resolver, priorizándolos. ....	11
8. Justificación .....	13
9. Objetivos (General y Específicos).....	14
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO .....	15
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos). ....	15
CAPÍTULO 4: DESARROLLO.....	18
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas. ....	18
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....	36
12. Resultados.....	36
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....	57
13. Conclusiones del Proyecto .....	57
CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....	59
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas. ....	59
CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN .....	61



15. Fuentes de información ..... 61

CAPÍTULO 9: ANEXOS..... 62

17. Anexos..... 62

**Lista de Tablas**

**Tabla 1 Cambios de molde generados durante 24 hrs (2 turnos) ..... 25**

**Tabla 2 Tiempo promedio para empaque y control de calidad.....31**

**Tabla 3 Tiempo actualizado para el proceso de cambio de molde ..... 36**

**Tabla 4 Formato Check list .....37**

**Tabla 5 Colorimetría para brocas y machuelos ..... 41**

**Lista de Figuras**

**Figura 1 Organigrama empresarial manufacturera de plasticos avidesa (MPA) ..... 9**

**Figura 2 Maquina de inyeccion de plastico Mod. Lien Yu 039925 ..... 18**

**Figura 3 Recorrido necesario para cambiar un molde ..... 19**

**Figura 4 Molde de inyeccion correspondiente a el producto cuadrado de 2 “ .....20**

**Figura 5 Almacen de area moldes ..... 21**

**Figura 6 Diagrama de Ishikaea muestra las variables de el proceso de cambio de molde .. 22**

**Figura 7 Diagrama de Pareto muestra las causas de retraso en el cambio de molde ..... 23**

**Figura 8 Tablero de herramientas disponibles para realizar un cambio de molde ..... 23**

**Figura 9 Grafico correspondiente a los cambios de molde durante el mes de febreo 2022.. 24**

**Figura 10 Producto terminado .....26**

<b>Figura 11</b>	<b>Producto con cavidades obstruidas .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 12</b>	<b>Area destinada a segundo trabajo .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 13</b>	<b>Tablero de dispositivos necesarios para cada producto .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 14</b>	<b>Tablero disponible para colocar brocas y machuelos .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 15</b>	<b>Lugar para el lote de producción generado por hora .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 16</b>	<b>Area de producto terminado esperando a empaque .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 17</b>	<b>Ficha de inspección para piezas elaboradas .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 18</b>	<b>Tablero con herramental necesario para cambio de molde .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 19</b>	<b>Gestión y orden en el almacén de moldes .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 20</b>	<b>Area de producción tras implementación de las 5s .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 21</b>	<b>Layout actualizado correspondiente al área de producción .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 22</b>	<b>Grafica de tiempo empleado en el proceso de cambio de molde .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 23</b>	<b>Diseño de etiquetas para dispositivos de productos .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 24</b>	<b>Tablero de dispositivos para productos actualizado .....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 25</b>	<b>Ayuda visual para la identificación de brocas .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 26</b>	<b>Ayuda visual para la identificación de machuelos .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 27</b>	<b>Ayuda visual para la identificación de brocas A/V .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 28</b>	<b>Diagrama de análisis de proceso (DAO) correspondiente a segundo trabajo.....</b>	<b>44</b>

## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos.**

Se otorgan los agradecimientos principalmente a el gerente principal Juan Ávila por permitir que se desarrollase un proyecto de residencias profesionales dentro de sus instalaciones por haber permitido el tiempo y espacio para que estas se ejecutasen.

Así mismo se agradece a la gerente de producción Ing. Daniela Ávila Castillo por haber desarrollado la labor de asesoramiento externo dentro del proceso de inyección de plástico capacitación y resolución de dudas a lo largo del periodo del proyecto.

Se agradece a el profesor José Guillermo Batista Ortiz por cumplir con la labor de ser un asesor quien facilito todas las ayudas correspondientes a lo largo de todo el periodo de residencias y resolución a todas las dudas acerca de las metodologías principios y conceptos que se generan conforme este tomaba forma.

### **3. Resumen.**

Los procesos de producción para una compañía que lleva tan solo una década en el mercado pueden contener ciertos errores y/o cuellos de botella que estén afectando su eficiencia y productividad de su proceso.

Lo que se busca es siempre es la mejora continua que como ingeniero industrial es tarea de cada día, el proceso sé que se está evaluando está relacionado con la inyección de plástico.

Para este caso en particular el proceso corresponde a la compañía Manufacturera de plásticos avidesa (MPA).

Se trabaja en 3 procesos directamente a la inyección de plástico, se describen las principales problemáticas a realizar, en base a su nivel de severidad en esta ocasión se evalúa el proceso de cambio de molde, segundo trabajo y por último empaque/control de calidad.

Es importante destacar que existen herramientas de que facilitan la identificación de los problemas a resolver, obteniendo datos estadísticos confiables y cuantificables para así determinar las medidas a implementar.

La técnica SMED nos permite realizar un cambio de herramientas o matrices en un lapso promedio de 10 min, lo que se busca principalmente es convertir aquellas actividades que se realizan una vez detenida la maquina y convertirlas en actividades que se puedan realizar al momento de que la maquina esté en funcionamiento es decir convertir actividades internas a externas.

Poka yoke es una filosofía que nos permite realizar y garantizar que la operación se hará correctamente a la primera vez eliminando tiempos muertos por el operador y tratando de eliminar las posibles mermas, ocasionadas por una mala gestión de herramientas necesario y difícil identificación hacia los operarios esto es algo de lo que se desarrollo en el proceso de segundo trabajo.

Lo mas importante es el reducir y eliminar los tiempos muertos que afectan la productividad del proceso de inyección de plásticos para que todo esto funcione es importante que exista un nivel de comunicación adecuado entre todos los involucrados al proceso.

## ***CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO***

### ***5.- Introducción***

El proceso de inyección de plástico involucra varios procesos que son necesarios para transformar la materia prima, en este caso en particular es derivada de distintos tipos de polímeros que son utilizados dentro de maquinaria de inyección de plástico y así transformarse en un producto final mayormente destinado a el área de muebles. En el presente trabajo se analiza el proceso de producción de la empresa manufacturera de plásticos avidesa (MPA) el cual su principal actividad es la producción de materiales accesorios y componentes de plástico para diferentes áreas del mercado mayormente dedicada a la industria de muebles.

Es importante la eficacia y eficiencia del mismo debido a que se maneja una cantidad de considerable de productos y/o lotes que son analizados y empacados cada hr teniendo un promedio de 800pz.

El principal problema y es el tiempo excesivo que se demora el cambiar el molde de una máquina, llegando a tardar un promedio de 30 min entre cada cambio tiempo bastante alto para la cantidad de cambios que se realizan en la jornada laboral el cual es correspondiente a cambios de molde.

Una vez terminado el producto en algunas ocasiones es necesario realizar algún segundo trabajo debido a las características de este, siendo en su mayoría productos con cavidades obstruidas derivadas del proceso de inyección.

Para lo cual es necesario hacer uso de taladros de banco para eliminar y detallar el producto el problema se deriva al tiempo que es necesario para terminar una pieza tardando incluso hasta más de 10s por pieza y al ser lotes de gran volumen conlleva un ¡gran número de tiempo empleado para este.

Por último, el proceso de empaque es algo que es necesario mejorar puesto que no se tiene ningún método ni análisis que asegure la calidad del producto terminado enviado al cliente aumentando la probabilidad de enviar producto no conforme a este.

El objetivo de este proyecto es aumentar la productividad de e l proceso de inyección de plástico tratando de enfocarse a conocer y analizar el proceso para posteriormente detectar y sugerir cambios que sean de gran ayuda para el mismo.

Determinando las mejoras mediante filosofías, metodologías y herramientas de calidad para tener así un aseguramiento de la misma.

Se plantea resolver la problemática de la empresa en base a la reducción de tiempos muertos y el aumento de la productividad del proceso de inyección de plástico mediante la aplicación de herramientas de ingeniería industrial para tener un mejor control del proceso.

## **6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.**

### Historia

La empresa Manufacturas Plásticas Avidesa S. A. de C.V. fue fundada en el año de 1997 con el nombre de “Manufacturas Avimar”, designada así por sus fundadores; Juan José Ávila de Santos y Florencio Martín Esparza. En el año de 1998 deciden separarse quedando como único responsable el señor Juan José Ávila de Santos.

En el año 2004 Manufacturas Avimar se transforma en “Manufacturas Avidesa” orientando su atención al sector mueblero. En 2007 nace “Moldes MPA” desarrollando la creación de moldes para nuevos productos solicitados por los clientes.

Durante el año 2010 se adquiere nueva maquinaria con mayor capacidad de inyección, con el objetivo de cubrir las necesidades del sector industrial, gracias a esto se consolida la marca Plásticos MPA, con el fin de la fabricación y comercialización de piezas plásticas diferenciadas por su calidad e innovación y así como la creación de moldes únicos, manteniendo su enfoque en el sector mueblero, pero también abriéndose camino a otras industrias.

### Misión

Buscar la rentabilidad de la empresa para poder generar prosperidad y bienestar a los integrantes de la organización, fabricando productos de excelente calidad, satisfaciendo a nuestros clientes por encima de sus expectativas.

### Visión

Ser una empresa líder a nivel nacional en el diseño y la fabricación de piezas plásticas, para el sector Mueblero, industrial y comercial basados en una cultura organizacional de valores, la mejora continua, personal y procesos certificados, utilizando tecnología de vanguardia, cubriendo las expectativas de nuestros clientes.

Organigrama empresarial (ver figura 1)

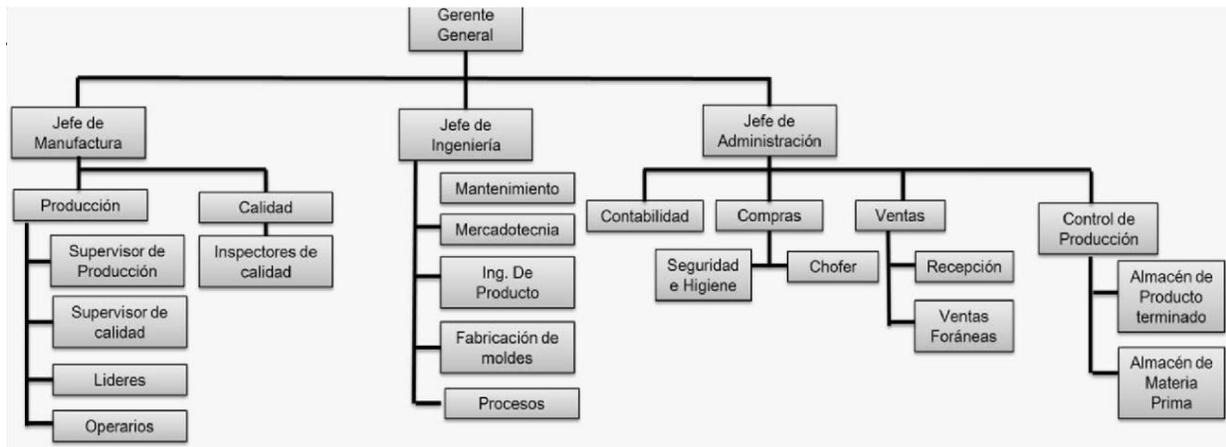


Figura 1: Organigrama empresarial manufacturera de plásticos avidesa (MPA).

Manufacturera plastica avidesa 2017

### Área de trabajo del residente

Las instalaciones se componen principalmente por el área de recepción y ventas, área de ingeniería, área de producción, área de reparación de moldes, área de mantenimiento, área de empaque y el área de almacén.

Siendo el área de producción donde se concentrará la mayor parte del tiempo disponible para la estadía del interesado, a la par se trabaja en el área de empaque.

## **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

### Cambio de matriz o molde

El cambio de molde o matriz es quizá uno de los mayores problemas que tiene la empresa en cuestión esto debido a que no existe un método estandarizado por el cual los líderes de producción puedan basarse para realizar el cambio del mismo.

Esto trae consigo una serie de consecuencias las cuales recaen directamente en el rendimiento de la empresa y su eficiencia.

Debido a que el cambio de molde puede tardar de 20 min hasta 40 min tiempo considerable en el que la maquina debe de permanecer en paro total.

Por la particularidad de que esta cuenta con medidas de seguridad de tipo sensores que evitan que esta se manipule cuando alguna de sus puertas está abierta.

Orillando a que se detenga por completo la producción para realizar el cambio del mismo El molde en cuestión tiene un peso de 100 kg el más pequeño en cuanto a sus dimensiones y hasta 300 kg el molde cuyas dimensiones son las más grandes Es por eso que su manipulación es algo complicada.

### Proceso de segundo trabajo

El proceso de segundo trabajo es también un factor importante que está mermando la productividad de la empresa en cuestión, esto debido a que los productos que se manejan son distintos llegando a tener como mínimo un catálogo de 200 productos con características distintas.

Una de estas es quizá la más importante para este proceso debido a que en el interior la pieza plástica cuenta ya sea con un tornillo o tuerca que tiene distintos usos ya sea para asegurarla a algún nivelador en la parte posterior de mueble.

El problema radica en el tiempo necesario para dejar el producto terminado teniendo como mínimo un promedio de 5 seg por operación y pieza el proceso actualmente consta

de 3 operaciones, barrenado, machueleado y limpieza cantidad de tiempo considerable si se habla de un lote de 800 pzas.

#### Proceso de empaque/control de calidad

Para este punto es importante destacar que el proceso de empaque y control de calidad este hecho por la misma persona es decir que el encargado/a de empacar el producto terminado es quien se encarga de darle el ultimo vistazo a el producto y decidir si este cumple con las características de calidad adecuadas para cada cliente.

El problema se origina al no tener un estadístico o método que defina cuantas piezas son necesarias a evaluar provocando ¡que el encargado inspeccione el lote a su consideración sin tener un parámetro de cunetas piezas o producto no conforme debe de encontrar en un miso lote para poder así descartarlo.

Esto ocasiona que el área de empaque sobrepase los límites que se tienen definidos para el stock de producto terminado generando bastante presión en el encargado y en ocasiones mandar producto no conforme al cliente final lo que origina a que se tenga una mala percepción de la compañía.

## **8. Justificación**

El tiempo muerto durante un proceso de producción afecta directamente al rendimiento y efectividad de la planta debido a que el tiempo ciclo de cada maquina es medido en segundos lo que significa que dentro de un promedio de 20 seg la máquina de inyección nos arroja la colada con un número de piezas de 3-4 piezas.

Lo anterior impacta directamente en el volumen de producción debido a que son lotes bastante grandes de alrededor de 5000 pzas.

Actualmente el proceso de inyección de plástico es muy poco flexible debido a que cada producto que maneja la empresa tiene un molde distinto es decir que conforme la necesidad del cliente, el producto vario siendo algo bastante importante porque se generan tiempos muertos en el cambio de molde impactando el lead time que se tiene para cubrir la demanda del cliente.

Esto impacta también en los costes que se tienen por detener la producción en base a tiempos, mano de obra directa e indirecta, costo energético y materia prima.

El aseguramiento de la calidad es de vital importancia para toda industria manufacturera debido a que el producto que se entrega al cliente es el que habla de la misma. Actualmente en la empresa se cuenta con un sistema precario donde el encargado de empaque es el mismo que autoriza la salida de el producto es importante contar con herramientas estadísticas que permitan que se cubre un nivel de confianza en donde el producto va a pasar y no hacerlo a consideración del mismo encargado.

Es por eso que es importante construir una metodología que permita contar dicho nivel de confianza y reducir al mínimo la probabilidad de enviar producto no conforme al cliente.

Las habilidades que se desarrollan van principalmente enfocadas al trabajo en equipo debido a que es importante generar un equipo multi disciplinario, para obtener datos

confiables y que todas las partes involucradas estén presente durante el tiempo que dura el proyecto así mismo la comunicación es algo importante a destacar debido a que con el se genera parte de la información y cohesión que se necesita para trabajar en el ambiente laboral adecuado.

## **9. Objetivos (General y Específicos)**

### Objetivo general

Reducción en un 50 % de los tiempos improductivos dentro del proceso de inyección de plástico

### Objetivos específicos

- Reducir el tiempo necesario para realizar el cambio de molde en un 30 %
- Reducir el tiempo empleado en el proceso de segundo trabajo en un 20%
- Reducir el tiempo empleado en el proceso de inspección y empaque en un 20 %

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).**

El aseguramiento de la calidad está compuesto por varios factores para los cuales hay que tener muy bien definido el uso de estos y conocimiento para saber dónde es que deben de ser aplicados y sus limitaciones principalmente.

#### Diagrama de análisis de proceso (DAP)

El diagrama de análisis de proceso no es más que una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, inspecciones, transporte, almacenamiento y demoras que están presentes durante cualquier proceso que se esté evaluando en él se comprende toda la información que se considera deseable para el análisis de tiempos y distancia recorrida por la persona evaluada haciendo uso de distintos símbolos que se consideran para incluir toda la información necesaria para el análisis.

Plasencia Soler, J. A. (2007). Gestión de procesos. Buenos Aires, Argentina, Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/34471>.

#### Análisis del sistema de medición (MSA)

El análisis del sistema de medición es un método para determinar si un sistema de medición es aceptable. Para una variable de respuesta continua, utilice el análisis del sistema de medición para determinar la cantidad de la variación total que proviene del sistema de medición. Para una variable de respuesta de atributo, utilice el análisis del sistema de medición para evaluar la consistencia y la exactitud de los evaluadores.

Un análisis del sistema de medición es un componente crítico para cualquier proceso de mejora de la calidad. Evalúe el sistema de medición antes de utilizar las gráficas de control, el análisis de capacidad u otros análisis, para comprobar que el sistema de medición sea exacto y preciso y que los datos sean fiables.

Herrera Acosta, R. J. (2011). Seis Sigma: un enfoque práctico. Colombia, Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/71196>.

### Single minute Exchange of die (SMED)

Implementando esta metodología el doctor Shigeo Shingo pretendía reducir los tiempos de preparación a menos de 10 minutos. Aunque puede que esto no siempre sea posible en todos los procesos, la idea de minimizar el tiempo es lo relevante de esta técnica. El SMED es una técnica, como decimos, que trata de optimizar las operaciones en los setup. Se pretende simplificar los procesos y, sobre todo, convertir el mayor número de tareas en "externas".

Es decir, que estas actividades puedan realizarse sin interrumpir la producción que se lleva a cabo en cada momento.

Lefcovich, M. L. (2009). Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED. Santa Fe, Argentina, Argentina: El Cid Editor | apuntes. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/31388>.

### Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos de trabajo y actividades correspondientes a las operaciones de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, con el fin de analizar los datos y poder calcular el tiempo requerido para efectuar la tarea según un método de ejecución establecido.

Palacios Acero, L. C. (2009). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Bogotá, Colombia: EcoeEdiciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/69107>.

### Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa es una técnica que se muestra de manera gráfica para identificar y arreglar las causas principales de algún proceso productivo para ello hace uso de las 6ms las cuales se refieren a las posibles variables dentro de un proceso estas corresponden a mano de obra, materia prima, medio ambiente, método, medición y maquinaria. Su creador fue el Kaoru Ishikawa, experto en control de calidad. Esta técnica ilustra gráficamente la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle y dado un resultado específico.

López Lemos, P. (2016). Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas. Madrid, FC Editorial. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/114213>.

## **CAPÍTULO 4: DESARROLLO**

### **11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.**

#### Área de moldes

La eficiencia de un proceso de manufactura es imprescindible para lograr los objetivos establecidos por la gerencia, uno de los principales problemas que presenta la empresa en cuestión es que se tienen tiempos muertos de varias horas, debido a que su proceso de producción es muy poco flexible esto debido a que cada máquina de inyección de plástico utiliza diferentes modelos de molde para el producto específico que es necesario producir lo que afecta considerablemente el rendimiento del proceso de inyección de plástico esto debido a que el método de cambio de matriz o molde no es el más eficaz generando paro de producción de alrededor de 30 min tiempo en el que se realiza el cambio antes mencionado esto debido a que no se cuenta con conocimientos de herramientas, metodologías o filosofías industriales que permitan un óptimo desarrollo de la misma.

Se muestra el modelo de máquina de inyección de plástico que están actualmente en la empresa (Figura 2)



Figura 2 Maquina de inyección de plástico Mod. Lien Yu 039925. Elaboración propia 2022.

La mayor parte del tiempo muerto durante la producción se origina a que el área de moldes está a una distancia de 6 mts. Con respecto al área de producción donde se encuentran las 5 máquinas encargadas de la inyección de plástico.

Es importante analizar el tiempo y la distancia de recorrido que efectúa el líder de operaciones al momento de realizar un cambio de molde, debido a que actualmente se detiene la maquina totalmente para realizar dicha acción lo que origina que el rendimiento y ritmo de producción caiga drásticamente.

El layout del área de producción y el recorrido que debe realizar el líder cada que es necesario cambiar el molde ya sea porque la producción finalizo o si es necesario realizarlo de urgencia por un pedido nuevo o mantenimiento al mismo. Ver figura 3.



Se muestra como es el proceso actualmente en el que el tiempo estándar para un cambio de molde dura alrededor de 28 min lo cual es un tiempo considerable que al final del turno se suma todo este tiempo muerto llegando a tener un promedio de 2.5 Hrs inefectivas con respecto a los 5 cambios de molde que normalmente necesita la maquina.

Algo importante es que en algunas ocasiones el molde se encuentra en mal estado, es decir sus tolerancias en base a la pieza exceden las permitidas por el cliente tenido así otra pérdida de tiempo debido a que se tiene que volver a desmontar y seguir con el siguiente producto mientras al molde dañado se le da mantenimiento.

Un molde básico para la máquina de inyección de plástico En la figura 4 se puede apreciar cómo es



Figura 4. Molde de inyección correspondiente a el producto cuadrado de 2 “ .

Elaboración propia 2022.

Un de los problemas más difíciles dentro de la empresa es que al tener un promedio de 300 productos distintos, se deben de manejar moldes con las características apropiadas, es decir que en el almacén de moldes existen alrededor de 250 moldes distintos para cada uno de los productos necesarios.

Lo que ocasiona que el proceso sea muy poco o nada flexible al tener que cambiar el molde en base a las características del producto generando así un promedio de 10 a 15 cambios a lo largo de la jornada laboral el cual es de 48 hrs semanales.

Se puede apreciar el acomodo por código de numeración que se tiene dentro del almacén de moldes. Figura 5



Figura 5. Almacén correspondiente a moldes. Elaboración propia 2022

Desde un principio la causa raíz de la demora al cambiar un molde lo ocasionaba el alto índice de incertidumbre al no contar con las herramientas disponibles para realizarlo.

Un cambio en ocasiones se presenta condiciones diferentes a otros esto debido a las dimensiones de los moldes, complicando las maniobras para colocarlo dentro de la máquina, además la rotación del personal y la falta de liderazgo para hacer frente a tal número de cambios por turno, y a esto traía varias consecuencias.

Mucho tiempo para realizarlo, teniendo en cuenta que las condiciones de temperatura son directamente una variable que afecta el rendimiento debido a que cada inicio de turno es necesario realizar un periodo de calentamiento de cada máquina para que así trabaje en óptimas condiciones.

Posterior al análisis inicial se tomó todas las posibles causas que retrasaban los cambios y se fue construyendo una base de datos para poder utilizar alguna herramienta que nos arrojará visiblemente la causa principal.

Le dimos seguimiento a esto tomando tiempos con cronómetros especiales para obtener los tiempos en diferentes escenarios y tomando las actividades ya diferidas (internas y externas) en cuenta y obtener un panorama más amplio. Se puede apreciar un diagrama de Ishikawa el cual nos muestra todas las variables involucradas en el proceso. En la figura 6.

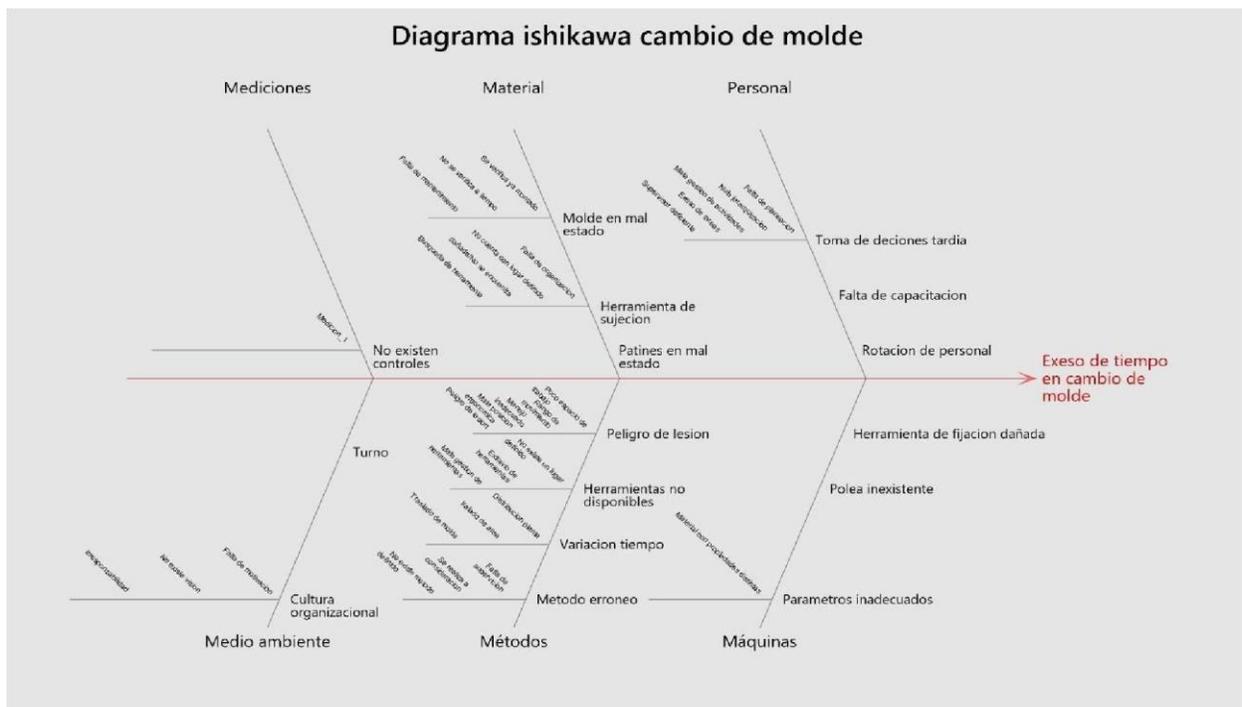


Figura 6. Diagrama de Ishikawa muestra las variables del proceso de cambio de molde. Elaboración propia 2022.

En el diagrama se expresan las potenciales causas que pudiesen generar tiempos excesivos en el cambio de molde.

Se procede a realizar un estudio preliminar para identificar el exceso de tiempo en el cambio se realizó el estudio dentro de la segunda semana correspondiente al mes de abril 2022 en el cual se tuvo un total de 15 cambios de molde en un plazo de 24 hrs lo que corresponde a 2 turnos.

Se puede apreciar en el diagrama que la causa más importante es que no se tiene una buena gestión de herramental es decir en múltiples ocasiones no se encuentra en el lugar indicado o asignado para la herramienta o partes que se utilizan para el cambio generando que el líder de producción pierda aún más tiempo en buscar donde quedo esa herramienta. Se aprecia las principales causas de retraso. En la figura 7.

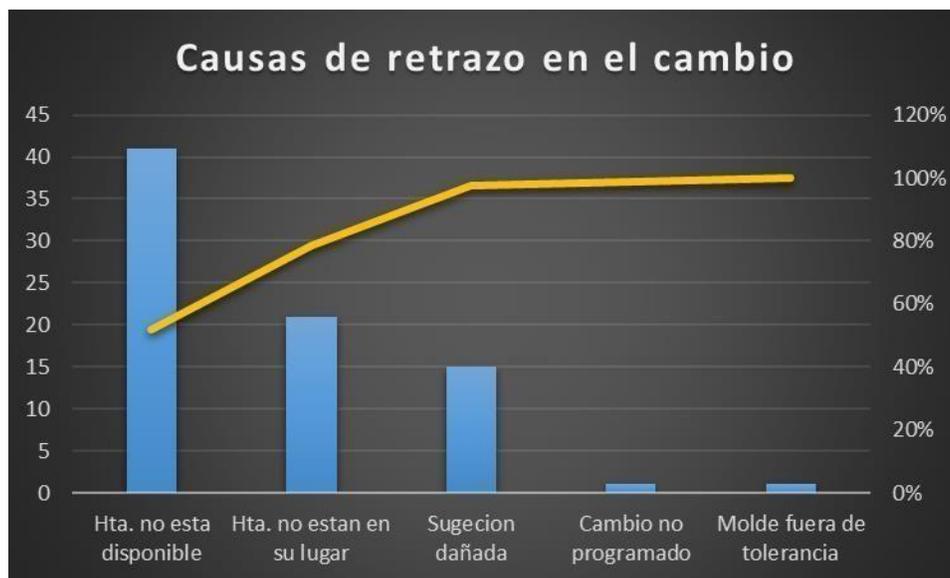


Figura 7. Diagrama de Pareto muestra las causas de retraso en el cambio de molde. Elaboración propia 2022.

Se puede concluir que el 60 % de las causas de demora es porque el herramental no está disponible debido a múltiples causas las cuales son que el personal de mantenimiento o moldes toma la herramienta para realizar sus actividades además a esto no se devuelven o colocan en el área asignada. Se aprecia el área y la situación actual del herramental a usar para los respectivos cambios de molde En la figura 8



Figura 8. Tablero de herramientas disponibles para realizar un cambio de molde.  
Elaboración propia 2022.

Una vez identificada las principales causas que originan el problema se procede a realizar un estudio que permita saber cuanto son los cambios reportados durante un periodo de tiempo para este caso fue necesario evaluar las 4 semanas correspondientes al mes de febrero en el cual a lo largo de todo el mes podemos apreciar que se realizaron un total de 79 ver figura 9

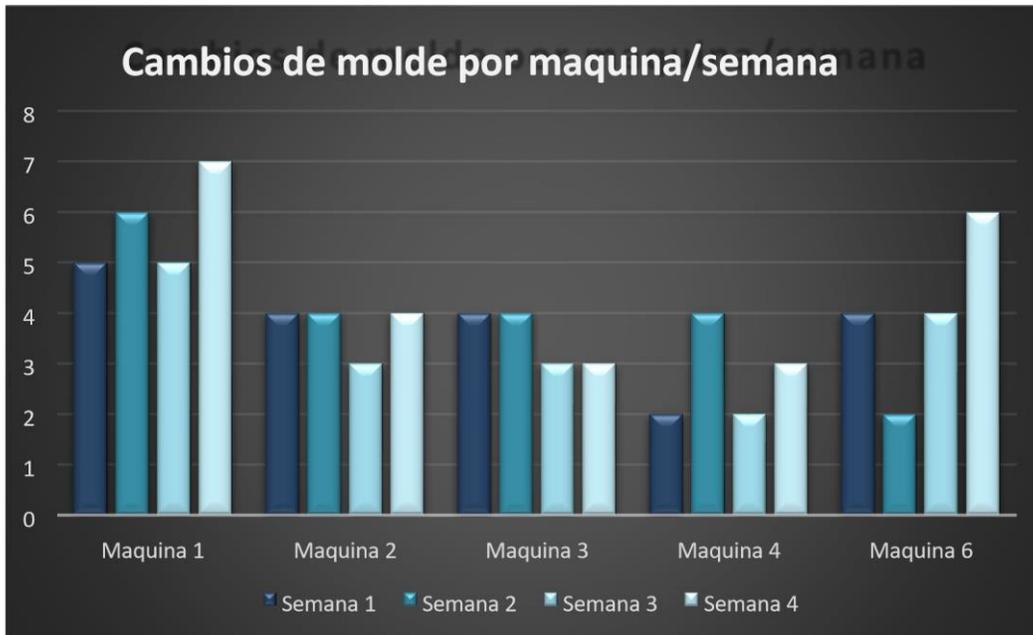


Figura 9. Gráfico correspondiente a los cambios de molde durante el mes de febrero 2022. Elaboración propia 2022.

También es necesario observar y cronometrar cual es el tiempo en el que se realiza el cambio su hora antes y después de ser montado el molde previo al montaje y el nuevo que se va introducir a la maquina esto para tener un control mas verídico acerca de los tiempos en los que se ejecuta la operación

Ver tabla 1 principales cambios de molde reportados durante la segunda semana del mes de febrero 2022

Tabla 1. Cambios de molde generados durante 24 hrs. (2 turnos)

Maquina	Tipo de cambio		Molde anterior	Molde a montar	Tiempo de calentamiento	Hora antes de cambio	Hora molde ya montado	Encargado de montaje	Tiempo total
	parcial	Completo							
1		x	N/A	Cople de valvula 3	10 min	07:00	07:35	Gerardo	35 min
2		x	N/A	Nivelador moneda 1 x 5/16 Negro	10 min	07:05	07:35	Eduardo	30 min
3		x	N/A	Combo Café	10 min	07:37	08:05	Eduardo	27 min
4				N/A	10 min				
6		x		Nivelador piramide 1 1/2 x 1/4	10 min	07:37	08:07	Gerardo	29 min
1		x	Cople de valvula 3	Perilla de mano 2 x 3/8 Negro	N/A	14:50	15:23	Gerardo	33 min
2		x	ivelador moneda 1 x 5/16 Negro	Casquillo de plastico	N/A	14:30	14:58	Eduardo	28 min
3		x	Combo Café	Pelliszo 1/4 x 12mm Negro	N/A	15:25	15:50	Eduardo	25 min
4		x	N/A	Abrazadera pastica 1/4	N/A	15:10	15:40	Gerardo	30 min
6			Nivelador piramide 1 1/2 x 1/4		N/A				
1		x	Perilla de mano 2 x 3/8 Negro	Cople de valvula 4	N/A	19:30	20:03	Luis	33 min
2		x	Casquillo de plastico	Tapon cudrado 3/4 Plano negro	N/A	19:05	19:30	Gaby	25 min
3		x	Pelliszo 1/4 x 12mm Negro	Esquinero protector	N/A	20:00	20:28	Gaby	28 min
4		x	Abrazadera pastica 1/4	Patin para mueble	N/A	20:05	20:40	Luis	35 min
6		x	Nivelador piramide 1 1/2 x 1/4	Tapon rectangular 2x1 Plano Negro	N/A	17:20	15:15	Eduardo	30 min
1		x	Cople de valvula 4	Resbalon 3/4 Gris	N/A	05:10	05:42	Luis	32 min
2		x	Tapon cudrado 3/4 Plano negro	Mufa de 3/4 Negra	N/A	05:00	05:25	Gaby	25 min
3		x	Esquinero protector	tapon rectangular 3/4 tca 1/4 Gris	N/A	05:40	06:05	Luis	25 min
4		x	Patin para mueble	Tapon redondo 1 Plano negro	N/A	05:35	06:10	Gaby	25 min
6		x	Tapon rectangular 2x1 Plano Negro	Tapon cuadrado 1/2 tca 1/4 Gris	N/A	12:20	12:40	Gaby	20 min

Se puede concluir que en promedio un molde es montado en un lapso de 30 min debido a la falta de herramental y las largas distancias que deben cubrirse al realizar dicha operación.

### Área de segundo trabajo

En algunas ocasiones el producto una vez que la maquina termina su proceso de inyección es necesario realizar algún tipo de segundo proceso esto debido a que la empresa maneja productos.

Que se componen de 2 o más partes es decir que el producto plástico lleva ya sea en su interior o adjunto a los componentes metálicos tales como tuercas o tornillos que permitan cumplir con las especificaciones diseñadas por el cliente.

Algo importante a destacar es que la pieza se retira de la maquina con dichos orificios tapados parcialmente por plástico residual proveniente del proceso esto porque los moldes cuentan con diseños muy básicos que originan estos problemas.

En la figura 10. Se muestra el producto con su acabado ya finalizado

En la figura 11. Se puede observar el producto plástico proveniente de la máquina de inyección en el cual se muestran dichas cavidades obstruidas por plástico residual.



Figura 10. Producto terminado. Elaboración propia 2022



Figura 11. Producto con cavidades obstruidas. Elaboración propia 2022

Para poder presentar el producto terminado es necesario que pase por una serie de procesos en los cuales se utilizan 2 distintos taladros de banco.

En los cuales lo primero que se hace es realizar un barrenado a fin de quitar el plástico excedente dentro de las cavidades, posteriormente una vez eliminado este residuo se prosigue a machuelear la pieza.

Esto con el fin de generar nuevamente la rosca a la tuerca en su interior, el paso final consiste en tomar la pieza por la parte inferior para eliminar el residuo que genera el paso anterior una vez realizados estos 3 procesos se puede decir que la pieza esta completamente terminada.

En la figura 12 se muestra la maquinaria necesaria para realizar dicho proceso.



Figura 12. Área destinada a segundo trabajo. Elaboración propia 2022.

El problema radica en que es necesario realizar 3 operaciones distintas para terminar una sola pieza lo que genera un tiempo considerable en base a el tiempo por pieza y el volumen producido de las mismas.

Generando así tiempos muy grandes para terminar el producto que será enviado al cliente Un diagrama de análisis de proceso donde se puede apreciar que por un lote de alrededor de 800 pza. es necesario un tiempo de 204 min. (véase Anexo 2 Diagrama de análisis de proceso (DAP) correspondiente al proceso de segundo trabajo)

Para realizar la operación sin afectar la integridad del producto y sin arriesgar la seguridad por parte del operador es necesario montar y asegurar una serie de dispositivos que anulan el movimiento de la pieza al ser trabajada impidiendo que esta se desplace de su posición.

Un problema que se ha identificado es que se necesita la ayuda de el líder de operación para esta acción debido a que él es quien monta identifica y asegura el dispositivo a él taladro de banco donde se va a trabajar la pieza.

Actualmente se trabaja con un promedio de 20 productos que necesitan algún tipo de segundo trabajo para estos 20 productos se tiene el dispositivo correspondiente a el Otro gran problema a considerar es que debido a la poca capacitación que recibe el operario al entrar le es muy difícil identificar.

El la figura 13 se muestra como es actualmente el lugar donde residen los dispositivos a utilizar



Figura 13. Tablero de dispositivos necesarios para cada producto. Elaboración propia 2022.

El problema está en que muchas de las veces el operador necesita de la ayuda del líder de operación para saber cuál de los dispositivos es el que corresponde al producto, algo a tomar en cuenta es que existen 3 posibles tuercas dentro del interior de la pieza cada una con sus respectivas mediadas  $1/4$ ,  $5/16$ ,  $3/8$ .

Para esto existen diferentes brocas y machuelos que se deben de utilizar, ninguno de ellos cuenta con alguna guía o ayuda que permita identificar el diámetro de la misma lo que se traduce en que los operarios tardan bastante en identificar la que le corresponde En la figura 14 se aprecia el acomodo de las brocas y machuelos en la actualidad.



Figura 14. Tablero disponible para colocar brocas y machuelos. Elaboración propia 2022

### Área de empaque

El control de calidad actual de la empresa consta de 3 filtros el primero de ellos corresponde al operario que es el quien tiene el primer contacto con las piezas (colada) que genera la maquina es aquí donde entra un sistema de inspección visual en el cual se deben de analizar atributos físicos de la misma los cuales corresponden a ráfaga, rechupe, punto de inyección, rebaba, manchas y piezas incompletas.

El supervisor es quien se encarga de “liberar el producto” acción que corresponde a que el lote producido cumple con los estándares de calidad, una vez hecho esto pasa al área de empaque donde es aquí que la encargada quien da una última revisión al lote antes de ser empacado.

En la figura 15 se muestra donde se almacena el lote de producción que genera la maquina por hora.



Figura 15. Lugar para el lote de producción generado por hora. Elaboración propia 2022.

El problema se origina desde que no existe un análisis del sistema de medición es decir que el encargado de empaque no cuenta con una herramienta o análisis estadístico que determine cuantas piezas debe evaluar por lote producido o cuantas piezas no conformes es el límite para descartarlo por completo.

Lo que conlleva a que el proceso de empaque se realice de manera poco eficaz generando stock de producto a empaque y acumulándose en el área de trabajo lo que origina una mala gestión de cuál es el producto con menor y mayor demanda.

El control de calidad y empaque es realizado actualmente por el mismo operario lo cual genera una alta presión en él, conforme crece la demanda del producto aumentando la cantidad que se requiere empaque ya sea para enviar al cliente o para tener un stock en inventario.

Actualmente se dispone de un área dentro de producción para almacenar dicho producto en espera de ser empaque esto origina una mala organización puesto que se empaque conforme a la urgencia del producto es decir no se empaque en base a producción En la figura 16 se muestra el espacio designado para el producto terminado.



Figura 16. Area de producto terminado esperando a empaque. Elaboración propia 2022

En promedio cada caja almacena un total de 500 piezas de tamaño mediado, esto significa que se tiene bastante volumen de producción en espera y generando espacio físico que interviene en el área de producción perjudicando el espacio fluidez de movimientos con respecto a las para las operaciones necesarias en producción.

Las cuales corresponden a el abastecimiento de material a la tolva de la máquina, el cambio de molde y el transporte de los contenedores con el material sobrante de la inyección.

Para tener una idea más clara de la distribución en el área de producción (véase Anexo 3. Layout del área de producción al inicio del )

El método con él se empaca actualmente es bastante dinámico puesto que no es necesario contar pieza por pieza si no que hacen uso de una báscula milimétrica en donde solo es necesario pesar únicamente una sola pieza y determinar su peso unitario y por ende saber cuál es la cantidad exacta de piezas que contiene la bolsa.

Algo bastante importante es también el saber cual es el tiempo que se emplea para cada una de las diferentes cantidades que desea el cliente, existen actualmente 5 cantidades ya definidas respecto al número de piezas.

En la tabla 2 se muestra el tiempo promedio para cada una de las cantidades

Tabla 2. Tiempo promedio para empaque y control de calidad.

<b>Tiempo promedio para empaque de piezas</b>	
<b>100</b>	2 min
<b>200</b>	4 min
<b>300</b>	5 min
<b>400</b>	6 min
<b>500</b>	7 min

La acumulación de producto terminado en espera a ser empacado se origina debido a que la persona encargada de empaque tiene que revisar el contenedor con las piezas minuciosamente.

Por la razón de que no existe un control verdadero que asegure que dicho producto ya liberado cumpla con los estándares de calidad requeridos. Esto se debe a que tanto las operarias como el supervisor analizan las piezas en base a su experiencia.

Cabe destacar que existen fichas técnicas donde se muestran los posibles atributos que se pueden originar en la pieza.

En la figura 17. se muestra una ficha de inspección que contiene los posibles defectos de la pieza



Figura 17. Ficha de inspección para piezas elaboradas. Elaboración propia 2022

En esta ficha se muestran los principales atributos de inspección que es necesario evaluar en cada una de las piezas.

Cada uno de los productos elaborados cuenta con una ficha técnica donde permite de manera más visual mostrar cual es el límite para determinar si la pieza se considera como producto terminado o de lo contrario como scrap.

Dicha ficha se posiciona en la maquina por la parte derecha superior para así facilitar al operador el cómo evaluar las piezas un problema que se detecto es que en ocasiones.

Las fichas de inspección no muestran muy bien a detalle los posibles defectos en la pieza Por lo que es necesario recurrir al jefe de ingeniería y es el quien determina si las piezas se consideran producto terminado o el lote se convierte en scrap o producto no conforme.

## **CAPÍTULO 5: RESULTADOS**

### **12. Resultados**

#### Cambio de molde

Se parte en base a la metodología SMED donde es importante realizar el cambio de molde en un lapso no mayor a 10 min para ello es necesario enfocarse principalmente en una gestión y orden de las herramientas a ocupar y las partes que son necesarias para garantizar que se realice dentro del tiempo establecido.

Para ello se gestionó con la gerencia la compra de un herramental único para dicha área, como principal evidencia se muestra el diagrama de Pareto (figura 1.7) donde se expresan las principales causas de demora en la operación.

Una vez aprobada la orden de compra y pasado el tiempo de entrega se procede a realizar un nuevo orden del herramental en el tablero donde ya estaba establecido previamente.

En la figura 18 se muestra el tablero de herramientas y partes donde se aprecia que está en orden y cada una de sus herramientas está disponible.



Figura 18. Tablero con herramental necesario para cambio de molde. Elaboración propia 2022

Otro punto bastante importante es tener un orden en el área respectiva donde los moldes son almacenados.

Se puso en marcha un acomodo con respecto a la base de datos alfanuméricos para cerciorarse de que el molde este acomodado en su lugar asignado. Para ello se realizó un acomodo bastante simple y rápido para evitar cualquier confusión.

Los moldes se organizan en base a su número de molde asignado y el lugar denominado en el anaquel. en la figura 19 se aprecia el acomodo de los moldes en su lugar respectivo.



Figura 19. Gestión y orden en el almacén de moldes. Elaboración propia 2022

Para realizar el acomodo y distribución de moldes se optó por actualizar el listado con el que se contaba la empresa dejando a un lado moldes obsoletos o que ya no cumplían con las tolerancias mínimas es decir estos estaban inservibles.

El listado con los 140 moldes en existencia dentro de la empresa en el se categorizo en base a un orden alfabético para facilitar la búsqueda y comprensión de la tabla. (Véase anexo 4).

Partiendo de la idea principal se optó por realizar una nueva esquematización del área de producción eliminando mesas de trabajo, empacadoras y el área destinada al producto terminado esperando a ser empacado.

una vez hecho esto se simplificó el traslado y los movimientos de parte del operario en base a las máquinas de inyección y se mejoró el flujo de movimientos con respecto a el traslado de los moldes.

En la figura 20 se observa el área de producción tras la implementación de 5s.



Figura 20. Área de producción tras implementación de las 5s. Elaboración propia 2022.

Tras la implementación se puede observar un mejor orden y flujo de operaciones esto debido a que ya no existen objetos que obstruyan el paso por el área.

El área piloto se ubicó en la parte frontal derecha del área de producción, la estrategia es disminuir en gran parte los traslados por parte del líder de operación hacia el área correspondiente e a los moldes.

En la figura 21. Se muestra el nuevo layout del área de producción.

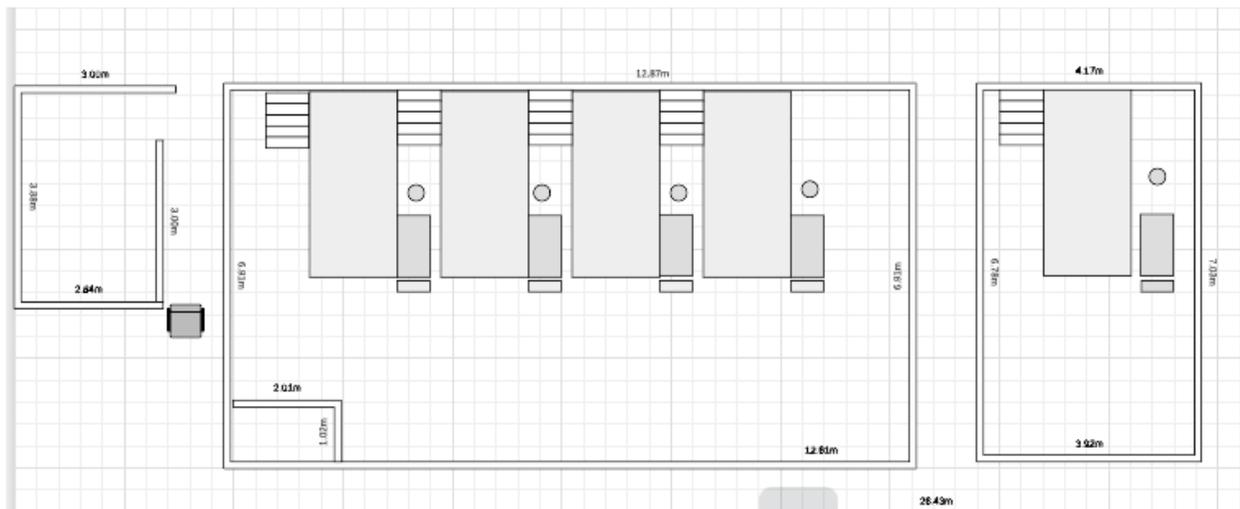


Figura 21. Layout actualizado correspondiente al área de producción. Elaboración propia 2022.

Esto nos trajo una reducción en el tiempo en el que son cambiados los moldes uno de otro reduciendo el tiempo en un 30 % con respecto al tiempo anterior es decir antes se promediaba un lapso de 30 min en cambiar el molde.

Ahora tras la implementación de la metodología SMED se ajusta el tiempo promedio a un máximo de 10 min esto debido a que se gestiona el cambio de molde desde 20 min antes de que acabe el ciclo de producción asignando esta tarea al líder de producción. En la tabla se muestra el tiempo tomado en el cambio de molde tras la implementación de dicha técnica este periodo corresponde a el día martes 3 de mayo del presente año. Ver tabla 3

Tabla 3. Tiempo actualizado para el proceso de cambio de molde. Elaboración Propia

Maquina	Tipo de cambio		Molde anterior	Molde a montar	Tiempo de calentamiento	Hora antes de cambio	Hora molde ya montado	Encargado de montaje	Tiempo total
	parcial	Completo							
1		x	N/A	Chapeton central	10 min	07:00	07:10	Gerardo	10 min
2		x	N/A	Buje redondo 16 mm	10 min	07:05	07:17	Eduardo	12 min
3		x	N/A	Chapeton central	10 min	07:20	07:29	Eduardo	9 min
4		x	N/A	Cuadrado plano y tca 1" 1/2"	10 min	07:22	07:35	Gerardo	12 min
6		x	N/A	Nivelador 7/8	10 min	07:35	07:45	Eduardo	10 min
1		x	Chapeton central	Cuadrado de 2"x 2" con inserto	N/A	15:01	15:12	Gerardo	11 min
2		x	Buje redondo 16 mm	Cuadrado de 3"	N/A	15:20	15:30	Eduardo	10 min
3		x	Chapeton central	1/4 Para mampara y l work	N/A	15:15	15:25	Gerardo	10 min
4		x	Cuadrado plano y tca 1" 1/2"	Abrazadera pastica 1/4	N/A	15:32	15:40	Eduardo	8 min
6		x	Nivelador 7/8	Puño de valvula	N/A	15:28	15:37	Gerardo	9 min
1		x	Cuadrado de 2"x 2" con inserto	rectangular 3/4 x 1 3/4 tca.Inclinad	N/A	22:30	22:43	Luis	13 min
2		x	Cuadrado de 3"	Cuadrado 11/4 " plano	N/A	22:37	22:50	Gaby	13 min
3		x	1/4 Para mampara y l work	Esquinero para mampara	N/A	22:45	22:54	Luis	9 min
4		x	Abrazadera pastica 1/4	Patin para mueble	N/A	22:55	23:05	Gaby	10 min
6		x	Puño de valvula	Ovalado con ceja	N/A	23:00	23:08	Luis	8 min
1		x	stangular 3/4 x 1 3/4 tca.Inclina	Capucon 3/8	N/A	06:10	06:20	Luis	10 min
2		x	Cuadrado 11/4 " plano	Combo	N/A	05:50	06:01	Gaby	11 min
3		x	Esquinero para mampara	Cuadrado 11/4 " plano	N/A	06:25	06:34	Luis	9 min
4		x	Patin para mueble	Redondo 1 5/8" con inserto	N/A	06:05	06:13	Gaby	8 min
6		x	Ovalado con ceja	escuadra de 3/4	N/A	06:40	06:50	Gaby	10 min

Se muestra una grafica correspondiente a la disminucion de el tiempo empleado en el cambio de molde Figura 22.

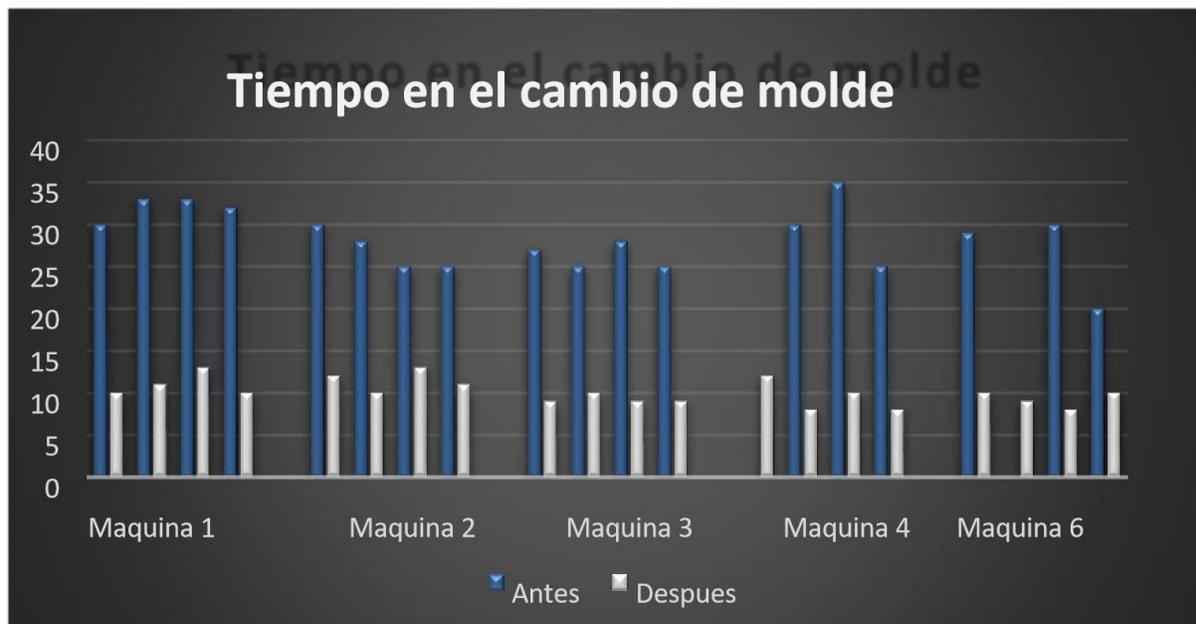


Figura 22. Grafica de tiempo empleado en el proceso de cambio de molde. Elaboración propia 2022.

Para asegurar la correcta aplicación de la metodología se utiliza un check list a fin de asegurar que el herramental las partes y el líder de producción está listo para que a la hora del montaje no este ausente y se realice la operación con un mayor dinamismo.

Dicho check list debe de ser llenado por el líder de operación al momento de gestionar el cambio de molde marcando cada uno de los aspectos contenidos en el

En la tabla 4 se puede apreciar el formato que debe de ser llenado por el líder de operación.

Tabla 4. Formato Check list. Elaboración propia 2022.

<b>Check list de operación</b>			
Equipo			
Accion a realizar			
Fecha			
<b>Empleados entrenados para el cambio de molde ( Necesario 2 personas)</b>			
	Lider A		Supervisor A
	Lider B		Supervisor B
<b>Herramientas a utilizar</b>			
	Patin Elevado		
	Patin Pequeño		
	Llaves españolas 1/2 y 3/4		
	Polea		
	Proteccion metalica		
	Inibhidor corrosion (aerosol)		
<b>Partes a utilizar</b>			
	Matriz(Molde)		
	Argolla de sujecion		
	Suejciones a mquina		
<b>Procedimiento a seguir</b>			
	HOE 001 (Selección molde)		
	HOE 001 (Instalacion)		
	HOE 001 (Almacenamiento)		

En el check list se puede apreciar el equipo o maquinaria donde se va a realizar el cambio se detalla la acción que se desea ejecutar y la fecha para tener un registro de quien realiza como y cuando.

Seguido se muestra a los empleados capacitados para la realización del mismo se tiene contemplado a 2 empleados para realizarlo correspondiente a 1 supervisor y a un líder de operación.

En las herramientas a utilizar se muestran todas aquellas que son necesarias para realizar la acción en cuestión el líder y/o supervisor deben de asegurarse que estas estén disponibles al momento de realizar el cambio teniéndolas identificadas y a la mano para evitar retrasos.

Las partes a utilizar también son un elemento fundamental puesto que el molde necesita de varias partes para que este pueda ser montado con un mayor dinamismo el correcto estado de las partes también es importante para asegurar un tiempo mínimo de operación.

Por último, se establece el método que se debe de seguir para la correcta metodología que elimine las fluctuaciones del tiempo por los métodos que el líder cree que son los correctos, es decir se busca estandarizar el método de cambio de molde.

Para garantizar que el método siempre se ejecutara de la misma manera se realiza una hoja de operación estándar HOE donde se plasma todos los movimientos necesarios para una correcta instalación de molde.

Dejando de lado la intuición o iniciativa de que líder lo realice a consideración, (véase Anexo 4 Código Alfanumérico actualizado para la identificación de moldes).

### Proceso de segundo trabajo

Se partió desde el problema principal los operadores necesitan la ayuda del líder para iniciar su operación lo que significa que dependen del totalmente para identificar desde el dispositivo a utilizar hasta la broca/machuelo.

Se opto por diseñar una ayuda visual que permita la pronta e inmediata identificación de dispositivos/herramental necesario para cada uno de los productos.

En la figura 23 se aprecia el diseño que se realizó para la identificación de cada producto

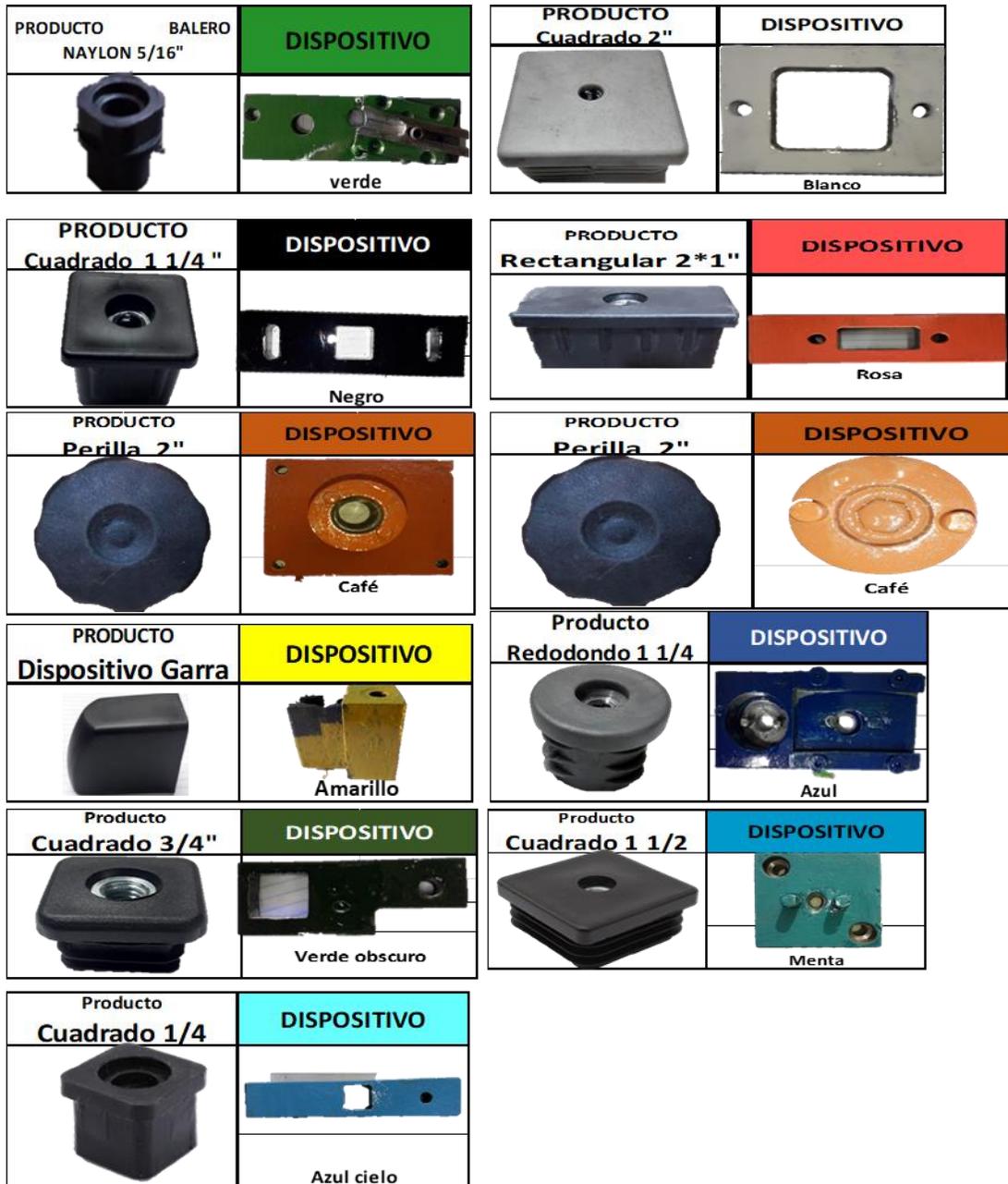


Figura 23 Diseño de etiquetas para dispositivos de productos. Elaboración propia 2022

Una vez realizado y aprobado el diseño se procede a pintar cada uno de los dispositivos con su respectivo color esto para hacer más fácil la identificación de los dispositivos.

Una vez pintados es necesario realizar una etiqueta la cual permite que cada uno de ellos tendrá un lugar asignado a sí mismo como delimitar su contorno para establecer una posición y que exista un orden de los mismos.

Se procede a delimitar físicamente cada uno de ellos en una tabla adjunta a la pared y se asegura. Se pone la etiqueta en la parte superior del dispositivo en dicha etiqueta se aprecia una fotografía de tamaño real del producto y el color que se le asigno.

En la figura 24 se puede apreciar el nuevo orden que se tiene para los dispositivos cada uno con su respectiva etiqueta y color.



Figura 24. Tablero de dispositivos para productos actualizado. Elaboración propia 2022.

Tras la implementación de colorimetría que ayude a la identificación pronta e inmediata de los dispositivos se asegura que se utiliza el dispositivo en base al producto es bastante intuitivo y no es necesaria una capacitación para explicar su funcionamiento.

Una vez resuelto el problema de los dispositivos se debe actuar en la identificación de las brocas/machuelos necesarios para cada una de las especificaciones del producto. Para ello se utilizó la misma idea de identificar cada uno de ellos con un color el cual corresponde a la medida de la broca haciendo más fácil la identificación de la medida de circunferencia de esta.

Para ello se hizo una colorimetría con las diferentes medidas de broca/machuelo ver tabla 5

Tabla 5. Colorimetría para brocas y machuelos. Elaboración propia 2022

NUM.	BROCAS	MACHUELO
MP 01	1/4	1/4
MP 02	5/16	5/16 Helicoidal
MP 03	3/8	3/8
MP 04	9 mm	N/A
MP 05	12.3 mm	N/A
MP 06	13/64	N/A
MP 07	19/64	N/A
MP 08	1/2	N/A
MP 09	21/64	N/A
MP 010	3/16	N/A

Una vez aprobado el diseño se procede a pintar cada una de las brocas y a diseñar un nuevo lugar donde serán almacenadas tratando de hacerlo lo más intuitivo que sea posible para evitar confusiones.

Después se monta el tablero donde estas aguardan para su uso en la operación para este punto algo importante es que se optó por colocarlo en un Angulo descendente de 30 grados y realizar la barrenación del tablero con el diámetro de la broca/machuelo.

Todo esto para evitar que se genere desorden en el nuevo tablero al incluir una inclinación y diámetro exacto donde colocar el herramental se elimina por completo el factor desorden debido a que únicamente la broca asignada a ese espacio se puede colocar si es más grande no entra o si es más chica provoca que esta caiga al suelo.

En la figura 25 se muestra el nuevo acomodo del herramental necesario.



Figura 25. Ayuda visual para la identificación de brocas. Elaboración propia 2022.

Con respecto a los machuelos se partió de la misma idea ver figura 26.



Figura 26. Ayuda visual para la identificación de machuelos. Elaboración propia 2022.

Por último, se realizó la compra de un herramental especializado en combinar ambas características de un machuelo y una broca su nombre Broca A/V para eliminar por completo las 3 fases que eran necesarias para realizar el acabado de un producto En la figura 27 se aprecia la ayuda visual correspondiente a la broca A/V.



Figura 27. Ayuda visual para la identificación de brocas A/V

Mediante las ayudas visuales propuestas se disminuyó considerablemente el tiempo muerto por parte del operador que se generaba por no contar con una gestión del herramental y no tener un lugar designado para la misma.

Al incorporar la broca A/V el tiempo por lote disminuye drásticamente debido a que en un solo paso se realiza la mayor parte del proceso de segundo trabajo eliminando las operaciones que generaban tiempo así en un lote promedio de 800 pza. ahora solo es necesario un tiempo de 68 min mientras que antes se ejecutaba la acción en un periodo de 205 min.

En la figura 28 se muestra un diagrama de análisis de proceso ahora con del nuevo tiempo y los nuevos pasos.

Diagrama No.1	Hoja No.1	Resumen							
Producto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Cuadrado de 2"	Operación	4083							
Actividad	Tranporte	5							
Retrabajo	Espera	0							
	Inspeccion	2							
	Almacenamiento	0							
	Distancia(mts)	1							
Lugar	Tiempo (Min-Hombre)	68.16666667							
Produccion	Costo								
Operarios	Mano de obra								
A,B,C,D	Material								
Realizo	Total								
Aprovo									
Descripcion	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (seg)	Simbolo					Observaciones
Verificar si existe dispositivo en taladro			5	●	→	☐	□	▽	
Trasaldarse a area de dispositivos		1	5	●	→	☐	□	▽	
Instalar dispositivo en taladro			20	●	→	☐	□	▽	
Asegurar dispositivo			5	●	→	☐	□	▽	
Verificar si existe broca A/V			5	●	→	☐	□	▽	
Instalar broca A/V en talador de banco			20	●	→	☐	□	▽	
Energizar taladro			5	●	→	☐	□	▽	
Encender taladro de banco			5	●	→	☐	□	▽	
Tomar pieza del contenedor			3	●	→	☐	□	▽	
Barrenar pieza	800		4000	●	→	☐	□	▽	
Inspeccionar pieza			2	●	→	☐	□	▽	
Dejar pieza en contenedor			2	●	→	☐	□	▽	
Tomar pieza siguiente			3	●	→	☐	□	▽	
Apagar talador de banco			5	●	→	☐	□	▽	
Desenergizar Maquina			5	●	→	☐	□	▽	

Figura 28. Diagrama de análisis de proceso (DAP) actualizado correspondiente a segundo trabajo. Elaboración propia 2022.

El tiempo que disminuye por operación se traduce en ahorros monetario para la empresa puesto que el taladro de banco ya no funciona a lo largo de todo el día incrementando su vida útil y reduciendo el coste energético que se deriva del mismo, Así mismo el operador ya no está anclado a la monotonía de una misma operación a lo largo del turno.

En la tabla 6 se puede apreciar cual es el costo energético y monetario que se deriva de los 2 taladros de banco al tener una producción de alrededor de 1600pzas. divididas en 4 lotes y 1 turno, Antes se utilizaba todo el turno para terminar los 4 lotes es decir era necesario un promedio de 12 hrs para realizar el acabado final a cada lote producido lo que trae consigo un gran costo energético por la demanda de cada uno de los taladros.

Al disminuir el tiempo promedio por lote de 204 min a tan solo 68 min impacta directamente en el tiempo total de operación debido a que ahora es necesario tan solo 3.5 hrs para acabar con un total de 1600 pza. Ver tabla 6.

Tabla 6. Costo energético bimestral correspondiente a el taladro de banco. Elaboración propia.

Antes									
Maquina	HP	Voltaje	Kw	Kw/Turno	Semana	Mes	Bimestre	CFE kw/hr	Costo
Taladro de banco	1	110v	0.75	9	36	144	288	\$ 4.00	\$ 1,152.00
Taladro de banco/Machueleadora	1	110v	0.75	9	36	144	288	\$ 4.00	\$ 1,152.00
								<b>Total</b>	<b>\$ 2,304.00</b>
Ahora									
Maquina	HP	Voltaje	Kw	Kw/Turno	Semana	Mes	Bimestre	CFE kw/hr	Costo
Taladro de banco	1	110v	0.75	2.625	10.5	42	84	\$ 4.00	\$ 336.00
Taladro de banco/Machueleadora	1	110v	0.75	2.625	10.5	42	84	\$ 4.00	\$ 336.00
								<b>Total</b>	<b>\$ 672.00</b>

Esta mejora impacta directamente en el capital de la empresa debido a que se consigue un ahorro de \$1632.00 mxn pesos al bimestre y reduce el desgaste de la maquina al trabajarla por menos horas.

Una vez observado el cambio en el tiempo se prosigue a realizar una estandarización del método que asegure que cualquier operador va a realizar la operación en el tiempo y pasos establecidos.

Para esto se hace uso de la herramienta Hoja de operación estándar (HOE) donde se plasma a detalle todas las acciones requeridas para la operación además de ayudas visuales que faciliten el entendimiento de la misma.

Se muestra una Hoja de Operación Estándar con todos los pasos necesarios para realizar el proceso de segundo trabajo (ver Anexo 6. Hoja de operación estándar correspondiente al proceso de segundo trabajo).

Una vez implementados cada uno de los pasos anteriores se procede a capacitar al personal que no cuentan con el conocimiento de los nuevos cambios algo importante a

destacar es que se debe de seguir e instruir al personal involucrado es la importancia de una buena comunicación para lograr una buena cohesión y ambiente laboral

### Proceso de empaque

Para resolver el problema que se tenía con respecto al control de calidad se indago acerca de las metodologías que existen para un correcto aseguramiento de la calidad con respecto a la cantidad de piezas en un lote determinado

Se aplica la herramienta conocida como military standar en la cual se puede apreciar por medio de una matriz la cantidad de la muestra a evaluar y cantidad de producto no conforme máximo para poder rechazar un lote por completo todo esto en base a la cantidad de piezas producidas por lote que para este caso es de un promedio de 400 a 500 piezas Ver tabla 7.

Tabla 7. Military Estándar MIL II-A Inspección normal. United States. Munitions Board. Standards Agency. (1950)

Tamaño de muestra letra código	Tamaño de muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)																											
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	AcRe	
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		

↑ = Utilizar el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o excede al del lote, hacer inspección al 100 %  
 ↓ = Utilizar el primer plan de muestreo encima de la flecha  
 Ac = Número de aceptación  
 Re = Número de rechazo

SIMPLE NORMAL

ANEXO - 8

Se llevo a cabo una reunión con el encargado de empaque y el jefe de ingeniería donde se determinó que la mejor y tomo la decisión que la inspección normal es la que mejor se adecua al proceso y al nivel de calidad decreto por la empresa.

Un punto bastante importante es que para el encargado de empaque no era fácil de identificar esta matriz o darle seguimiento en el proceso esto debido a que o tenía conocimientos de la misma y no lo hacía de una manera dinámica puesto en la práctica.

Por lo que se optó por realizar una tabla donde se muestra de una manera mucho más fácil y visual la cantidad de el lote producido la muestra respectiva y el límite máximo de piezas o producto no conforme que debe contener para aceptar o rechazar

En la tabla 8 se muestra la elaboración de una nueva.

Tabla 8. Estándares de muestra y rechazo de lote. Elaboración propia 2022

<b>Lote de produccion/Productos a analizar</b>		
<b>Tamaño del lote/Hr</b>	<b>Muestra</b>	<b>Rechazar si <math>\geq</math></b>
20	5	0
50	5	0
100	8	0
200	13	1
300	20	1
400	20	1
500	20	1
600	32	2
700	32	2
800	32	2
900	32	2
1000	32	2
1100	32	2
1200	50	3
1300	50	3
1400	50	3
1500	50	3
<b>ACCEPTABLE QUALITY LEVEL 2.5</b>		

Tras la implementación de este sistema se garantiza que el proceso de empaque es más dinámico y se asegure que el cliente final no va a recibir producto no conforme. Fue necesario tomar un método distinto al que se estaba empleando actualmente puesto antes era necesario esperar a que terminara el lapso de producción de un producto para posteriormente llevarlo al área de empaque revisarlo y posteriormente ser empacada para el cliente final.

Se optó por realizar el control de calidad a cada hora es decir el encargado de empaque debe de pasar cada hora a cada una de las maquinas a comprobar el estado de las piezas tomando como muestra la tabla anteriormente realizada.

Con esta implementación se logró disminuir drásticamente la cantidad de producto a empacar siendo necesario eliminar por completo el área asignada para el producto terminado.

En la figura 29 se muestra una nueva distribución planta referente a el área de producción

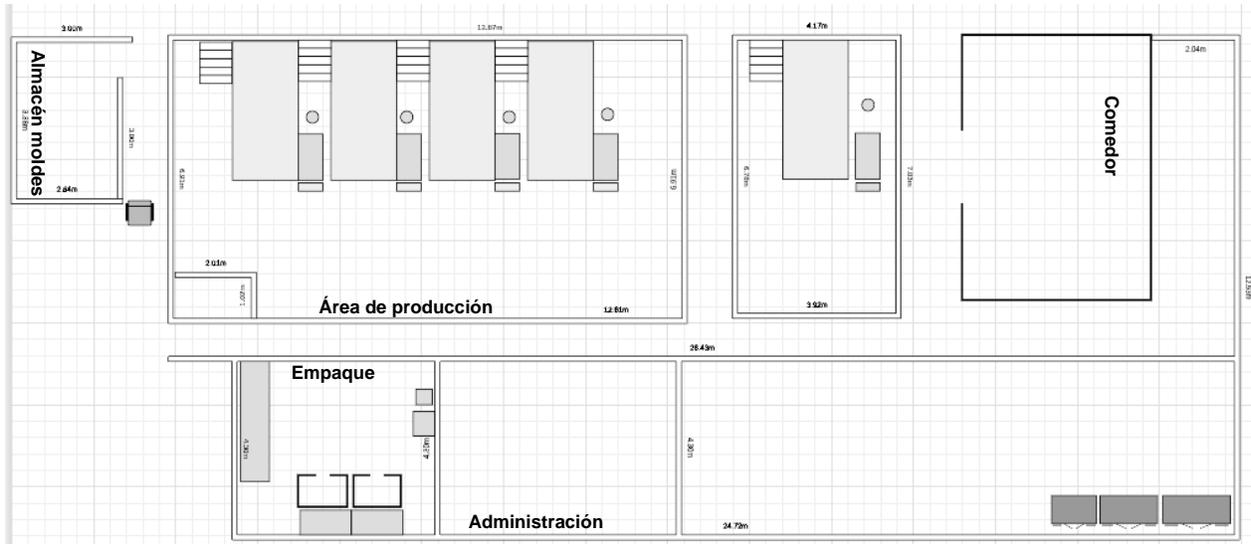


Figura 29. Layout del área de producción actualizado. Elaboración propia 2022

Los resultados impactan directamente en la cantidad de tiempo necesario para empacar el producto se logró disminuir en un 50 % la cantidad de minutos necesarios para realizar este proceso.

Todo esto debido a que ya no es necesario que se realice el control de calidad antes de empacarse puesto que este se realiza hora con hora en las inyectoras de plástico cuya producción este activa. Ver tabla 9

Tabla 9. Tiempo actual para el proceso de empaque. Elaboración propia 2022

Tiempo promedio para empaque de piezas	
100 pzas.	30 seg
200 pzas.	42 seg
300 pzas.	50 seg
400 pzas.	60 seg
500 pzas.	75 seg

Así mismo se muestra la disminución de tiempo gráficamente. Ver figura 30.

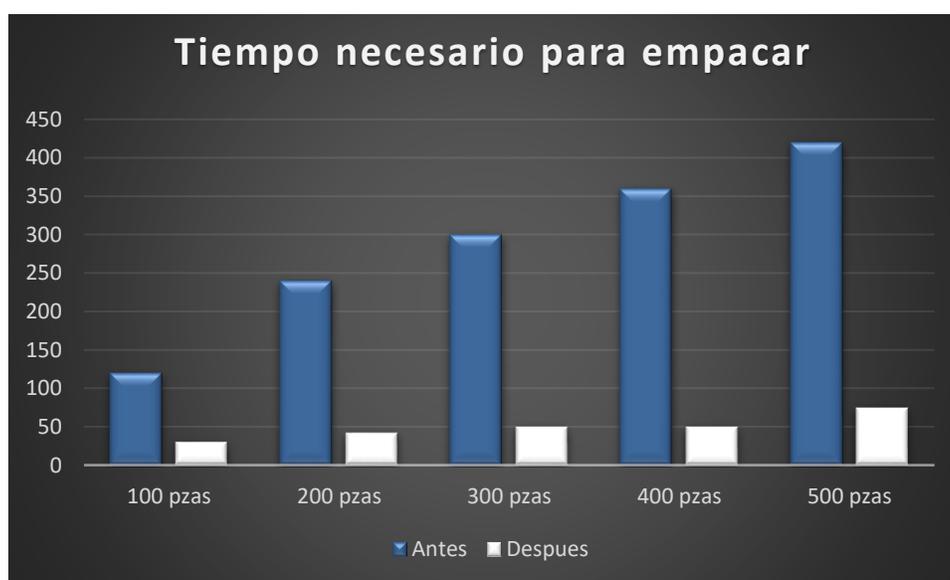


Figura 30. Grafica correspondiente al tiempo necesario para el proceso de empaque.

Elaboración propia 2022

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **13. Conclusiones del Proyecto**

Para la empresa manufacturera de plásticos avidesa (MPA) un problema bastante importante en su proceso productivo fue el alto tiempo que se emplea para realizar un cambio de molde en el que por obviedad es necesario detener la producción de la maquina en la que se va a trabajar.

La metodología SMED es un paso fundamental para reducir los tiempos de la operación se sabe de qué existen acciones externas e internas que para este caso se optó por convertir el transporte de molde en algo más factible incluyendo un área piloto en la proximidad de la máquina de producción dando parte a que existan 2 moldes preparados para cualquiera de las 5 máquinas.

El setup es enfocado a tener las herramientas de montaje y desmontaje listas para el momento del cambio haciendo uso de un check list donde se priorizan las herramientas partes y personal necesarios para la operación se asegura que todo está en orden y listo para el momento de su uso.

El paso más importante es la capacitación del todo el personal involucrado puesto que al ser algo nuevo es complicado de asimilar y realizar una vez hecha la capacitación se verifican que los resultados sean los planteados desde un inicio.

Para el caso del segundo trabajo fue necesario gestionar un herramental que permitiera ahorrar pasos dentro del proceso una vez realizada la comprar se reflejó una reducción del 30 % en el tiempo que se realizaba dicha operación al eliminar por completo la necesidad de cambiar la broca y machuelo de la maquina respectivamente.

Así mismo también se realizó un esquema de ayudas visuales con el que se observó una pronta e inmediata identificación del dispositivo correspondiente al producto, Partiendo así de la propuesta de que el operador realizase la operación por el mismo y sin ayuda del líder como normalmente era necesario.

Se logra aumentar la productividad en el proceso de inyección de plástico con estas 2 mejoras debido a que se reduce el tiempo inefectivo de la empresa y del operador cuantificando los costes energéticos que estos traían se refleja una reducción del 25 % en el coste monetario bimestrales de la empresa.

La metodología aplicada, así como las herramientas de calidad son de gran ayuda para entender analizar y cuantificar los problemas que trae consigo el proceso se parte desde analizar la causa raíz y tratar de eliminarla.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### ***14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.***

Para realizar el presente proyecto se desarrollan y aplican conocimientos que se adquieren a lo largo de toda la carrera de ingeniería industrial en donde se destacaron las principales asignaturas.

#### *Estudio del trabajo*

Esta asignatura es de bastante importancia pues aporta a el perfil del ingeniero industrial las bases de un análisis y diagnóstico correcto el cual parte del estado actual durante y posterior a la implementación, la aplicación de esta implica el estudio de tiempos y movimientos.

Para así tener una base de datos cuantitativa relacionada con el tiempo que es necesario para cada acción así mismo como del análisis del proceso de producción de plástico el proceso de segundo trabajo y por último el proceso de empaque teniendo así datos confiables para posteriormente analizar y sugerir cambios a este.

#### *Lean Manufacturing*

Otra asignatura de bastante importancia puesto que aquí es donde se ejecutan la mayor parte de las herramientas utilizadas para la mejora de un proceso y el aseguramiento de la calidad minimizando las perdidas dentro del proceso para este caso en específico se utilizaron herramientas tales como diagrama de análisis de proceso diagrama de Ishikawa diagrama de Pareto y gráficos xr.

### Lean six sigma

Asignatura de vital importancia puesto que fue necesario saber el número de defectos por millón de oportunidades (DPMO) con las que cuenta actualmente el proceso y así definir el nivel sigma en el que se encuentra la empresa para definir la cantidad de producto no conforme que se genera.

Así mismo para introducir un sistema de análisis de medición para determinar la cantidad de muestra y de defectos encontrados en la misma para así determinar en base a estadísticos si un lote se rechaza o este se aprueba.

## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **15. Fuentes de información**

Plasencia Soler, J. A. (2007). Gestión de procesos. Buenos Aires, Argentina, Argentina: El Cid Editor. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/34471>.

Lefcovich, M. L. (2009). Cambio rápido de herramientas y reducción en tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED. Santa Fe, Argentina, Argentina: El Cid Editor | apuntes. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/31388>.

Palacios Acero, L. C. (2009). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. Bogotá, Colombia: EcoeEdiciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/69107>

Herrera Acosta, R. J. (2011). Seis Sigma: un enfoque práctico. Colombia, Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/71196>.

## **CAPÍTULO 9: ANEXOS**

### **17. Anexos**

Anexo 1. Diagrama de análisis de proceso (DAP) correspondiente a cambio de molde.

Elaboración propia 2022

Diagrama No.1	Hoja No.1	Resumen				
Producto	Actividad		Actual	Propuesta	Economía	
Cuadrado de 2"	Operación	○	1167			
Actividad	Tranporte	➡	420			
Cambio de molde	Espera	⌋	0			
	Inspeccion	□	10			
	Almacenamiento	▽	120			
	Distancia(mts)		52			
Lugar	Tiempo (Min-Hombre)		28.7			
Produccion	Costo					
Operarios						
A,B,C,D	Mano de obra					
Realizo	Material					
Aprovo	Total					

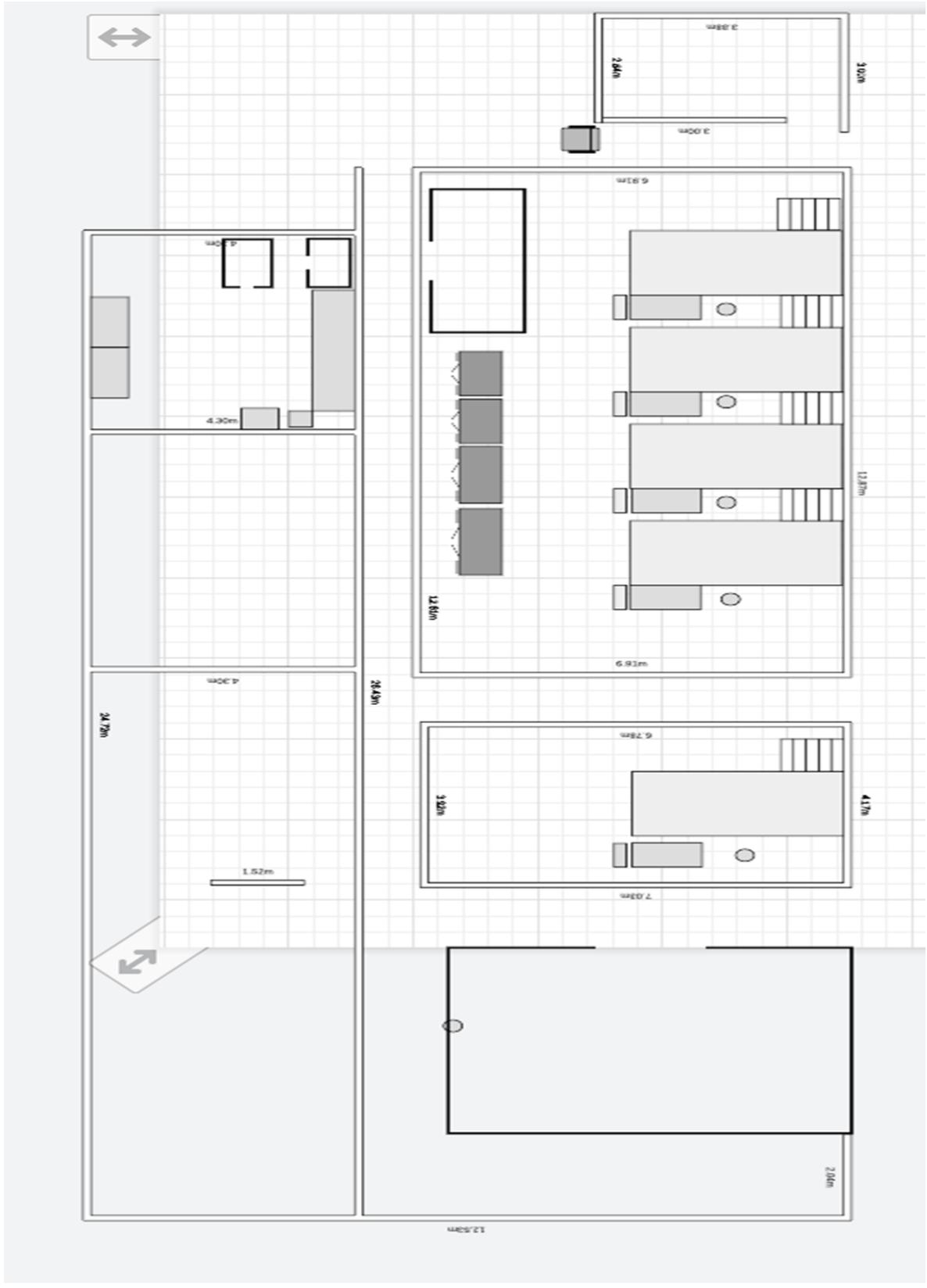
Descripcion	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (seg)	Símbolo					Observaciones
				○	➡	⌋	□	▽	
Colocar maquina en modo manual			5	●					
Abrir compuerta de acceso			15	●					
Colocar polea en mastil		2	60	●	●				
Pocisionar polea alta/mastil lado derecho maquina			30	●					
Trasladarse al area de moldes		19	120	●				●	
Identificar el molde seleccionado			30	●					
Mediante patin elevado elegir molde			120	●					
Colocar molde en patin pequeño			30	●					
Trasladarse al area de produccion en patin pequeño		12	90	●	●				
Colocarse del lado derecho de la maquina			10	●					
Abrir compuerta de acceso,colocar proteccion metalica			30	●					
Identificar si se cuenta y/o es necesaria guia para extraer			10	●					
Colocar guia correspondiente al molde			30	●					
Asegurar guia			17	●					
Asegurar polea y fijarla a guia			20	●					
Retirar sujecion al molde con respecto a la maquina			90	●					
Cerrar compuesrta para desplazar platina			10	●					
Extraer el molde de maquina			150	●					
Colocar molde sobre patin			20	●					
Utilizar spray anticorrosion			40	●					
Verificar fijacion de guia molde a colocar			10	●					
levantar molde a parte superior de la maquina			150	●					
Verificar alineacion			20	●					
Colocar fijacion de molde			150	●					
Retirar herramienta			20	●					
Cerrar compuerta			10	●					
Mediante tablero de instrumentos retraer Platina			15	●					
Colocar mangueras de refrigeracion			30	●					
Injectar y Verificar estado de la pieza			15	●					
Ajustar parametro de inyeccion			30	●					
Colocar maquina en Semiautomatico/Automatico			5	●					
Verificar correcto funcionamiento de maquina			10	●				●	
Trasladar molde hasta su lugar designado		19	150	●	●				
Levantar molde y colocarlo en patin elevado			90	●					
Levantar molde hasta lugar designado			90	●					
Dejar molde en lugar designado				●				●	

Anexo 2. Diagrama de análisis de proceso (DAP) correspondiente al proceso de segundo trabajo. Elaboración propia 2022

Diagrama No.1		Hoja No.1		Resumen					
Producto		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Cuadrado de 2"		Operación	○	12222					
Actividad		Tranporte	➔	55					
Retrabajo		Espera	⏸	0					
		Inspeccion	□	2					
		Almacenamiento	▽	0					
		Distancia(mts)		0.9					
Lugar		Tiempo (Min-Hombre)		204.65					
Produccion									
Operarios		Costo							
A,B,C,D		Mano de obra							
Realizo		Material							
Aprovo		Total							
Descripcion	Cantidad	Distancia (mts)	Tiempo (seg)	Simbolo					Observaciones
				○	➔	⏸	□	▽	
Verificar tamaño de broca en taladro			5	●					
Instalar broca correspondiente en taladro			30	●					
Asegurar broca			10	●					
Energizar Taladro de banco			5	●					
Encender taladro de banco			5	●					
Tomar pieza del contenedor			2	●					
Barrenar pieza	800		4000	●					
Arrojar pieza a contendor			2	●					
Apagar taladro de banco			5	●					
Trasladar contenedor a machueleadora		0.3	20	●	●				
Verificar si existe dispositivo en machueleadora			5	●					
Trasaldarse a area de dispositivos		0.3	15	●	●				
Instalar dispositivo en machueleadora			30	●					
Asegurar dispositivo			10	●					
Verificar si existe machuelo en maquina			5	●					
Instalar machuelo a maquina			30	●					
Asegurar machuelo			10	●					
Tomar pieza del contenedor			2	●					
Machuelea pieza	800		4000	●					
Arrojar pieza a contendor			2	●					
apagar machueleadora			5	●					
Trasladar contenedor a taladro		0.3	20	●	●				
Instalar broca correspondiente en taladro			30	●					
Asegurar broca a taladro			10	●					
Encender taladro de banco			5	●					
Tomar pieza del contenedor			2	●					
Barrenar pieza parte inferior	800		4000	●					
Verificar que no exista rebabas/material exedente			2	●				●	
Arrojar pieza a contendor			2	●					
Apagar taladro de banco			5	●					
Desenergizar taladro de banco			5	●					



Anexo 3. Layout del área de producción al inicio del proyecto. Elaboración propia 2022



Anexo 4. Código Alfanumérico actualizado para la identificación de moldes.

Elaboración propia 2022

		CODIGO ALFANUMERICO MOLDES	
M006	1/4 Para mampara y l work	M076	Mufa 11/6
M005	5/8 Para mampara	M075	Mufa de 2"
M013	Abrazadera	M073	Mufa de 3"
M048	Aro Bonch 251	M074	Mufa de 4"
M051	Aro Bonch 271	M016	Nivelador moneda nuevo 1"
M050	Aro Bonch 302	M111	Nivelador antiderrapante 45 mm
M105	Aro pasacables redondo	M112	Nivelador de 2" y 1 1/2 (4 cav)
M145	Aumento para kit de mampara	M114	Nivelador 7/8
M148	Bedge redondo	M034	Nivelador 80 mm
M146	Badge reusable transparente	M110	Nivelador para maquina
M147	Badge varios	M019	Ovalado anterior
M049	Balero para mesedora	M021	Ovalado con ceja
M095	Baseta para bisagra	M107	Ovalado de 15x30 mm
M154	Buje 3" 4" 5"	M003	Ovalado milan
M106	Buje cuadrado 3/4 x 1"	M063	Paleta de 2"
M018	Buje 1 x 1/2"	M109	Pata mexicana
M052	Buje 2 x 1"	M048	Patin para mueble
M032	Buje para cortinero	M052	Pellizco
M056	Buje para rodaja 11mm	M038	Perilla corona/nivelador piramide
M078	Buje redondo 16 mm	M027	Perilla de 2
M155	Bulon	M113	Perilla estrella
M136	Capuchon	M100	Pin
M093	Capucon 3/8	M043-A	Placas de trebol 12 18 36 mm
M092	Capuchon calibre 8	M067	Puño de valvula
M090	Capuchon calibre 00	M142	Ratonera
M161	Carrucho/ventana	M085	Rectangular de 1/2 x 1"
M030	Casquillo	M133	Rectangular de 2 x 1 con inserto
M029	Chapeton central	M022	Rectangular de 2x1 plano
M102	Clip para buje	M159	Rectangular 3/4 x 1 3/4 tca.Indinado
M035	Clavo 7/8" y 1"	M160	Rectangular 3/4 x 1 3/4 tca.
M037	Clavo 3/4"	M020	Rectangular curvo 2" x 1"
M036	Clavo 5/8"	M070	Rectangular de 1 1/2" x 3" plano 2 cav
M034	Combo	M069	Rectangular de 1 1/2 x 3" con tca.
M139	Contacto para placa doble	M079	Rectangular de 1 1/2 x 3" Plano 4 cav
M140	Contacto de placa sencillo	M083	Rectangular de 1 x 1 1/2
M062	Cople de 3"	M084	Rectangular de 1/1 x 1 1/2
M060	Cople de 4"	M081	Rectangular de 3/4 x 1 3/4"
M137	Cuadrado 1 1/4" plano	M082	Rectangular de 3/4 x 1 1/4"
M009	Cuadrado 1/4 Tca	M071	Rectangular mampara 2 cav.
M120	Cuadrado 3/4 plano plano con ceja 1/2 y tca	M023	Rectangular ovalado 3/4 x 2 3/4"
M047	Cuadrado de 3/4 con bola	M025	Rectangular para mampara
M044	Cuadrado de 1" con inserto	M054	Redondo 1 5/8" con inserto
M103	Cuadrado de 1" palno y con bola	M124	Redondo de 1 1/2" plano
M068	Cuadrado de 1/2	M128	Redondo de 1" con tuerca
M117	Cuadrado de 2"x 2" con inserto	M039	Redondo de 1" con bola
M031	Cuadrado de 2x2 plano	M130	Redondo de 1" plano
M041	Cuadrado de 3"	M126	Redondo de 1/4 con tuerca
M024	Cuadrado plano y tca 1" 1/2"	M125	Redondo de 1 1/4 plano
M143	Cuchara	M135	Redondo de 1/2 con bola
M065	Cuerpo de 3"	M123	Redondo de 2" plano
M064	Cuerpo de 4"	M122	Redondo de 2 1/2" Plano
M158	Cuerpo para kit de mampara	M121	Redondo de 3" plano
M165	Cuerpo wicket	M134	Redondo de 3/4 c-22
M040	Cunero	M132	Redondo de 3/4 con bola
M089	Empaque para clavo 3/4 y 7/8	M131	Redondo de 5/8 plano con bola
M066	Escuadra de 2"	M133	Redondo de 7/8 plano con bola
M008	escuadra de 3/4	M129	Rodaja doha
M053	Escuadra para kit de mampara	M118	Rodaja chica y grande
M057	Escuadra para replica	M011	Rondana 1/4"
M116	Esquinero de 19 mm	M086	Rondana 5/16"
M045	Esquinero de 28 mm	M087	Rondana con tino 2 1/4"
M046	Esquinero bbb	M017	Rondana conica para vidrio
M144	Esquinero/panel de vidrio	M059	Rondana plastica 42mm
M151	Esquinero para mampara	M101	Rondana separadora
M012	Esquinero para panel	M002	Rueda de 3" con balero
M152	Forro para rodaja de 42mm	M153	Semi esferico
M096	Garra de tigre	M098	Soporte para bateria
M119	Gorumet	M150	Soporte lateral para panel
M163	Jaladera	M156	Tapa para registradora
M068	Kit 501 3/4"	M162	Tapa pasacables redonda
M015	Llanta 3/4"	M108	Tapa wocket
M028	Manga cople 42"	M164	Tapa 2x1"
M061	Mango de nivela	M026	Tapon octogonal
M091	Mango para cuerda	M099	Tapon de flecha
M001	Mufa 3/4 y 1/2	M014	Tope para archivero
M004	Union trizetta	M055	Tope para cunero
M007	Vaso vosh	M072	Tope para colpi
M138	Union mampara	M097	Trebol
		M043	Union mampara

Anexo 5. Hoja de operación estándar correspondiente a cambio de molde. Elaboración propia  
2022

HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR													Hoe		T. estándar										
															10 MIN										
	Operación		Cambio de molde						Lugar operación			Fecha ult. Rev.													
	Realizó		Neftali Cuevas			Revisó			Daniela Avila			03/05/2022													
	Herramientas necesarias		1	Llave 3/4		2		spray anticorrosion	3			4													
s e g u n d o s	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42				
	Operación Maquina																								
	Operación Manual																								
	Operación total																								
Tiempo de cambio de molde									630 seg.		Tiempo de pasos de operación manual														
Nº	Operación										Tiempo		Nº	Operación										Tiempo	
1	Colocar modo manual										5 seg.		17	Colocar tornillos de sujeción										40 seg.	
2	Abrir compuerta de acceso										10 seg.		18	Retirar y cerrar compuerta										10 seg.	
3	Posicionar polea alta/mastil										15 seg.		19	Mediante tablero de instrumentos contraer pren										30 seg.	
4	Retirar fijación de molde										60 seg.		20	Colocar manguera de refrigeracion										5 seg.	
5	Trasladarse al area piloto de el molde										20 seg.		21	Inyectar y Verificar estado de la pieza										10 seg.	
6	Colocarse del lado derecho de la maquina										20 seg.		22	Ajustar parametro de inyeccion										40 seg.	
7	Abrir compuerta de acceso,colocar proteccion metal										10 seg.		23	Colocar maquina en Semiautomatico										20 seg.	
8	Direccionar polea alta y fijarla a guia molde										30 seg.		24	Verifiicar correcto funcionamiento de maquina										45 seg.	
9	Retirar sujecion al molde montado en maquina										60 seg.		25	Trasladar molde hasta su lugar designado										20 seg.	
10	Cerrar compuesrta para desplazar platina										5 seg.		26	Colocar molde en su lugar de descanso										15 seg.	
11	Extraer el molde de maquina										60 seg.		28											seg.	
12	Utilizar spray anticorrosion										5 seg.		29											seg.	
13	Colocar molde sobre patin										5 seg.		30											seg.	
14	levantar molde hasta parte superior maquina										60 seg.		31											seg.	
15	Bajar cuidadosamente hasta interior de maquina										25 seg.		32											seg.	
16	Verificar alineacion										5 seg.		33											seg.	
Nº	Descripcion de operación																								
1	Se procede a colocar la maquina en modo manual																								
2	Se abre compuerta de seguridad para dar acceso a la maquina,se opera mediante el tablero de instrumento la maquina para permitir retirar el cabezal de manera manual																								
3	Se posiciona la polea alta del lado derecho para facilitar la extracion del molde																								
4	Se retiran bases que aseguran el molde a la maquina																								
5	Trasladarse al area piloto donde se aguarda el molde a montar																								
6	Mediante un listado y hoja de produccion se identifica el molde a utilizar																								
7	Abrir compuerta derecha para colocar proteccion metalica a rieles de maquina																								
8	Direccionar polea alta lateral derecho y fijarla a guia																								
9	Retirar tornillos de sujecion del molde mediante llave inglesa 3/4 "																								
10	Cerrar compuerta para desplazar botador para permitir que se retire el mmoide																								
11	Se inicia el proceso de extracion del molde del cabezal de la maquina																								
12	Una vez fuera se utiliza spray anticorrosion																								
13	Se coloca molde en el patin pequeño																								
14	Se levanta el molde nuevo para su incersion a la maquina																								
15	Se posiciona y se comienza a desender lentamente hasta lograr que empotre en su lugar de destino																								
16	Se verifica visualmente su alineacion																								
17	Colocar tornillos de sujecion del molde mediante llave inglesa 1/2 "																								
18	Retirar cadena,sujecion y protecciones cerrar compuerta de seguridad																								
19	Mediante el tablero de instrumentos en modo manual acercar prensa a molde cuidadosamente																								
20	Colocar manguera de refrigeracion																								
21	Inyectar y vericar que el estdo de la pieza con respecto al nuevo molde sea correcta																								
22	Ajustar parametros de inyeccion																								
23	Proceder a colocar maquina en modo semiautomatico																								
24	Verificar correcto funcionamiento de la maquina																								
25	Trasladar molde y protecciones mediante patin elevado a lugar asignado																								
26	Colocar el molde en su lugar designado																								
<b>Ayuda visual</b>																									
<b>Puntos importantes</b>																									
Nº	Puntos importantes					Norma					Frecuencia					Situacion anormal					Accion inmediata				
1	Identificacion de molde/lugar asignado					F. Técnica					inicio prod.					No se encuentra en su lugar asign					Cambiar material				
2	Pasos a seguir correctamente					HOE					cada ciclo					Demaciado tiempo					regular parámetros. Y material				
3																									
4																									
<b>Notas</b>																									
Esta operación esta diseñada para que la realice una sola persona, al momento del cambio de molde																									

## Anexo 6. Hoja de operación estándar correspondiente al proceso de segundo trabajo. Elaboración propia 2022

<b>HOJA DE OPERACIÓN ESTANDAR</b>															Hoe		T. estándar														
<b>Operación</b>															<b>Segundo Proceso</b>															91 seg.	
															<b>Realizó</b> Neftali Cuevas <b>Revisó</b>															Lugar operación	
<b>Herramientas necesarias</b>															Area retrabajo		Autorizó														
4   8   12   16   20   24   28   32   36   40   44   48   52   56   60   64   68   72   76   80   84   90																															
<b>Operación Maquina</b>																															
<b>Operación Manual</b>																															
1   2   3   4   5   6   7   8   9   10   12   13   14   15   16																															
<b>Operación total</b>																															
91																															
<b>Tiempo piezas retrabajo</b>																															
Operación      Tiempo      N°      Operación      Tiempo																															
1 Identificar dispositivo a utilizar      2 seg.      9 Colocar contenedor al lado izquierdo de la maqui      5 seg.																															
2 Colocar dispositivo en base de taladro      30 seg.      10 Tomar con mano derecha la pieza      2 seg.																															
3 Asegurar dispositivo a base      5 seg.      11 Barrenar pieza      3 seg.																															
4 Identificar broca A/V a utilizar      2 seg.      12 Verificar que no exista obstrucciones      2 seg.																															
5 Colocar Broca en husillo      10 seg.      13 arrojar pieza a contenedor de producto terminad      2 seg.																															
6 Alinear base de talador con respecto a broca A/V      10 seg.      14 Retirar broca A/V del husillo      10 seg.																															
7 Energizar taladro de banco      2 seg.      15 Apagar taladro      2 seg.																															
8 Encender taladro de banco      2 seg.      16 Desenergizar taladro      2 seg.																															
<b>Descripción de operación</b>																															
1 En el tablero de dispositivos identificar el dispositivo correspondiente a la pieza a trabajar																															
2 Colocar el dispositivo elegido en la base del taladro haciendo uso de una llave 3/4 para asegurar el perno de fijación a la base																															
3 Verificar que este correctamente instalado y con el torque necesario																															
4 En el tablero de brocas A/V identificar la correspondiente al diametro de la pieza a trabajar																															
5 Una vez identificada proceder a colocar la broca en el husillo de el taladro haciendo uso de llave de talador para asegurar broca																															
6 Alinear base con respecto a broca A/V desprendiendo seguro por la parte inferior de base y sugecion posterior de columna de taladro																															
7 Mediante pasitilla termonagnetica energizar taladro																															
8 Oprimir boton para poner en marcha el taladro																															
9 Colocar del lado derecho el contenedor con las piezas a trabajar																															
10 Tomar una pieza con la mano izquierda y colocarla en dispositivo																															
11 Barrenar la pieza utilizando la mano derecha para manipular taladro																															
12 Verificar que la pieza tenga un buen acabado y que no exista producto remante dentro de la misma																															
13 En el contenedor de producto terminado del lado derecho de la maquina arrojar la pieza																															
14 Una vez finalizado el lote por completo retirar la broca A/V del husillo del taladro																															
15 Oprimir el boton para apagar el taladro																															
16 Mediante pasitilla termonagnetica desenergizar taladro																															
<b>Ayuda visual</b>																															
-																															
<b>Puntos importantes</b>																															
Norma      Frecuencia      Situacion anormal      Accion inmediata																															
<b>Notas</b>																															
Esta operación esta diseñada para que la realice una sola persona, al momento de realizar algun retrabajo																															